

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El-Harrach- Alger

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش- الجزائر

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences agronomiques

Thème

Etude de l'évolution des pratiques d'élevage de bovins
laitiers sur la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait
cru collecté dans la région centre d'Algérie

Présenté par : Soumeya KAOUICHE-ADJLANE

Devant le jury :

Président : Mr. Hacène IKHLEF	Professeur (E.NA.S.A, El Harach, Alger)
Directeur de thèse : Mr. Abderrahmane MATI	Professeur (U.M.M, Tizi Ouzou)
Co-directeur de thèse : Mr. Faïçal GHOZLANE	Professeur (E.NA.S.A, El Harach,Alger)
Examineurs : Mr. Rachid AMRANE	Maître de conférences A (U.M.M, Tizi Ouzou)
Mme. Dalila BOUDOUMA	Professeur (E.NA.S.A, El Harach, Alger)
Mme. Salima KEBBOUCHE- GANA	Maître de conférences A (UMB, Boumerdes)

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

Je remercie d'abord **Dieu le Tout Puissant** pour m'avoir donné le courage et la volonté.

Mes remerciements vont à Monsieur Abderrahmane MATI, professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, qui m'a fait l'honneur de diriger cette thèse. Pour son soutien et sa disponibilité, qu'il trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

Je tiens à remercier également le Professeur Faïçal GHOZLANE de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger, pour l'intérêt qu'il a témoigné envers ce travail et sa précieuse collaboration.

A Monsieur Hacène IKHLEF, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de ma thèse.

A Monsieur Rachid AMRANE, Maître de conférences classe A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Mme Salima GANA-KEBBOUCHE, Maître de conférences classe A à l'université M'Hamed Bouguerra de Boumerdes et Mme Dalila BOUDOUMA, professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger que je remercie d'avoir accepté d'examiner mon travail et de faire partie de mon jury de thèse.

Je remercie aussi l'ensemble des éleveurs, des vétérinaires et des collecteurs qui ont participé au suivi des élevages durant toutes ces années, le personnel des différentes laiteries (Bir Khadem, Draa Ben Khedda, plus particulièrement de Boudouaou) et le personnel de l'ITELV de Baba Ali, qui ont collaboré à ce travail et sans lesquels cette thèse n'aurait pu voir le jour.

Je remercie également toute les équipes de recherche de l'INRA de France: l'unité de recherches sur les herbivores (URH), centre de Clermont-Ferrand/Theix, de Marcenat et d'Aurillac, plus particulièrement Jacques BONY, Michel BONY, Bruno MARTIN, Jocelyne AUFRERE, Donato, Isabelle VERDIER- METZ, Marie Christine MONTEL et Françoise MONSALLIER pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont accordés à mes travaux de recherche. Sans oublier le personnel du LIAL (Laboratoire Interprofessionnel des Analyses du Lait) d'Aurillac, à leur tête Mme NOUVEL.

Je tiens également à adresser mes vifs remerciements à Cécile CIBRA et Chantal CHASSAIGN de Vetagro Sup de Clermont-Ferrand pour leur disponibilité et l'aide patiente qu'elles m'ont apportée dans l'élaboration des questionnaires d'enquêtes et en statistiques.

A Tous mes collègues des universités de Boumerdes, de Blida, de Tizi Ouzou et tous les autres ...

A mes parents, merci d'avoir fait de moi ce que je suis et à mon unique sœur Loubna pour son soutien moral qui n'a pas d'égal.

Toute mon affection pour ma petite famille, mes 3 jolies princesses (Mélissa, Sarah et Myriane-Ania) et mon époux (Mr Adjlane Noureddine) dont la patience et le soutien sans faille m'ont apportés beaucoup de réconfort tout au long de ces années bien chargées. Enfin, à tous ceux qui de loin ou de près ont contribué à la réalisation de cette thèse, en guise de reconnaissance.

Résumé

La présente étude vise une évaluation des effets des pratiques d'élevage sur la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru dans la région médio-septentrionale d'Algérie.

L'examen de l'ensemble des caractéristiques ressorties par les typologies des 16 élevages pris en compte montre qu'il n'existe pas dans l'échantillon considéré de type d'élevage idéal qui réunirait en même temps des apports raisonnés (fourrages/concentrés) dans l'énergie totale, une quantité d'énergie optimale fournie par les concentrés annuellement et un coût minimal de production du litre de lait avec des charges alimentaires les moins onéreuses.

Le CMT effectué sur 280 mamelles montre que 45,34% des femelles présentent des mammites et dont près de 5% sont en situation épidémiologique très alarmante. Cependant, les analyses des échantillons de lait montrent qu'au niveau des fermes, les températures moyennes sont élevées (11,18°C). Ces laits contiennent 37,19 g/kg de matière grasse et 30,18g/kg en matière protéique. Le taux moyen en FMAT est supérieur à 10^5 ufc/ml dans près de 73% des échantillons. Les coliformes totaux et fécaux sont absents respectivement dans 14 et 44% du total des laits.

La CAH réalisée a permis d'individualiser cinq classes de lait. Près de 32% du total des laits se sont acidifiés et de faibles diminutions dans les TB et TP sont constatées à l'arrivée des citernes. Des taux de contaminations plus élevés que ceux obtenus au départ ont caractérisé aussi les échantillons à leur admission. Ceci a été confirmé par la chute d'environ 54% du TRBM entre les 2 moments.

Nous avons enregistré que 13% des laits de ferme et 35% de ceux livrés se sont avérés positifs pour les résidus d'antibiotiques. Ces résultats portent à conclure que la qualité globale du lait cru collecté dans la région ciblée est médiocre. Elle est principalement influencée par l'alimentation du cheptel et par les conditions générales d'hygiène qui sont non satisfaisantes dans la plupart des fermes suivies.

Mots clés : Lait bovin, circuit de collecte, enquêtes, facteurs de variations, pratiques d'élevages, analyses, qualité hygiénique, qualité physico-chimique, région centre d'Algérie

Study of the Evolution of Farming Practices Dairy Cattle on Hygienic and Nutritional Quality of Raw Milk Collected in the Center Region of Algeria

Abstract

This study aims to evaluate the effects of farming practices on the hygienic and nutritional quality of raw milk in the Mid-Northern region of Algeria.

The examination of all the characteristics emerged from 16 farms typologies shows that there is not in our sample an ideal breeding type of that would bring together the contributions reasoned forage/concentrate in the total energy, an optimal amount of energy from concentrate annually and minimum production cost of a liter of milk with the least expensive food costs.

CMT performed on 280 cows shows that 45.34% of females had mastitis and nearly 5% of which are in very alarming epidemiological situation. However, analyzes milk samples show that at the farm level, average temperatures were high (11.18 °C). Such milk contains 37.19 g / kg of fat and 30.18g / kg of protein content. The average rate of TMAB was superior to 10^5 cfu / ml in nearly 73% of samples. Total and faecal coliforms were absent in respectively 14 and 44% of total milk.

The realized HAC allowed individualizing five milk classes. Almost 32% of total milk is acidified and small decreases in TB and TP were recognized at the arrival of the tanks. Higher contamination rates than the departures have also characterized the samples to their admission. This was confirmed by the fall of about 54% of RTMB between the two times.

Respectively, 13 and 35% of farm milks and those delivered were positive for antibiotic residues. It was concluded that the overall quality of raw milk is poor, it is mainly influenced by the feeding livestock and by the general hygiene conditions that are disappointing in most followed farms.

Keywords: Dairy milk, collection chain, investigations, variation factors, breeding practices, analysis, hygienic quality, physic-chemical quality, North-Central Algeria.

دراسة تأثير ممارسات مربّي الأبقار الحلوب على جودة المكروبيولوجية و الغذائية للحليب المنتج في المنطقة الوسطى الشمالية للجزائر

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير ممارسات مربّي الأبقار على الجودة المكروبيولوجية و الغذائية للحليب الخام للأبقار في المنطقة الشمالية الوسطى للجزائر. ظهرت الدراسة أنماط 16 مربّي أبقار أنه لا يوجد نمط مثالي في تربية الأبقار من شأنها أن تجمع بين العوامل التالية مساهمة العلف و المركز في إجمالي الطاقة - كمية الطاقة المناسبة الموفرة من طرف العلف المركز - أقل تكلفة إنتاج ممكنة بأقل تكاليف الغذاء. تحاليل CMT الذي أجري على 280 ظلع بقرة بين لنا أن 45,34% من الأبقار تعاني من إتهاب الضلع و 5% تعاني من وضع وبائي مقلق جدا. تحليل عينات لحليب على مستوى المزارع أظهر أن درجة حرارة الحليب كانت مرتفعة 11,18 درجة مئوية . يحتوي هذا الحليب على 37,19 غ/كغ من الدهون و 30,18 غ/كغ من البروتين. معدل 10^5 ufc / ملم فيما يقارب 73 % من العينات بلغ إجمالي القولونيات العامة والبرازية أنها كانت غائبة في 14 و 44 % من إجمالي عينات الحليب. سمحت الدراسة الإحصائية CAH و جود 5 فئات للحليب . 32 % من عينات الحليب كانت حامضة و سجلنا إنخفاضات صغيرة في مستوى TB و TP . 13 و 35 % من عينات الحليب المزروعة و المسلمة تميزت بوجود المضادات الحيوية. تشير النتائج العامة أن الجودة الشاملة للحليب الخام للبقرة الحلوب رديئة جدا و تتأثر بنوعية الغذاء و ظروف النظافة التي هي مخيبة في مجمل المزارع.

كلمات المفتاح : تربية الماشية، الحليب، نهاية جمع، التسليم، الموسم، الممارسات ، شمال وسط الجزائر

Liste des abréviations

ACP	Analyse en Composantes Principales
AFNOR	Agence Française de Normalisation
ANOVA	Analyse de la Variance
AOAC	"Association of Official Analytical Chemists"
Ci	Citerne
CA/CT	Coût de l'Alimentation/ Coût Total
CAH	Classification Ascendante Hiérarchique
CB	Cellulose Brute
CCI	Comptage Cellulaire Individuel
CCQ	Comptage Cellulaire des Quartiers
CF	Coliformes Fécaux
CMT	"Californian Mastitis Test"
CPLL	Coût de Production d'un Litre de Lait
CSR	<i>Clostridium</i> sulphito-réducteur
CT	Coliformes Totaux
CV	Coefficient de Variation
Ex	Exploitation
EAC	Exploitation Agricole Collective
ECKL	Energie des Concentrés /Kg de Lait Produit
ECVA	Energie des Concentrés /Vache/An
ESD	Extrait Sec Dégraissé
EST	Extrait Sec total
E-T	Ecart-type
FMAT	Flore Mésophile Aérobie Totale
H/Tray	Port d'habits spéciaux par le trayeur
I.T.EL.V	Institut Technique d'Elevage
INRA de France	Institut National de la Recherche Agronomique de France
IV-V	Intervalle Vêlage - Vêlage
kcal	kilocalories
Lav/mains	Lavage des mains
Lev	Levures
Ltr	Litière
M1	Au moment 1 (à la fin de la collecte)
M2	Au moment 2 (à l'arrivée à la laiterie)
MAD	Matière Azotée Digestible
MAT	Matière Azotée Totale
MG	Matière Grasse
MM	Matière Minérale
MO	Matière Organique
Moi	Moisissures
MP	Matière Protéique

Liste des abréviations (suite)

MS	Matière Sèche
Net/Mam	Nettoyage de la mamelle
NVL	Nombre de Vaches Laitières
ONAB	Office National des Aliments de Bétail
P1	Période 1 (saison froide)
P2	Période 2 (saison chaude)
PCRat	Part des Concentrés dans la Ration totale
PDI	Protéines Digestibles Intestinales
PDIE	Protéines Digestibles Intestinales permises par l'Energie
PDIN	Protéines Digestibles Intestinales permise par l'Azote
Prop/Etab	Propreté de l'étable
Prop/MT	Propreté de la machine à traire
RLVA	Rendement en Lait /Vache/An
SAU	Superficie Agricole Utile
SF	Superficie Fourragère
TB	Taux Butyreux
TP	Taux Protéique
TRBM	Temps de Réduction du Bleu de Méthylène
ufc	Unités Formant des Colonies
UFL	Unités Fourragères Lait

Liste des figures

Figure	Intitulé	Page
1	Schéma récapitulatif des principaux facteurs de variation de la qualité du lait.	18
2	Localisation de la zone d'étude.	32
3	Schéma général de la méthodologie d'étude et d'échantillonnage.	35
4	Représentation des variables structurelles et technico-économiques des fermes laitières sur les axes 1 et 2 déterminés par l'Analyse en Composantes Principales (ACP).	54
5	Représentation graphique des groupes d'éleveurs (déterminés par les axes 1 et 2).	55
6	Part des concentrés dans la ration alimentaire totale distribuée par exploitation.	63
7	Rendements moyens en lait par exploitation.	63
8	Valeurs moyennes annuelles des taux butyreux et protéiques par exploitation.	72
9	Evolutions mensuelles des taux butyreux et protéiques dans les fermes.	73
10	Evolutions moyennes de la température et de l'acidité des laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.	85
11	Evolutions des taux butyreux et protéiques moyens des laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.	86
12	Evolutions des charges moyennes en germes de contamination des laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.	87
13	Evolutions des taux de présence des bactéries pathogènes et des résidus d'antibiotiques dans les laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.	87
14	Projection des variables de qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru sur le plan principal de l'ACP.	91
15	Relation entre l'énergie des concentrés pour 1 kg de lait produit et la composition en matière grasse.	94
16	Quantités d'énergie fournies par les concentrés pour 1kg de lait produit par exploitation.	96
17	Evolution des teneurs en germes de contamination dans les laits des fermes.	98
18	Evolution du temps moyen de réduction du bleu de méthylène (TRBM) entre la fin de la collecte (M1) et la livraison (M2).	104

Liste des tableaux

Tableau	Intitulé	Page
I	Evolution de la production laitière nationale.	3
II	Evolution des effectifs de bovins et de vaches laitières.	4
III	Evolution de la collecte de lait.	5
IV	Constantes physiques du lait.	9
V	Composition chimique moyenne du lait de vache.	11
VI	Flore microbienne du lait.	15
VII	Caractéristiques des différentes wilayates constituant la zone d'étude.	33
VIII	Matériel utilisé pour les analyses.	33
IX	Interprétation du Californian Mastitis Test (CMT).	39
X	Classement des laits en fonction du temps de réduction du bleu de méthylène.	40
XI	Répartition des élevages au niveau de la zone d'étude.	43
XII	Distribution des élevages selon la taille des superficies agricoles utiles (SAU) et des superficies fourragères (SF).	43
XIII	Distribution des élevages selon la taille du troupeau bovin.	44
XIV	Distribution des élevages selon la taille du troupeau de vaches laitières.	45
XV	Répartition selon l'ancienneté dans la pratique de l'élevage bovin laitier et relation avec les laiteries.	46
XVI	Répartition selon la distance moyenne entre la ferme et la laiterie.	46
XVII	Les espèces fourragères destinées à l'alimentation du cheptel bovin.	47
XVIII	Part de l'aliment concentré dans la ration totale des vaches laitières.	48
XIX	Rendements en lait réalisés.	49
XX	Intervalle moyen vêlage-vêlage.	50
XXI	Caractéristiques des exploitations étudiées ($n=16$).	51
XXII	Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) et axes de variation déterminés.	54
XXIII	Corrélations entre les différents paramètres étudiés.	55
XXIV	Caractéristiques des groupes d'exploitations identifiés et appréciation de la typologie.	58
XXV	Pratiques hygiéniques à l'exploitation liées à la qualité microbiologique du lait.	60
XXVI	Caractérisation de l'alimentation, des performances laitières et de la reproduction des vaches dans les élevages considérés ($n=12$).	62
XXVII	Tableau récapitulatif des principaux résultats des analyses fourragères effectuées.	65
XXVIII	Prévalence des germes recherchés dans les échantillons d'eau des différentes exploitations.	67
XXIX	Résultats des différents CCI par élevages.	69
XXX	Résultats des analyses physico-chimiques.	70

Liste des tableaux (suite)

Tableau	Intitulé	Page
XXXI	Répartition des citernes choisies dans la région d'étude.	74
XXXII	Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru à la fin de la collecte (M1).	75
XXXIII	Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru à la livraison (M2).	76
XXXIV	Résultats des analyses microbiologiques effectuées.	78
XXXV	Fréquence des germes pathogènes et des antibiotiques dans les laits de fermes (cuves et seaux analysés).	79
XXXVI	Caractéristiques microbiologiques des laits analysés à la fin de la collecte.	80
XXXVII	Fréquences des germes pathogènes dans les échantillons de lait analysés à la fin de la collecte.	81
XXXVIII	Caractéristiques microbiologiques des laits analysés à la livraison.	82
XXXIX	Fréquences des germes pathogènes et des antibiotiques dans les échantillons de lait analysés à l'admission aux laiteries.	83
XXXX	Corrélations entre les différentes variables de qualité étudiées.	89
XXXXI	Résultats des analyses en composantes principales (ACP) selon les axes définis.	91
XXXXII	Caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des classes de lait identifiées.	92
XXXXIII	Répartition des laits analysés par classes dans les élevages suivis.	97
XXXXIV	Corrélations entre les pratiques d'hygiène et la qualité microbiologique des laits crus.	100
XXXXV	Principales caractéristiques des élevages collectés.	101
XXXXVI	Variation des différents paramètres analysés par moment de prélèvement (M1, M2) et par saison (P1, P2).	105
XXXXVII	Corrélations entre les paramètres étudiés en M1 (à la fin de la collecte).	107
XXXXVIII	Corrélations entre les paramètres étudiés en M2 (à la livraison).	107
XXXXIX	Corrélations entre la distance moyenne entre la ferme et la laiterie.	108

Table des matières

	Pages
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
I/. Synthèse des données bibliographiques	
1.1. Production laitière en Algérie	03
1.1.1. Données économiques	03
1.1.2. Circuits de collecte et transformation	04
1.1.3. Contraintes de développement de la filière laitière	06
1.2. Etat des principaux caractères du lait cru et normes de qualité	08
1.2.1. Définition	08
1.2.2. Propriétés physiques, chimiques et organoleptiques	09
1.2.3. Aspects microbiologiques liés à l'acceptation ou au rejet du lait	14
1.3. Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production	16
1.3.1. Facteurs intrinsèques	17
1.3.2. Facteurs extrinsèques	19
II/. Matériel et méthodes	
2.1. Zone d'étude et critères de choix	32
2.1.1. Localisation et caractéristiques de la zone d'étude	32
2.1.2. Choix des exploitations, des collecteurs et des unités de transformation	32
2.2. Matériel	33
2.2.1. Appareillage	33
2.2.2. Autre matériel	33
2.2.3. Produits et réactifs	34
2.3. Méthodes	34
2.3.1. Enquêtes réalisées	34
2.3.2. Protocole d'échantillonnage	34
2.3.3. Analyses des échantillons de laits collectés	36
2.3.4. Analyses des échantillons d'eau d'abreuvement et de nettoyage	41
2.3.5. Analyses fourragères	41
2.3.6. Calcul des autres paramètres	41
2.3.7. Analyses statistiques des données	41

III/.Résultats et discussion

3.1. Chapitre 1. Analyse descriptive des fermes étudiées et typologies des élevages	43
3.1.1. Assiette foncière	43
3.1.2. Analyse des troupeaux enquêtés	44
3.1.3. Caractérisation des exploitants	45
3.1.4. Analyse des pratiques d'élevage	47
3.1.5. Typologies des élevages considérés	51
3.2. Chapitre 2. Caractérisation des pratiques d'élevage	59
3.2.1. Pratiques hygiéniques	59
3.2.2. Pratiques alimentaires	61
3.2.3. Qualité nutritionnelle des aliments destinés aux vaches laitières	64
3.2.4. Qualité de l'eau à la ferme	66
3.2.5. Comptages en cellules somatiques des laits individuels	68
3.3. Chapitre 3. Qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait produit	70
3.3.1. Qualité physico-chimique	70
3.3.2. Qualité microbiologique	77
3.3.3. Evaluation de l'évolution de la qualité globale du lait cru à différents niveaux de la filière laitière	84
3.4. Chapitre 4. Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait cru	89
3.4.1. Les laits des fermes	89
3.4.2. Les laits au niveau des citernes	101
Conclusion générale	109
Références Bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION GENERALE

Le lait est un aliment d'une grande valeur nutritionnelle. C'est une source d'apport bon marché en protéines nobles et en calcium alimentaire. C'est l'un des rares produits qui a une composition équilibrée en nutriments de bases (glucides, lipides et protéides) et apporte aussi divers nutriments (acides aminés et acides gras essentiels, vitamines, macro et oligo-éléments) indispensables pour l'organisme dans ses différentes phases de développement. Cette richesse vaut au lait sa place stratégique qu'il occupe dans l'alimentation de la grande majorité de la population mondiale et l'autosuffisance en ce produit de première nécessité est un indicateur appréciable pour juger de « la bonne santé » économique d'un pays donné à travers les différentes régions du monde.

Dans ce registre, force est de constater tout de go que notre jeune pays n'arrive pas encore à satisfaire les besoins sans cesse croissants de sa population en lait produit localement et issu des espèces bovines (majoritairement) et des autres espèces (ovins, caprin et camelins) qui représentent environ 20 à 25% de la production totale.

Aujourd'hui, avec un cheptel estimé à 1,9 millions de têtes de bovins, dont près d'un million de têtes de vaches laitières, notre production nationale (toutes espèces confondues) en lait est estimée à 2,5 milliards de litres /an (assurée à 73% par un cheptel bovin laitier), alors que les besoins se chiffrent à plus de 4,5 milliards de litres/an, ce qui montre un déficit criard de près de 60% aggravé par un taux de collecte qui n'excède pas 34%. De ce fait, notre pays a recours chaque année à l'importation de poudre de lait pour combler le déficit, dont le montant représente plus du quart de la facture réservée aux importations (soit 800 millions de Dollars).

Cette contrainte quantitative n'est pas aisée à être surmontée car l'élevage bovin laitier demeure un type de spéculation difficile à gérer vu la diversité des paramètres qui lui sont liés et où l'apport insuffisant en cultures fourragères est loin de satisfaire les besoins alimentaires du cheptel national en quantité et en qualité.

De plus, la production nationale en lait cru, malgré sa constante évolution, souffre néanmoins d'une grande variabilité tant dans ses aspects hygiéniques que dans sa valeur nutritionnelle (qualité physico-chimique). Ces fluctuations engendrent des contraintes à sa commercialisation en lait frais ou à sa transformation technologique en produits dérivés (fromages, laits fermentés, yaourts, desserts lactés... etc).

Dans ce sens, si la politique incitative initiée par l'état pour encourager l'investissement dans le secteur de l'élevage a eu des retombées positives où les niveaux de production et de collecte ont été sensiblement améliorés dans certains élevages du pays, il n'en demeure pas

moins que les quelques études entreprises sur l'appréciation qualitative de cette production ont montré que le lait réceptionné aux niveaux des unités laisse souvent à désirer tant il se trouve parfois très chargé en germes mésophiles totaux et présente des teneurs en protéines et en matières grasses, se situant en deçà des normes requises.

Partant de là, nous nous sommes proposés de mener des investigations pour mieux appréhender ces difficultés sur le terrain et essayer de situer les niveaux critiques de détérioration de la qualité du lait en suivant l'acheminement de ce dernier depuis la traite jusqu'aux unités de transformation.

Pour cela, nous avons ciblé la région médio-septentrionale d'Algérie où un certain de fermes d'élevages ont été identifiées et explorées afin d'essayer d'établir une relation entre les pratiques d'élevage et la qualité globale du lait produit.

Sur la base d'un certain nombre d'hypothèses élaborées, il s'agira dans la présente étude de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les conditions de production du lait cru dans la région d'étude ?
- Qu'elle est la détermination de la qualité globale (physico-chimique et nutritionnelle) du lait cru ?
- Quels sont les effets des pratiques d'élevage (pratiques hygiéniques et alimentaires) sur cette qualité ?
- Et enfin, quels sont les facteurs de risque associés à cette qualité (à la ferme, pendant le transport et à la laiterie) ?

I.Synthèse des données bibliographiques

1.1. Production laitière en Algérie

1.1.1. Données économiques

1.1.1.1. Evolution de la production laitière

En Algérie, le secteur laitier présente une dynamique très forte, liée aux conditions générales de l'évolution de la demande. Selon KACIMI EL HASSANI (2013), un accroissement notable de la production a été remarqué ces dernières années grâce aux efforts déployés par l'Etat dans le cadre du programme de développement de la production laitière, mais elle demeure insuffisante pour couvrir les besoins.

On estime aujourd'hui que 2,5 milliards de litres sont produits par an au niveau national (ANONYME 4, 2014). La production laitière bovine représente 73% du total produit. L'évolution de cette dernière est présentée dans le tableau I.

Tableau I : Evolution de la production laitière nationale (ANONYME 4, 2014).

Campagne agricole 2012/2013		Production de lait (× 1000 litres)	
		Production/trimestre	total
2012	4 ^e trimestre 2011	498 931	2 290 054
	1 ^{er} trimestre 2012	543 407	
	2 ^e trimestre 2012	679 819	
	3 ^e trimestre 2012	567 897	
2013	4 ^e trimestre 2012	543 448	2 494 403
	1 ^{er} trimestre 2013	602 396	
	2 ^e trimestre 2013	733 757	
	3 ^e trimestre 2013	614 802	

La production laitière a évolué durant ces campagnes successives d'environ 8%. Cette évolution n'est pas considérée comme importante en raison des fluctuations de la production qui atteint son maximum uniquement pendant les 2^{èmes} trimestres des 2 années successives (679819 et 733757 millions de litres). Ce qui coïncide avec les périodes d'abondance en fourrages verts (printemps).

Or, cette production est minimale au 4^e trimestre des deux années correspondant aux périodes automnales où la fourniture du fourrage vert est faible et l'alimentation est principalement composée de fourrages secs. La saisonnalité de la production est le résultat de l'effet conjugué des disponibilités alimentaires, des conditions climatiques et de la conduite de la reproduction.

Le maximum de production laitière est atteint durant le printemps ou haute saison, du mois de février à la mi-juin, période où l'alimentation est favorable et, dans une moindre mesure, en automne. Durant l'hiver, par contre, ou en période de basse saison, une grande

majorité des vaches est tarie alors qu'en été, les fortes chaleurs sont la cause principale des chutes de production (BELHADIA *et al*, 2014).

1.1.1.2. Effectifs de bovins et de vaches laitières

L'effectif des vaches laitières représente globalement 53% du total bovin. Son évolution fluctue entre 3% et 4% durant les campagnes agricoles qui se sont succédées depuis l'an 2009 jusqu'à 2013 (tableau II).

Cette faible évolution est probablement due à la mauvaise conduite de la reproduction, ce qui ralentit le renouvellement du cheptel (intervalle vêlage-vêlage long) et à la réforme des vaches moins performantes, notamment, dans les périodes où l'alimentation devient insuffisante pour couvrir les besoins des vaches de haute performance de production afin de minimiser les pertes financières.

Tableau II: Evolution des effectifs de bovins et de vaches laitières (ANONYME 4, 2014).

Effectif (têtes) /année	Total VL	Total bovin
2009	882282	1682433
2010	915400	1747700
2011	940690	1790140
2012	966097	1843930
2013	1008575	1909455

La maîtrise de la reproduction est un facteur déterminant dans l'économie d'un élevage. En effet, la présence d'animaux qui ne se reproduisent pas augmente les charges de l'éleveur et empêche le renouvellement du troupeau de manière correcte (BELHADIA *et al*, 2009).

1.1.2. Circuits de collecte et transformation

1.1.2.1. Circuits de collecte

La collecte est le deuxième maillon de la filière, elle constitue la principale articulation entre la production et l'industrie laitière. La collecte était assurée jusqu'à 1995 par les ex-unités du groupe étatique (GIPLAIT). Ensuite, le délaissement partiel de l'activité de collecte au profit des collecteurs privés organisés autour des mini laiteries a induit le déclin de la collecte pour la période (1996-99) en raison de l'absence de consensus sur le prix de cession du lait cru (KACIMI EL HASSANI, 2013).

En effet, c'est à partir de 2001 que la collecte suscite un nouvel intérêt pour atteindre près de 700 millions de litres en 2012, suite aux incitations et aides pour l'ouverture de nouveaux centres de collecte et de l'augmentation de la prime de collecte.

La collecte du lait a connu une progression de 16% entre les deux années 2012 et 2013 (tableau III). Identiquement à la production laitière, elle est importante pendant la période printanière et faible au 3^e et 4^e trimestre correspondant aux périodes estivale et automnale des deux campagnes.

Tableau III : Evolution de la collecte de lait (ANONYME 4, 2014).

Campagnes agricoles 2012 et 2013		Collecte de lait (× 1000 litres)	
		collecte/trimestre	Total
2012	4 ^e trimestre 2011	135 609	700 985
	1 ^{er} trimestre 2012	163 723	
	2 ^e trimestre 2012	223 111	
	3 ^e trimestre 2012	178 541	
2013	4 ^e trimestre 2012	162 498	831 946
	1 ^{er} trimestre 2013	191 659	
	2 ^e trimestre 2013	250 801	
	3 ^e trimestre 2013	226 989	

En outre, le taux de collecte du lait demeure toujours faible par rapport à la production. Il était estimé à 17,47% en 2009 alors qu'il n'a pas dépassé 15% (14,62%) en 2008. Durant ces deux dernières années, il a atteint 30,6% (soit 701.10⁶ litres) en 2012 contre 33,4% (832.10⁶ litres) en 2013. Selon BELHADIA *et al* (2014), la collecte informelle est très présente et s'impose malgré tous les efforts déployés par les pouvoirs publics pour formaliser l'ensemble de ce segment.

DJERMOUN et CHEHAT (2012) ont rapporté que ce faible taux de collecte s'explique par les avantages que confère le recours à la poudre de lait importée. Les laiteries affichent leur désintéressement à aller vers la transformation du lait cru, car cette option est jugée économiquement non rentable. Ainsi, l'autoconsommation et la mise sur le marché informel restent très importantes.

La collecte organisée ou officielle dite « formelle » est faible et surtout irrégulière et saisonnière. L'industrie laitière en Algérie est restée longtemps propriété de l'Etat et n'a pas fait d'efforts particuliers pour favoriser la collecte locale (BOURBOUZE, 2003).

1.1.2.2. Circuits de transformation

Seulement le tiers de la production laitière bovine est valorisé sur les circuits industriels, dont près de 80% de ce lait collecté est valorisé sur les circuits de transformation du secteur privé. Ce dernier compte 139 unités sur un total de 153 laiteries conventionnées avec l'ONIL (Office National Interprofessionnel du Lait). Le dispositif de contractualisation pour la

livraison de ce produit concerne 1218 collecteurs, 32000 éleveurs couvrant un effectif de 227000 vaches laitières (ANONYME 1, 2013).

A certaines entreprises modernes, sont rattachés des centres de collecte munis de cuves réfrigérées mises à la disposition des éleveurs, ces centres disposent de sous traitants qui ont bénéficié des aides financières du Programme Nationale de Développement Agricole et qui ramassent le lait chez les petits éleveurs à l'aide de véhicules « pick-up » munis de cuves réfrigérées. La croissance de la demande se traduit par un développement galopant du secteur, en particulier à proximité de grands centres urbains.

La transformation du lait est destinée à la fabrication de lait pasteurisé, lait stérilisé, à Ultra Haute Température (UHT) et de dérivés de lait (yaourt, lait fermenté, beurre, fromage, desserts lactés... etc). Elle est assurée par des industries laitières publiques et privées implantées sur l'ensemble du territoire national, à proximité des grands centres de consommation.

D'après SRAÏRI (2013), la structure des produits laitiers algériens est de loin dominée par le lait en poudre (si écrémé ou du lait entier séché). Il est suivi par le fromage (une moyenne de 18900 tonnes par an, de 2006 à 2009) et enfin le beurre (un moyenne de 8840 tonnes par an au cours de la même période).

La consommation se trouve dépendante des importations de poudre de lait et dont la production locale de lait cru n'a jamais pu satisfaire cette demande. La consommation annuelle a connu une évolution de 81% depuis l'an 2000 pour atteindre 147 litres/habitant en 2013 et dont 80 litres sont assurés par la production nationale.

En effet, l'Algérie est le plus gros consommateur de lait et de produits laitiers au niveau maghrébin si on la compare aux tunisiens (83 litres) ou encore les marocains (64 litres) (KACIMI EL HASSANI, 2013).

1.1.3. Contraintes de développement de la filière laitière

L'élevage est très important dans le développement des pays, surtout pour les sociétés grandes consommatrices de protéines animales, spécialement le lait comme l'Algérie. Cependant, le développement du secteur de la production laitière nécessite d'abord de mettre en évidence les obstacles qui freinent son essor afin de pouvoir augmenter les productions (MUSALIA *et al*, 2007).

En Algérie, l'élevage bovin laitier continue d'être soumis à un ensemble de contraintes d'ordre technique, socio-économique et d'ordre structurel et organisationnel qui entravent son développement.

1.1.3.1. Contraintes d'ordre technique

L'alimentation constitue une contrainte de taille pour l'élevage bovin laitier. Les cultures fourragères sont loin de satisfaire les besoins alimentaires du cheptel national en quantité et en qualité. En effet, le taux de couverture se situe entre 75 et 80% des besoins alimentaires du cheptel algérien pour une offre estimée à 10 milliards d'unités fourragères en 2012 et un déficit énergétique annuel national qui se situe autour de 3 milliards d'unités fourragères (ANONYME 1, 2013). Les fourrages cultivés sont encore tributaires des aléas climatiques et peu maîtrisés.

Les vaches exotiques qui ont été introduites pour plus d'efficacité dans le domaine de la production laitière, sont encore coûteuses et plus difficiles à gérer. Ceci est dû à leur non adaptation aux conditions climatiques du pays et aux pratiques de conduite inadéquates au niveau des exploitations. Le rendement d'une vache Holstein par exemple peut arriver jusqu'à 12000 litres de lait/an, alors qu'en réalité on n'utilise que 30 à 40% de ce potentiel de production et ceci dans les meilleurs élevages algériens.

Le système de production continue de souffrir de la technicité limitée des éleveurs (par manque d'encadrement et de canaux de vulgarisation) (KAOUICHE, 2003 et KAOUICHE *et al*, 2012). En effet, méconnues, les pratiques d'élevage sont souvent considérées à tort comme peu performantes et inadaptées.

Les quantités de lait produites par nos élevages progressent d'année en année, mais elles sont restées en deçà des résultats attendus. La production laitière nationale a connu une augmentation durant la campagne 2012/2013 de 7,6% par rapport à la campagne précédente (ANONYME 4, 2014). Mais cet accroissement est plutôt le résultat d'une augmentation des effectifs des vaches laitières et non pas du rendement laitier au niveau des exploitations.

Cette situation est aggravée par l'inexistence presque du contrôle laitier, ce qui ne peut que gêner l'évaluation des performances effectives des élevages laitiers dans leur diversité.

1.1.3.2. Contraintes d'ordre socio-économique

La cherté de l'aliment pénalise quant à elle aussi lourdement le métier de l'éleveur puisque la botte de foin d'avoine est payée à 1000 Da et la paille à 700 Da.

L'intervention de l'Etat a porté essentiellement sur un élargissement du marché à travers le soutien des prix du lait à la consommation, rendant difficile la couverture des charges de sa production, ainsi que sur la mise en place des industries de transformation du lait et ses dérivés fonctionnant presque à 100% sur la base d'une poudre de lait anhydre importée à des prix concurrentiels sur le marché international (AMELLAL, 1995 et BENCHARIF, 2001).

L'Algérie se trouve actuellement dans une phase critique, face à une production locale insuffisante (BELHADIA *et al*, 2009), aggravée par de très faibles taux de collecte (33,4%) et d'intégration (15%) par rapport aux besoins de consommation et aussi au regard de la disponibilité (ANONYME 4, 2014).

1.1.3.3. Contraintes d'ordre structurel et organisationnel

Depuis une vingtaine d'années, l'Algérie accorde un intérêt stratégique au secteur laitier dans le but d'accroître la production laitière nationale. Ses politiques se classent dans deux principaux axes : l'un à travers les importations de génisses pleines estimées à 27000 têtes en 2012 (ANONYME 3, 2013) ainsi que la généralisation de l'insémination artificielle, et l'autre dans le soutien dans le programme de Renouveau Agricole et Rural de 2009 de la collecte.

Ceci à travers la création de nouvelles unités industrielles et l'octroi des primes : (i) à la production (12 Da/litre) avec 1 Da supplémentaire pour chaque gramme en plus de matière grasse au-delà de 34 g/l de lait produit, (ii) à la collecte (5 Da/litre) et, (iii) 5 Da/litre à la transformation industrielle pour intégration du lait collecté localement. Toutes ces mesures incitatives sont restées sans impact significatif du fait que l'élevage demeure extensif et peu productif.

Les plans laitiers adoptés n'ont pris en compte que l'aspect quantitatif de la production laitière, ils n'ont jamais intégré l'aspect hygiénique du lait. En effet, ce dernier est de qualité moyenne ou mauvaise affectant la transformation par les usines. Ajoutant à tout ça, la mauvaise répartition des centres de collectes et des usines de transformation autour des zones de production laitière.

1.2. Etat des principaux caractères du lait cru et normes de qualités

1.2.1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1908 par le congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant un 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 » (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

Par ailleurs, le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache dont la valeur énergétique est d'environ 700Kcal/l.

1.2.2. Propriétés physiques, chimiques et organoleptiques

1.2.2.1. Propriétés physiques

Les facteurs physiques les plus usuels pour déterminer la qualité du lait sont résumés dans le tableau IV.

Tableau IV: Constantes physiques du lait (MATHIEU, 1998).

Constantes	Valeurs
pH (à 20°C)	6,6 - 6,8
Acidité titrable (°D)	16 - 18
Densité (g/ml)	1,028 - 1,032
Température de congélation (°C)	(-0,53) - (-0,57)

1.2.2.1.1. pH et acidité titrable

Un lait frais normal est neutre ou à une tendance légèrement acide vis-à-vis de l'eau pure (pH=7 à 20°C). Son pH est compris entre 6,6 et 6,8 à une température de 20°C. Quant il y a une intervention des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui fait augmenter la concentration du lait en ions H_3O^+ et implique la diminution de son pH (MATHIEU, 1998).

L'acidité titrable est définie comme étant la quantité d'acide lactique obtenue après fermentation (ANONYME 6, 1986). Elle mesure à la fois le pH initial du lait et l'acidité développée après la traite par fermentation lactique. Cette acidité est exprimée en degrés DORNIC (°D) tel que : $1^{\circ}D = 0,1g$ d'acide lactique par litre de lait.

Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités titrables différentes et inversement. Ce qui veut dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration.

1.2.2.1.2. Densité

La densité est définie comme étant le quotient d'un certain volume du lait sur le même volume d'eau (MATHIEU, 1998). Ce rapport doit se faire à température et pression constantes (ANONYME 6, 1986). Les valeurs moyennes des laits de grand mélange sont voisines de 1,030g/ml (MATHIEU, 1998).

Elle est également liée à la richesse en matière sèche. Donc un lait pauvre en matière sèche à une densité faible.

1.2.2.1.3. Température de congélation

Le point de congélation du lait est l'une des caractéristiques physiques les plus constantes (MATHIEU, 1998). Sa mesure permet une approche de l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait (LUQUET, 1985). Le point de congélation du

lait est légèrement inférieur à celui de l'eau qui est de - 0,52 (GRY, 2003). Le mouillage le rapproche de 0°C.

1.2.2.2. Composition chimique

Le lait est un aliment qui a un apport important et équilibré en nutriments de base (glucides, protéines et lipides). C'est la principale source de calcium alimentaire pour l'organisme humain. Il apporte aussi à des teneurs appréciables des vitamines liposolubles et hydrosolubles, ainsi que des sels minéraux.

Du fait de leur teneur naturellement élevée en calcium, les experts ont fait du lait et de ses dérivés (laits fermentés et fromages) un groupe d'aliments à part entière.

Les teneurs moyennes en ses principaux groupes de constituants sont illustrées dans le tableau V. Les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à une autre en fonction de la race de l'individu, la période de lactation, l'âge de l'animal, la saison ainsi que l'alimentation (CAROLE, 2002).

1.2.2.2.1. Eau

C'est de loin le composé le plus abondant. Elle joue un rôle très important dans le lait. Elle conditionne l'état physique des autres constituants. Elle favorise aussi le développement microbien lorsqu'elle est disponible dans les aliments (DIONE, 2000).

1.2.2.2.2. Glucides

Dans le lait de vache, les glucides sont représentés essentiellement par le lactose ou galactosido1-4glucose, constituant le plus abondant après l'eau, il est synthétisé dans les glandes mammaires. C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée, peu soluble qui possède un groupement réducteur.

Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et en galactose puis transforment ses hexoses en acide lactique (PILET *et al*, 2005).

1.2.2.2.3. Matière grasse

Elle est sous forme de globules gras sphériques (AMIOT *et al*, 2002), visibles au microscope optique en émulsion dans la phase aqueuse du lait (CARTIER et CHILIARD, 1984). Le diamètre du globule gras du lait de vache est variable de 4 à 5 µm. Ce diamètre diminue du début à la fin de la lactation tandis que le nombre de globules gras augmente au cours d'une traite (COLLOMB *et al*, 2006).

La teneur en matière grasse du lait de vache varie entre 3,3 et 4,7% suivant la race, le stade de lactation, la saison, etc... (JEANTET *et al*, 2007). La matière grasse est composée de lipides, principalement de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et d'une fraction

insaponifiable (1%), constituée d'une grande partie de cholestérol et de β carotène (AMIOT *et al.*, 2002).

Les lipides du lait renferment plus de 400 acides gras différents, avec une proportion importante d'acides gras saturés (65 à 70%), une concentration intéressante d'acides gras mono-insaturés (27 à 33%, acide oléique essentiellement) et une teneur relativement faible d'acides gras poly-insaturés (3,5 à 5%), avec environ 4 fois plus d'oméga 6 que d'oméga 3 (LINDEN et LORIENT, 1994).

Tableau V : Composition chimique moyenne du lait de vache (MATHIEU, 1998).

Constituants	Composition (grammes/ litre)
Constituants minéraux :	
Eau	902
Constituants salins minéraux	6,9
Gaz dissous	0,1
Constituants organiques :	
Constituants salins organiques	1,7
Lactose	49
Matière grasse	38
Protéines ou constituants azotés protéiques :	32
-caséines	26
-protéines dites solubles (globulines, albumines)	6
Constituants azotés non protéiques	1,5
Extrait sec total	125-130
Extrait sec dégraissé	90-96
Autres constituants (vitamines et enzymes).	Traces

1.2.2.2.4. Matière azotée totale

La matière azotée est constituée de l'azote protéique (AP) et de l'azote non protéique (ANP). L'ANP ne représente que 3 à 7% de l'azote total dont 36 à 80 % d'urée (POUGHEON et GOURSAUD, 2001). Une partie de l'ANP résulte d'une dégradation des protéines.

Ce groupe est composé essentiellement d'acides aminés libres et des peptides de très courte chaîne. La teneur en matières azotées totales du lait de vache est variable entre 30 et 35 g/litre (LINDEN et LORIENT, 1994). Les matières azotées protéiques se répartissent en deux fractions distinctes.

1.2.2.2.4.1. Les caséines

Elles précipitent à pH 4,6 et représentent plus de 75 % du total azoté du lait (LINDEN et LORIENT, 1994). Il s'agit d'une substance hétérogène même si elle a été longtemps considérée comme une protéine pure et homogène en raison de la constance de sa

composition élémentaire (CAYOT et LORIENT, 1998). Les caséines constituent du point de vue nutritionnel une source très importante d'acides aminés non synthétisés par l'organisme, de calcium et de phosphore (JEANTET *et al*, 2007).

Elles résistent aux traitements thermiques intenses mais sont très sensibles à l'action des enzymes. Plus la teneur en caséines augmente, plus l'aptitude du lait à la transformation fromagère est meilleure (JEANTET *et al*, 2007). D'ailleurs, les caséines ont été toujours recherchées aussi bien pour leurs propriétés fonctionnelles que pour les activités biologiques de leurs peptides.

1.2.2.2.4.2. Les protéines du lactosérum

Les protéines sériques, solubles à pH 4,6, représentent environ 20% des protéines totales. Les deux principales sont la β -lactoglobuline (45%) et l' α -lactalbumine (25%). Les autres protéines du sérum sont la bovine sérulalbumine, les immunoglobulines d'origine sanguine, la lactoferine et différentes enzymes (MAHAUT *et al*, 2003).

Les protéines sériques présentent une grande valeur nutritionnelle et sont plus équilibrées en acides aminés essentiels que les caséines (RACOTTA, 1978). Il s'agit principalement des acides aminés soufrés et de la lysine (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

1.2.2.2.5. Matière minérale

Bien que mineure dans la composition du lait, la fraction minérale est très importante tant du point de vue structural que nutritionnel et technologique. Ils interviennent dans la structure et la stabilité des micelles de caséines.

Du point de vue nutritionnel, le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme et notamment, le calcium et le phosphore (BRULE, 1987). Par ailleurs, en technologie fromagère, les caractéristiques rhéologiques des fromages dépendent étroitement de la rétention de ces mêmes éléments dans le caillé (JEANTET *et al*, 2007).

Les matières minérales ne sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions). Une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (Micelles de caséines) (NEVILLE *et al*, 1995). En effet, l'affinité relative des constituants protéiques et non protéiques est responsable de la répartition des éléments minéraux entre ces deux phases du lait (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

Les principaux macroéléments rencontrés dans le lait sont: le calcium, phosphore, magnésium, potassium, sodium et chlore (NEVILLE *et al*, 1995).

Cette composition minérale est variable selon les espèces et les races (BRULE, 1987). La teneur en calcium et en phosphore est plus élevée chez la normande que chez la Frisonne ou bien la Prim'Holstein (POUGHEON et GOURSAUD, 2001). Mais peu influencée par

l'alimentation bien que des différences aient été observées pour le citrate selon ces mêmes auteurs. En revanche, des variations importantes ont été mises en évidence au cours de la lactation ou lors de troubles pathologiques (lait de mammites) (MATHIEU, 1998 ; JEANTET *et al*, 2007).

En effet, selon MATHIEU (1998), le colostrum étant plus riche en caséines, contient deux fois plus de calcium et de phosphore que le lait normal. La teneur en potassium diminue pendant la lactation ; celle du sodium évolue en sens inverse. Quant au lait mammitique, il renferme des teneurs élevées en sodium et en chlorure tandis que les concentrations en calcium et potassium diminuent.

Le lait renferme également de nombreux oligoéléments qui, bien que présents en quantités infimes, leur intérêt nutritionnel pour l'homme est néanmoins capital. Ils jouent un rôle important dans les fonctions hormonales et enzymatiques. Ils peuvent toutefois être toxiques au-dessus d'une certaine concentration (MATHIEU, 1998). Deux d'entre eux, le fer et le cuivre, ont été plus particulièrement étudiés. Leur importance étant à la fois d'ordre nutritionnel car indispensables à l'organisme humain et technologique puisqu'ils catalysent l'oxydation de la matière grasse et contribuent ainsi au développement de saveurs indésirables dans le lait ou ses dérivés (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

1.2.2.2.6. Autres constituants

1.2.2.2.6.1. Vitamines

Le lait et ses dérivés sont des sources intéressantes en vitamines A, B₂ et B₁₂ et dans une moindre mesure en vitamines B₁ et B₆ (REMOND et JOURNET, 1987). Leurs structures très variées est en rapport étroit avec les enzymes car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

D'après MATHIEU (1998), un litre de lait de vache couvre totalement ou dans une très large mesure les besoins journaliers de l'être humain en cinq types de composés indispensables (vitamines A, B₁, B₂, B₁₂ et acide folique).

Dans le lait des ruminants, seules les vitamines liposolubles (A, D, E et K) sont d'origine alimentaire et les conditions de vie de l'animal exercent une influence sur les teneurs vitaminiques du lait. Les productions estivales offrent selon POUGHEON et GOURSAUD (2001) un plus grand intérêt que les laits de stabulation. Au contraire, la vitamine C offre un taux relativement constant en raison de sa synthèse régulière dans l'épithélium intestinal.

1.2.2.2.6.2. Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs (BLANC, 1982). Une grande partie se trouve dans la membrane des

globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes, ce qui rend la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs pas facile.

Selon GOT (1971) cité par DEBRY (2001), ces enzymes peuvent jouer des rôles très importants selon leurs propriétés :

- Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipases et protéases) ;

- Rôle antibactérien, elles protègent le lait (lactoperoxydases et lysozyme) ;

- Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes) et d'espèce (test de la xanthine –oxydase pour détecter le lait de vache dans le lait de chèvre).

1.2.2.3. Propriétés organoleptiques

Le lait de vache est un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté (POUGHEON et GOURSAUD, 2001), ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β carotène de sa matière grasse. Le lait est deux fois plus visqueux que l'eau, à saveur légèrement sucrée et odeur accentuée. Il a une faible tension superficielle et mousse abondamment lorsqu'il est agité (VEISSEYRE, 1979).

1.2.3. Aspects microbiologiques liés à l'acceptation ou au rejet du lait

Le lait est un excellent milieu de culture pour de nombreux types de micro-organismes, comme rapporté par plusieurs auteurs (MICHEL *et al*, 2001 ; BONY *et al*, 2005 ; CHATTERJEE *et al*, 2006 ; VERDIER-METZ *et al*, 2009 ; LINGATHURAI et VELLATHURAI, 2010 ; GABBI *et al*, 2013).

Il est bien admis que l'écosystème microbien des laits est un système complexe et non pas seulement un répertoire de germes aux fonctions uniques et juxtaposables. Les micro-organismes présents dans le lait ont été historiquement utilisés pour sa transformation et sa conservation que ce soit en lait fermenté ou en fromages. Ainsi, la flore naturelle du lait, au départ principal facteur de sa dégradation, a été sollicitée pour ses propriétés acidifiante, protéolytique, lipolytique et aromatique.

Au delà de la présence plus ou moins importante de telle ou telle flore, l'équilibre entre les flores a aussi des effets sur la technologie, les caractéristiques organoleptiques et même sur les risques sanitaires.

1.2.3.1. Répartition des principaux microorganismes du lait

Les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance en deux grandes classes comme indiqué dans le tableau VI.

Tableau VI : Flore microbienne du lait (LEYRAL et VIERLING, 2001).

Flore originelle ou endogène		Flore de contamination	
Flore habituelle	Provenant d'un animal porteur sain ou malade	Indicateurs de contamination	Flore pathogène
- <i>Microcoque</i> - <i>Lactobacilles</i> - <i>Streptocoques lactiques</i>	- <i>E.coli</i> - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Streptococcus</i> - <i>Corynebacterium</i> - <i>Brucella abortus</i> - <i>Mycobacterium bovis</i>	- Coliformes - Clostridies - Streptocoques fécaux - Levures - Moisissures	- <i>Salmonella Sp</i> - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Clostridium perfringens</i> - <i>Compylobacter jejuni</i> / <i>E.coli</i> - <i>Bacillus cereus</i> - <i>Listeria monocytogenes</i>

1.2.3.1.1. Flore indigène ou originelle

Le lait cru issu d'une femelle en bonne santé et qu'il soit prélevé dans des conditions aseptiques, contient normalement un faible taux de flore (inférieur à 1000 ufc/ml). Cette flore initiale constitue la flore biologique du lait (indigène ou originale) (MAHAUT *et al*, 2000).

Son taux dépend de l'état sanitaire de la vache, des conditions de traite et de stockage à la ferme (GRAN *et al*, 2002 ; BONFOH *et al*, 2003 ; SRAÏRI *et al*, 2009). Cette charge peut augmenter jusqu'à 100 fois ou plus quand ce lait est stocké pendant un certain temps à des températures ambiantes (RICHTER *et al*, 1992).

1.2.3.1.2. Flore de contamination

C'est l'ensemble de microorganismes ajoutés au lait de la traite jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération ou bien d'une flore pathogène.

1.2.3.1.2.1. Flore d'altération

La flore d'altération peut causer des défauts sensoriels de goûts, d'arôme, d'apparence ou de texture, ce qui influence négativement la durée de vie du produit laitier (VIGNOLA, 2002). Elle renferme les flores : coliforme, psychrotrophe, lactique, thermorésistante et fongique.

1.2.3.1.2.1.1. Flore coliforme

Il s'agit des entérobactéries qui fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C. Ce groupe comprend principalement les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* et *klebsiella*. Parmi eux, les bactéries thermotolérantes (coliformes fécaux) qui sont capables de se développer à 44°C et sont constitués d'une flore plus spécifique de la contamination fécale que les coliformes totaux (VERNOZY-ROZAND, 2005).

1.2.3.1.2.1.2. Flore psychrotrophe

Elle altère le lait par ses propriétés lipolytiques et protéolytiques. Cette flore est composée surtout de *Pseudomonas* : *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, *Alteromonas putrefaciens* (SANTANA *et al*, 2004).

1.2.3.1.2.1.3. Flore lactique

Il s'agit des bactéries qui produisent de l'acide lactique par voie fermentaire et donnent des produits laitiers fermentés (PILET *et al*, 2005).

Elles sont à ce titre généralement classées dans les flores d'intérêt technologique, ce qui ne doit cependant pas occulter leur implication dans les phénomènes d'altération de certaines denrées alimentaires (STILES et HOLZAPLEF, 1997).

1.2.3.1.2.1.4. Flore thermorésistante

Cette flore est sporulée, elle résiste à la pasteurisation et peut provoquer des gonflements avec défauts de goût. Par exemple : *Clostridium tyrobutyricum* qui libère de l'acide butyrique et du gaz, *Brochothrix Thermosphaeta* donne de mauvais goûts (DELARRAS, 2007).

1.2.3.1.2.1.5. Flore fongique

Elle peut être utile ou indésirable en industrie alimentaire. Elle peut servir comme agent d'aromatisation. Par contre, d'autres peuvent avoir des effets néfastes dans le lait et ses dérivés (BOUIX et LEVEAU, 1988).

1.2.3.1.2.2. Flore pathogène

Les germes les plus souvent évoqués sont les mycobactéries, *Brucella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, les entérobactéries, parmi lesquelles les *Escherichia coli* producteurs de toxines et *Salmonella* (VERNOZY-ROZAND, 2005).

D'autres micro-organismes pathogènes peuvent être rencontrés dans le lait et les produits laitiers, parmi lesquels *Mycobacterium bovis* et *Mycobacterium tuberculosis* (WADDELL *et al*, 2008), *Yersinia enterocolitica* (SIMONET et CATTEAU, 2005) et *Coxiella burnetii* (RODOLAKIS, 2009), *Campylobacter jejuni* (FEDERIGHI *et al*, 2005), *Streptococcus agalactiae*, *Bacillus cereus* (NGUYEN-THE et CARLIN, 2005), les moisissures productrices de toxines et les virus (BRISABOIS *et al*, 1997). Le risque pour le consommateur dépend souvent de la souche en présence.

1.3. Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production

Plusieurs facteurs sont à l'origine des variations de la qualité globale du lait cru (SUTTON, 1989 ; RAHALI et MENARD, 1991 ; COULON *et al*, 1995 ; SORYAL *et al*,

2004 ; MILLOGO *et al*, 2008). Ces facteurs, séparés en deux grands types sont illustrés dans la figure 1.

Il s'agit, d'une part, des facteurs intrinsèques (facteurs génétiques, stade de lactation, âge et état sanitaire) et d'autre part, des facteurs extrinsèques (saison, alimentation, traite...).

1.3.1. Facteurs intrinsèques

1.3.1.1. Facteurs génétiques

Les facteurs génétiques agissent davantage sur la composition chimique du lait que sur la quantité produite. Le coefficient d'héritabilité des teneurs en matières grasses et en protéines varie de 0,45 à 0,70 ; alors que celui de la quantité de lait est de l'ordre de 0,25 (COULON *et al*, 1988).

Une sélection sur les taux est donc relativement efficace dans la limite de leur plage de variation. Elle est plus efficace sur le taux butyreux selon COULON *et al* (1988) et PALMQUIST *et al* (1993) que sur le taux protéique.

D'une manière générale, les races les plus laitières présentent des taux butyreux et protéiques les plus faibles. Ce qui justifie le choix des éleveurs qui se détournent des races ayant un lait riche au profit de celles ayant une production élevée.

Le choix d'une race reposant sur un bilan économique global qui tient compte de la composition du lait mais aussi des critères de fertilité ou de l'aptitude bouchère. Ainsi la race frisonne Pie Noire conserve sur la Normande un net avantage économique (BARILLET *et al*, 1987).

1.3.1.2. Stade de lactation

C'est un facteur de variation majeur de la composition chimique du lait (SCHULTZ *et al*, 1990 ; COULON et REMOND, 1991 ; PALMQUIST *et al*, 1993 ; WALKER *et al*, 2004 ; BONY *et al*, 2005 ; MILLOGO *et al*, 2008 ; SRAÏRI *et al*, 2009).

Une corrélation positive existe entre la teneur en matières grasses du lait et le stade de lactation d'un troupeau. Cette liaison est considérée comme un processus de dilution en raison d'une baisse dans les quantités de lait produites (SRAÏRI *et al*, 2009).

Dans un essai conduit par SCHULTZ *et al* (1990) sur 107000 lactations de vaches Holstein, il a été observé que les teneurs du lait en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à celle de la quantité de lait sécrétée avec une différence entre les concentrations mensuelles minimales et maximales de matières grasses et de protéines en moyenne de 7 g/kg.

C'est au cours de la période colostrale que l'évolution journalière de la composition du lait est la plus forte, en particulier pour les protéines. Cependant, NG-KWAI-HANG *et al*

(1982) ont signalé que ces matières protéiques du lait des vache de type Holstein ont augmenté avec le stade de lactation et ceci en raison de leurs pics marqués.

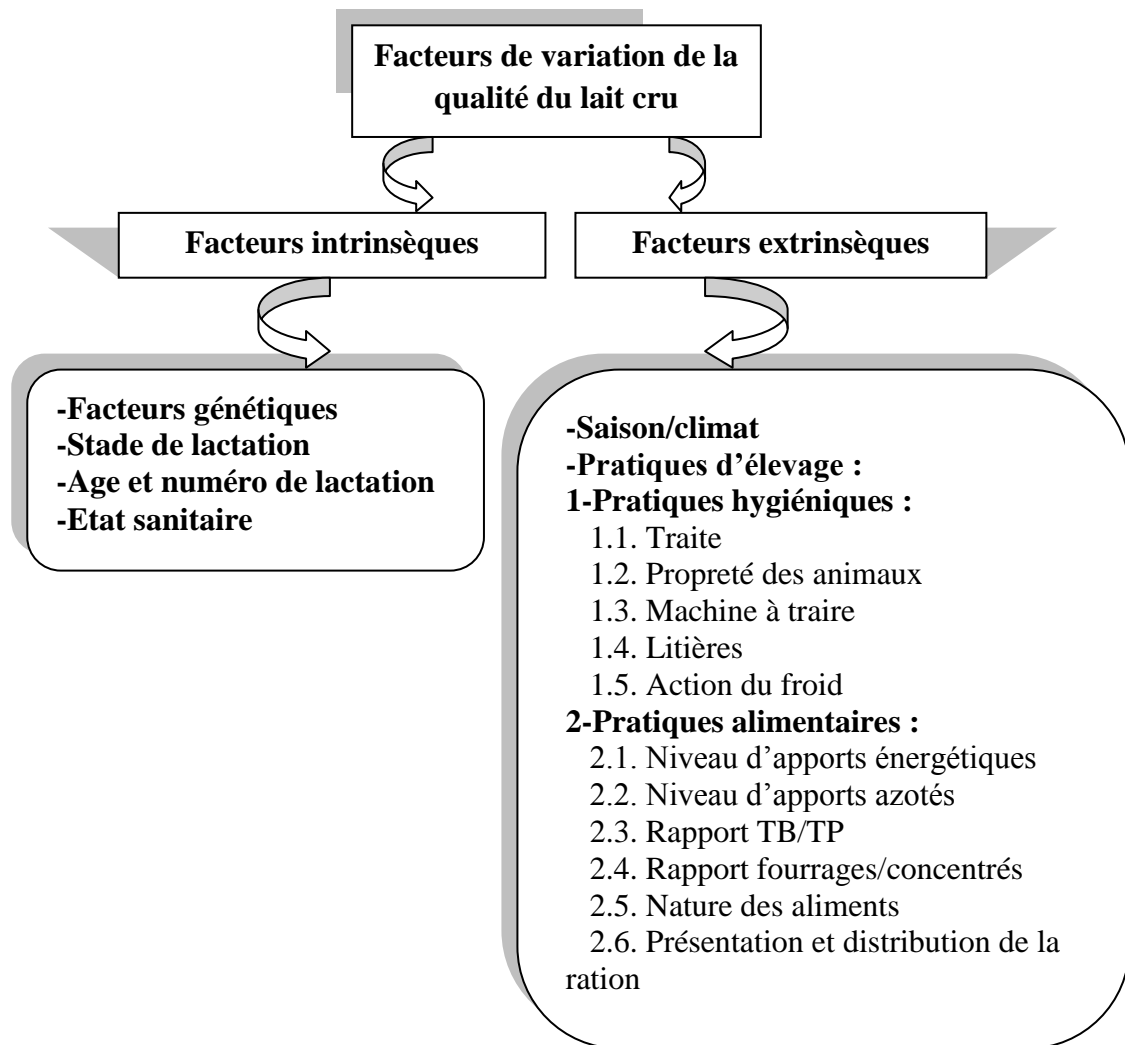


Figure 1 : Schéma récapitulatif des principaux facteurs de variation de la qualité du lait cru.

1.3.1.3. Age et numéro de lactation

L'effet de l'âge ou du numéro de lactation est difficile à mesurer. On considère souvent que le vieillissement des vaches entraîne un appauvrissement de leur lait. En fait, au cours des quatre premières lactations de 61 vaches, la composition du lait varie très peu (COULON *et al*, 1985 cité par HAUWUY, 1996).

L'appauvrissement semble apparaître pour les lactations de rang élevé, et ce d'autant plus que l'état de la mamelle aura été dégradé sous l'effet cumulé des mammites.

1.3.1.4. Etat sanitaire

D'une manière générale, les troubles sanitaires lorsqu'ils affectent la production laitière, peuvent modifier indirectement la composition du lait (MILLOGO *et al*, 2008). Lorsqu'il y a infection mammaire, les cellules de l'épithélium sécrétoire peuvent être altérées et détruites et

la perméabilité vasculaire et tissulaire peut être augmentée. Ces deux phénomènes entraînent une diminution de la capacité de synthèse et un passage accru dans le lait d'éléments venant du sang (SERIEYS *et al*, 1987).

En effet, des numérations cellulaires élevées associées à des teneurs en lactose et à des proportions en caséines dans les protéines totales plus faibles ont été observées dans les études menées par COULON *et al* (2002) et par BONY *et al* (2005).

La teneur en protéines totales issues du lait mammitique est constante voire plus élevée selon SERIEYS *et al* (1987). Une baisse de la teneur en caséine et une augmentation de la teneur en protéines solubles ont été aussi constatées. La composition de la matière grasse est également modifiée d'après ces mêmes auteurs, le taux des acides gras libres et notamment des acides gras à chaînes longues augmente, alors que celui des phospholipides diminue.

Les mammites constituent la pathologie la plus fréquente et la plus coûteuse rencontrée en élevage laitier (SEEGERS *et al*, 2003). A cet égard, les infections subcliniques sont responsables d'environ 80 % de l'ensemble des pertes économiques associées aux mammites, liées à une réduction de la production et de la qualité du lait, ainsi qu'aux coûts de traitements et de préventions (SEEGERS *et al*, 2003 ; SHIM *et al*, 2004 ; PETROVSKI *et al*, 2006).

Les *Staphylococcus aureus* sont fréquemment associés avec les mammites subcliniques dans les élevages bovins laitiers (ADESIYUN *et al*, 1998 ; CAPURRO *et al*, 2010). Ils sont dangereux à cause de leurs effets néfastes sur la santé et le bien être de l'animal ainsi que leur capacité de transmission potentielle de l'animal vers l'Homme et vice-versa (PETON et LE LOIR, 2014).

En effet, c'est les numérations cellulaires individuelles qui permettent de mieux juger du niveau de mobilisation leucocytaire (arrivée de globules blancs dans la mamelle en réaction à une infection) (NOORDHUIZEN *et al*, 1987).

1.3.2. Facteurs extrinsèques

1.3.2.1. Période de l'année (saison/climat)

La composition chimique du lait varie au cours de l'année. Une fois éliminés les effets du stade de lactation et de l'alimentation, les taux butyreux et protéique apparaissent les plus faibles en été et plus élevés en hiver (COULON *et al*, 1991). Cet effet de dilution des matières est lié à la photopériode et aux modifications hormonales (prolactinémie notamment) qu'elle entraîne.

La température ne semble pas avoir d'effet direct sur la production et la composition du lait dans la gamme (0 et 25°C). Les effets indirects de la température peuvent cependant être

importants (augmentation des besoins en eau, effet sur la valeur alimentaire de l'herbe, ect....).

Une forte augmentation des numérations cellulaires est fréquemment observée en période estivale (COULON et LILAS, 1988 ; DUBEUF, 1995 ; AGABRIEL *et al*, 1995 ; BONY *et al*, 2005). Les conditions estivales sont des indicateurs de situations d'infections sub-cliniques (BONY *et al*, 2005). Des niveaux élevés de bactéries dans le lait cru peuvent nuire à la qualité et la durée de conservation du lait même s'il est pasteurisé (SCHUKKEN *et al*, 2003 ; JAYARAO *et al*, 2006).

Les résultats obtenus par SRAÏRI *et al* (2009), ont montré des charges moyennes en microorganismes inférieures durant les mois les plus froids ou les plus secs (octobre-novembre-décembre-janvier et juin).

En zone à Comté, BOUTON *et al* (2005) et (2006) ont indiqué que la flore varie qualitativement et quantitativement d'une saison à l'autre. Par exemple, les flores psychrotrophes, entérocoques, propioniques et les lactobacilles hétérofermentaires facultatifs sont à un niveau deux fois plus élevé en hiver qu'en été. Les auteurs expliquent ces variations par les pratiques d'élevages et notamment, l'utilisation du foin, la promiscuité (type de stabulation) et l'hygiène (propreté des sols, nature des revêtements). Ces conclusions ont été confirmées par l'étude de NORMAND *et al* (2007).

1.3.2.2. Effets des pratiques d'élevage

De nombreux éléments de la conduite du troupeau, tels que l'alimentation ou les pratiques de traite interviennent simultanément sur la composition en taux butyreux et protéique et sur la qualité hygiénique du lait (AGABRIEL *et al*, 1995 ; MICHEL *et al*, 2001 ; VERDIER-METZ *et al*, 2009 ; GABBI *et al*, 2013).

Cependant, l'étude des relations entre l'évolution des critères de qualité et l'ensemble des facteurs qui les influencent permet de définir des améliorations à apporter à la conduite d'élevage.

1.3.2.2.1. Influence des pratiques hygiéniques

Le lait cru dans les cellules de la glande mammaire est stérile (TOLLE, 1980). Mais il constitue un écosystème pouvant abriter une importante diversité microbienne. Les trois principaux réservoirs potentiels en contact direct avec le lait sont les trayons de l'animal (BRISABOIS *et al*, 1997 ; MICHEL *et al*, 2001 ; NORMAND *et al*, 2007 ; VERDIER-METZ *et al*, 2012), la machine à traire (SEVI *et al*, 1998 ; LEYRAL et VIERLING, 2001 ; SEVI *et al*, 2003 ; MENARD *et al*, 2004 ; MICHEL *et al*, 2006 ; GUY et VIERLING, 2007)

et l'air ambiant du lieu de traite (SEVI *et al*, 1998 ; SEVI *et al*, 2003 ; MENARD *et al*, 2004 ; VACHEYROU *et al*, 2011).

Ces écosystèmes sont situés aux croisements des multiples influences environnementales et des flux microbiens présents dans les fermes, et semblent donc être des facteurs majeurs de la qualité microbiologique des laits crus (VERDIER-METZ *et al*, 2009).

1.3.2.2.1.1. Pratiques de traite

Les pratiques hygiéniques, notamment autour de la traite constituent un facteur principal de variation de la qualité de ce produit (MICHEL *et al*, 2001 ; VERDIER-METZ *et al*, 2009) et peuvent influencer la qualité microbiologique du lait cru (BOUTON *et al*, 2005 ; VACHEYROU *et al*, 2011).

Les pratiques d'hygiène mises en place lors de la préparation des animaux à la traite ont pour objectif de diminuer la charge microbienne présente en surface des trayons afin de réduire la contamination du lait par les germes indésirables. L'importance de cette préparation a largement été démontrée dans l'étude de CHATELIN et RICHARD (1981).

La composition microbienne d'un lait cru est souvent caractéristique de l'exploitation. Cette particularité est probablement liée en partie aux pratiques de traite réalisées dans chaque ferme (MICHEL *et al*, 2001 ; VERDIER-METZ *et al*, 2009 ; MONSALLIER *et al*, 2012).

L'élimination des premiers jets est une opération qui permet, d'une part, d'éliminer le lait particulièrement riche en germes, se trouvant directement au-dessus du canal du trayon et dans la citerne du trayon, et d'autre part, de contrôler la qualité du lait, en vérifiant la présence de signes cliniques de mammite. MTAALLAH *et al* (2002) rapportent que l'absence de l'élimination des premiers jets avant la mise en place des gobelets-trayeurs représente un facteur de risque des mammites sub-cliniques.

D'après HAUWAY, (1996), la production laitière varie d'un jour à l'autre d'environ 5 à 6%, essentiellement en raison des conditions de traite. Pendant la traite, 10 à 20% du lait présent dans la mamelle ne peut pas être extrait (lait résiduel). Ce lait est très riche en matières grasses car les globules gras s'écoulent lentement dans les canaux.

Le taux butyreux augmente ainsi constamment au cours de la traite (de 10 g/kg dans les premiers jets à 100 g/kg à l'égouttage (HAUWAY, 1996). Les taux de protéines et de lactose varient très peu au cours de la traite.

L'intervalle entre deux traites modifie la composition du lait et particulièrement le taux butyreux. Celui-ci est d'autant plus élevé à la traite du soir par rapport à celle du matin que l'intervalle entre les deux traites est plus court. Le taux protéique est cependant un peu plus élevé le soir que le matin.

Les travaux de DESMASURES et GUEGUEN (1997) ; MICHEL *et al*, (2001) ont lié les niveaux de plusieurs flores présentes dans les laits analysés aux pratiques de chaque ferme. Les *Pseudomonas* par exemple semblent être fortement liés au nettoyage de la machine à traire et les flores lactiques à l'animal ou à la ration (DESMASURES et GUEGUEN, 1997).

La persistance de certains génotypes issus de la même ferme tout au long de l'année renforce l'idée d'un lien entre la composition de la flore du lait cru et les pratiques appliquées selon ces mêmes auteurs.

Une étude réalisée dans 16 fermes bovines de Franche-Comté, a montré que la majorité des espèces bactériennes recensées dans le lait avait pour origine l'environnement de la salle de traite (air, nourriture utilisée pendant la traite, trayons) (NORMAND *et al*, 2007).

1.3.2.2.1.2. Propreté des animaux

La peau des trayons a été décrite comme étant le premier réservoir de diversité microbienne que peut être trouvée dans le lait pendant la traite (GOURSAUD, 1987; MICHEL *et al*, 2001 ; VERDIER- METZ *et al*, 2009). La propreté des animaux dans les élevages laitiers est indispensable pour assurer une production laitière hygiénique, une bonne qualité de peau et le bien-être de l'animal (RUUD *et al*, 2010 ; HAUGE *et al*, 2012) et par conséquent, une bonne thermorégulation (RUUD *et al*, 2010).

Les niveaux et la qualité de la flore microbienne présente en surface des trayons sont principalement associés aux conditions dans lesquelles évoluent les animaux. La variabilité de cette charge microbienne entre les animaux d'une même exploitation est également étudiée en prenant en compte la morphologie de la mamelle et des trayons (MONSALLIER *et al*, 2009).

1.3.2.2.1.3. Machine à traire

La majorité des matériaux en contact avec un fluide naturel peut rapidement être recouverte de bactéries (PRIGENT-COMBARET *et al*, 1999). C'est le cas des surfaces humides des équipements laitiers tels que la machine à traire (DEVOYOD *et al*, 1987 ; CARPENTIER et CERF, 1993 ; WONG et CERF, 1995 ; DAVID et HUET, 2001).

Le passage du lait dans la machine à traire contribue à son enrichissement en flores par les biofilms développés à sa surface (CHATELIN et RICHARD, 1981). Donc, il convient de noter que ce type d'organisation en biofilms confère aux bactéries y participant des propriétés particulières et notamment une résistance plus grande aux traitements détergents et désinfectants (PRIGENT-COMBARET *et al*, 1999). Particulièrement en cas de défauts d'entretien et /ou de lavage, les biofilms de la machine à traire peuvent être des sources de flores d'altération voire pathogènes.

1.3.2.2.1.3.1. Influence de la conception et des matériaux de la machine à traire

Une installation de traite comprenant de grandes longueurs de canalisations à plus de risques d'apporter un grand nombre de germes dans le lait car la surface de contact et donc de contamination ou d'ensemencement augmente (MICHEL *et al*, 2001). De plus, les zones complexes peuvent être plus nombreuses, constituant autant de niches pour le développement des micro-organismes, surtout si le matériel est lavé moins intensément.

La nature du matériau a, par ailleurs, une influence sur la formation des biofilms (LAITHIER *et al*, 2005). Les surfaces non poreuses comme l'inox et le verre sont moins favorables au développement des biofilms. Le caoutchouc est caractérisé également par un type de biofilms. Par ailleurs, une faible fréquence de changement des tuyaux à lait (en caoutchouc) contribue à l'augmentation des teneurs en micro-organismes des laits (TORMO *et al*, 2007).

1.3.2.2.1.3.2. Défauts d'entretien et/ou de lavage :

Il a été rapporté par FAROULT (1994) que le contrôle annuel de la machine à traire a une influence sur les comptages cellulaires individuels (CCI) car il permet de constater les problèmes liés au fonctionnement de cette machine et de les corriger tout en respectant les normes et en minimisant au maximum le traumatisme des trayons. Ce qui pourrait contribuer à la baisse des fréquences des numérations cellulaires du lait.

Une étude conduite sur 12 fermes a montré qu'une machine à traire mal nettoyée apportait surtout des micro-organismes thermorésistants (CHATELIN et RICHARD, 1981). Des installations mal conçues seraient par ailleurs source de coliformes.

Des défauts de nettoyage et d'entretien de la machine à traire sont encore rencontrés actuellement. Dans plus d'un quart de l'ensemble des suivis réalisés sur 30 exploitations, le rinçage du matériel de traite s'est traduit par une mobilisation importante de germes (élévation de la population microbienne de l'eau utilisée pour le rinçage d'un facteur 1000) : des défauts d'entretien du matériel et/ou un lavage inefficace du matériel avaient alors été notés (MICHEL *et al*, 2005b et MICHEL *et al*, 2006).

Par ailleurs, la qualité de l'eau est importante à considérer, notamment en cas de problème de contamination par *Pseudomonas* ou des coliformes.

1.3.2.2.1.3.3. Qualité de l'eau d'abreuvement et de nettoyage

L'eau d'abreuvement conditionne le niveau de consommation, l'efficacité de la digestion et les facultés de sécrétion lactée (BEAUDEAU *et al*, 1994). La qualité de l'eau est le facteur déterminant de base de la qualité du lait. L'assainissement et l'hygiène de l'eau sont

extrêmement importants si la contamination des aliments doit être évitée (GRAN *et al*, 2002 ; BONFOH *et al*, 2006).

La qualité microbiologique de l'eau est évaluée principalement par la détection des coliformes fécaux (WU *et al*, 2011) qui indiquent une contamination fécale. Dans beaucoup de pays, le problème de l'eau contaminée utilisée dans les élevages bovins laitiers a été soulevé ; au Brésil (KESSELER DE OLIVEIRA *et al*, 2012) et en Ethiopie (AYALEW *et al*, 2013). En fait, l'influence de la mauvaise qualité de l'eau a également été mentionnée dans plusieurs ouvrages (BONFOH *et al*, 2006 ; CEMPIRKOVA, 2006 ; GRIMAUD *et al*, 2007 ; MHONE *et al*, 2011 ; HILL *et al*, 2012).

L'eau en élevage est vitale pour les animaux, l'apport d'eau de mauvaise qualité à des animaux ne peut que diminuer leurs performances, voire dans certains cas favoriser l'émergence de maladies infectieuses cliniques (brucellose, salmonellose, listériose.....) et donc des contaminations des produits finis. De même, l'eau est utilisée quotidiennement dans les ateliers laitiers pour les opérations de nettoyage des trayons, des circuits de lait ou de la vaisselle laitière.

1.3.2.2.1.3.4. Effet des paramètres de nettoyage

1.3.2.2.1.3.4.1. Effet de la température de nettoyage

Une étude réalisée en élevages de chèvre dans 38 fermes en été 2006 et hiver 2007 par TORMO *et al* (2010) révèle que des températures élevées de début et de fin de nettoyage sont associées à des laits moins chargés en flore microbienne, particulièrement en flores d'intérêt technologique.

L'intérêt physiologique de l'utilisation d'eau chaude pour le lavage et le massage de la mamelle avant la traite mécanique est aussi controversée que la présence de thermorécepteurs dans les tissus de cette glande (LABUSSIÈRE, 1994).

De nombreux auteurs n'ont obtenu aucune amélioration de l'évacuation du lait tant que les comparaisons se font entre des températures basses (10°C) ou tièdes, voisines de celles du corps (DODD et FOOT, 1947 ; LABUSSIÈRE et RICHARD, 1965 ; FROMMHOLDT, 1973 et ANGELOV, 1976 ; cités par LABUSSIÈRE, 1994). En revanche, avec de l'eau entre 50 et 55°C, plusieurs auteurs (BILEK et DOLEZALEK, 1954 ; OLENOV et NIOKKANEN, 1954 ; SZAJKOS, 1967 ; cités par LABUSSIÈRE, 1994) signalent un effet bénéfique, principalement sur l'extraction des matières grasses.

1.3.2.2.1.3.4.2. Efficacité du rinçage

Une étude menée en Savoie par MICHEL *et al* (2005a), dans une trentaine d'exploitations équipées de programmeurs automatiques de lavage a mis en évidence la

présence de résidus de produits lessiviels à la fin du procédé de nettoyage de la machine à traire (révélée par un écart important de pH entre cette eau et l'eau du robinet) et en proportion importante (13 des 32 exploitations).

L'aptitude à la lactofermentation selon ces mêmes auteurs est diminuée : 21 % des laits coagulent lorsque les volumes de rinçage sont insuffisants alors que 60 % des laits des mêmes exploitations coagulent lorsque les volumes de rinçage sont suffisants.

1.3.2.2.1.3.4.3. Fréquence de nettoyage de la machine à traire

Les travaux de CHATELIN et RICHARD (1983), ont montré que l'alternance systématique de l'utilisation de l'acide et de la base favorise l'irrégularité du pouvoir contaminant de la machine à traire et des laits plus riches en flores d'altération (coliformes et *Pseudomonas*).

Une étude réalisée sur des exploitations bovines confirme ces observations (MICHEL *et al*, 2001). Par ailleurs, les producteurs lavant moins intensément leur machine à traire (1 fois par jour, utilisation d'acide peu fréquente, c'est à dire moins d'une fois tous les deux jours) ne produisent jamais de lait au niveau de flore totale le plus faible.

Ce sont l'ensemble des pratiques de nettoyage de la machine à traire combinées à d'autres pratiques au niveau de l'hygiène générale et des trayons qui sont liées à certains types de laits (MICHEL *et al*, 2005b). Selon BONFOH *et al* (2006), le nombre de bactéries sur la surface de la machine à traire est influencé par le nettoyage et la désinfection. Un lavage suivi d'une désinfection avec du sodium hypochlorite à 0,1% (100 parties par million) réduit considérablement les taux de bactéries de 10^2 - 10^8 à 10^1 - 10^4 ufc/ml (OIE et KAMIYA, 2001). Des concentrations plus élevées en désinfectants et un temps de contact élevé sont nécessaires pour l'action sur les bactéries se trouvant sur les ustensiles de traite (TEGIFFEL *et al*, 1995).

Le nombre de bactéries sur les trayons peut être réduit par un lavage avec de fortes concentrations en germicide (GALTON *et al*, 1984 ; MC KINNON *et al*, 1990) ou à l'aide d'une serviette en papier (RASMUSSEN *et al*, 1991). L'utilisation de détergents et une eau de bonne qualité pour le nettoyage de l'équipement pourrait contribuer à la réduction des taux de micro-organismes dans le lait et d'améliorer ainsi sa qualité microbiologique (VERDIER-METZ *et al*, 2009).

1.3.2.2.1.4. Litières

La source des micro-organismes retrouvés sur les litières n'est pour l'instant pas clairement établie. Ces micro-organismes peuvent provenir des matériaux eux-mêmes utilisés en tant que litière ou bien d'autres sources comme les déjections ou la peau des animaux.

D'après REBOUX *et al* (2001), la paille renferme entre 10^4 et 10^5 ufc/g de moisissures et d'actinomycètes. Plusieurs études ont montré que la charge microbienne des bouses était moins élevée que celle des litières, suggérant un développement microbien à la surface des litières utilisées (MENARD *et al*, 2004 ; JOANDEL, 2007).

Les litières par leur composition et leur degré d'entretien semblent l'un des points majeurs associés à la variabilité de cette charge microbienne. Les études menées en Franche-Comté et portant sur les lactobacilles hétérofermentaires facultatifs ont montré de même que certaines espèces de lactobacilles présentes en surface des trayons des vaches laitières pouvaient également être isolées de la paille utilisée sous les animaux, mais également de leur alimentation (foin, herbe, farine) (BOUTON *et al*, 2007).

1.3.2.2.1.5. Action du froid

Le lait possède une résistance naturelle aux bactéries immédiatement après son extraction, mais seul un refroidissement rapide permettant d'atteindre une température de stockage de 4°C à 6°C empêche ou réduit le développement des microorganismes.

Il est évident que le résultat ne peut être satisfaisant que dans la mesure où le lait à l'origine est peu contaminé. Le refroidissement n'a donc pas une action comparable à celle de la pasteurisation ou de la stérilisation (GAC, 1966).

De nombreuses études ont montré que l'action du froid sur la qualité du lait est loin d'être négligeable (POUGHEON et GOURSAUD, 2001 ; ALLAOUI-LOMBARKIA *et al*, 2002 ; GRENON, 2004 ; JEANTET *et al*, 2007). L'impact du refroidissement se fait ressentir principalement au niveau des caséines et des équilibres phosphocalciques.

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001) ; JEANTET *et al* (2007), la réfrigération du lait à 4°C s'accompagne de la solubilisation de la caséine Béta depuis l'édifice micellaire. De même, la solubilisation réversible du phosphate de calcium colloïdal (environ 100%) intervient à cette température.

Sous l'action de la réfrigération il se produit aussi une cristallisation progressive de la matière grasse avec rétraction du globule, ce qui altère la membrane et permet une éventuelle migration des phospholipides vers la phase aqueuse du lait (SUREL et ALI-HAIMOUD-LEKHAL, 1999).

L'altération d'une trop grande partie de la membrane libère les acides gras du globule et peut entraîner un phénomène de lipolyse de la matière grasse. D'autre part, les triglycérides se répandent à la surface d'où une tendance des globules gras à se réunir et à remonter en surface, c'est le phénomène de crémage.

L'effet négatif majeur aussi du refroidissement étant un développement incontrôlé des flores psychrophiles protéolytiques et lipolytiques, entraînant une réduction du rendement fromager. Si l'action du froid sur la population bactérienne est bien connue, il est bon de rappeler les délais dont on dispose en pratique pour refroidir le lait ainsi que la température de conservation, qui est fonction de la durée.

Selon GRENON (2004), il ne faut compter que 3 heures pour multiplier par 64 le nombre de bactéries présentes dans le lait. Un lait contenant normalement 1000 bactéries totales/ml passerait pendant cette période à un comptage de 64000 bactéries totales/ml. Donc il faut compter un peu moins de 3 heures pour qu'un lait pour lequel on aurait oublié de démarrer le refroidisseur lors de la traite se trouve hors norme.

Dans l'étude menée par ALLOUI-LOMBARKIA *et al* (2002) à la laiterie Aurès de Batna (Algérie), il a été constaté que les rapports psychrotrophes/germes totaux calculés évoluent dans le temps et montrent une augmentation plus rapide des psychrotrophes. Ces bactéries sont passées d'un comptage initial de $1,1.10^7$ à $4,4.10^7$ et à $64,7.10^7$ germes /ml de lait cru après respectivement 48 et 96 heures de refroidissement à 4°C. La solubilisation de la caséine Béta du lait réfrigéré à cette même température et conservé pendant 48 et 96h a été quant à elle aussi confirmée par ces mêmes auteurs.

1.3.2.2.2. Influence des pratiques alimentaires

Les facteurs alimentaires ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche récents (BONY *et al*, 2005 ; SRAÏRI *et al*, 2009 ; GABBI *et al*, 2013). Ils représentent les facteurs les plus facilement mobilisables à court terme par l'éleveur pour agir sur la composition chimique du lait et l'amélioration des intervalles entre vêlages (COMPÈRE et DUPONT, 2005).

Ainsi, la modification de la composition du lait et les différents facteurs alimentaires qui jouent un rôle majeur dans la variation de la qualité physico-chimique du lait, leurs effets se manifestent aussi bien à travers le type d'aliment distribué à l'animal que son mode de présentation et de distribution. En dehors de l'effet de la race des vaches laitières, ce sont les variables de maîtrise de l'alimentation qui permettent le mieux d'expliquer les variations de la composition chimique du lait (nature des fourrages et niveau des apports nutritifs) (AGABRIEL, 1995).

L'alimentation est importante par son effet sur les propriétés nutritionnelles, notamment, les profils des acides gras du lait ainsi que pour les informations à fournir aux consommateurs sur la composition des produits laitiers (COPPA *et al*, 2011).

La matière grasse et la matière protéique sont les deux composants les plus étudiés en terme de gestion et de revenus pour le producteur, d'orientation pour la recherche, de la génétique et l'alimentation animale (AGABRIEL *et al*, 1995).

1.3.2.2.2.1. Niveau d'apports énergétiques

Il constitue le principal facteur de variation du taux protéique du lait (LAURENT *et al*, 1992). Les principaux facteurs de variation de la composition protéique du lait ont fait l'objet de nombreuses synthèses (SUTTON, 1989 ; HODEN et COULON, 1991 ; AGABRIEL *et al*, 1993 ; DOBBELAAR *et al*, 1994 ; BONY *et al*, 2005) qui confirment les effets surtout de l'alimentation. Ces facteurs alimentaires ont souvent montré des variations parallèles entre le niveau d'apport énergétique et le taux protéique.

Ceci a été confirmé par l'étude réalisée par VERTES *et al* (1989) qui ont testé l'influence du niveau d'alimentation sur la composition protéique et les caractéristiques technologique du lait. En effet, un TP bas (souvent associé à un TB haut) permet de mettre en évidence un déficit énergétique : la ration est de bonne qualité mais n'est pas distribuée à volonté ou mal consommée, ou la ration n'est pas assez riche en énergie (elle est trop fibreuse, manque de concentrés ou la qualité des fourrages est insuffisante) (BEDOUET, 1994). Les vaches qui perdent du poids ont, en général, un faible taux protéique d'après ces mêmes auteurs.

D'ailleurs une chute de TP est à prendre en considération dès qu'on constate une variation d'1 g/kg d'un contrôle à l'autre.

1.3.2.2.2.2. Niveau d'apports azotés

L'apport de certains acides aminés essentiels à la ration peut avoir une influence sur le TP. Il a été démontré par COULON (1991), que l'apport post-ruminal (ou protégé des fermentations ruminales) de lysine et de méthionine (acides aminés les plus limitant) a un effet bénéfique sur le taux protéique et sa teneur en caséines sans modifier la production laitière. Ces acides aminés améliorent l'efficacité d'utilisation des protéines (PDI).

Cependant, ENJALBERT (1993) signale que le tourteau de Colza représente une bonne source en acides aminés et notamment en méthionine. L'introduction de ce tourteau dans une ration à base d'ensilage de maïs (fortement déficitaire en matières azotées fermentescibles) a permis une légère augmentation de la production laitière, le maintien du taux protéique et la réduction du taux butyreux.

Alors que SRAÏRI *et al* (2009), ont souligné que les régimes alimentaires basés sur la luzerne au Maroc soulèvent des valeurs de teneur du lait en matières grasses et en protéines proches aux normes. Ceci a été expliqué par la relative abondance de la luzerne dans les

élevages marocains prospectés, comme fourrage principal qui garantit un minimum de fibres digestibles et d'azote dans les rations des vaches laitières.

Selon BENABDERRAHIM *et al* (2008), parmi les légumineuses, la luzerne a vraiment bien mérité l'appellation de « reine des cultures fourragères », car elle fournit un fourrage riche en éléments nutritifs, en protéines, en matières azotées digestibles et en vitamines.

1.3.2.2.2.3. Rapport TB/TP

Ce rapport est important car il permet d'identifier les animaux à risque élevé de troubles métaboliques.

Une chute importante du TB de 3 à 4 g/kg indique généralement une dégradation de la fibrosité de la ration (amidon + sucres rapidement dégradables > 35 % de la ration), alors qu'une montée anormale du TB peut être due à une lipo-mobilisation trop importante, avec un risque d'amaigrissement trop important et prolongé des vaches. Il y a alors des risques de maladies métaboliques (cétose principalement) et d'infécondité (BEDOUET, 1994).

Au-delà de 1,5 les animaux présentent un risque d'acétonémie. Une proportion de plus de 10-15% d'animaux ayant un rapport TB/TP inférieur à 1 (inversion de taux) indique une situation d'acidose sub-aigüe du rumen (OTZ, 2006).

1.3.2.2.2.4. Rapport fourrages/concentrés

Plusieurs auteurs ont signalé dans des études antérieures une corrélation négative entre l'offre de concentrés et le taux de matières grasses dans le lait (SUTTON, 1984; WALKER *et al*, 2004 ; BONY *et al*, 2005 ; SRAÏRI *et al*, 2009). De faibles teneurs en matières grasses (27,9 g/kg) ont été enregistrées dans l'étude réalisée par SRAÏRI et KESSAB (1998) au Maroc, ont pu être attribuées à des pratiques d'alimentation non appropriées telles qu'une importante utilisation des aliments concentrés dans la ration des vaches laitières à des taux moyens de l'ordre de 73,1%.

Dans l'étude menée par BOUZIDA *et al* (2010) sur 62 élevages de la région de Tizi Ouzou en Algérie, il a été constaté que le niveau de production laitière individuelle dépend beaucoup plus de la quantité de concentré distribuée annuellement (de 1300 à 5100 kg/an) que du niveau de chargement ou de la diversification de l'offre fourragère.

En effet, ces mêmes auteurs ont souligné que la production laitière était maximale (5984 kg/VL/an) pour des quantités maximales de concentré distribuées, elle a significativement diminué pour des quantités de concentré réduites. En revanche, elle n'a pas significativement changé pour les mêmes quantités de concentré alors que le nombre d'espèces fourragères était significativement différent ($p < 0,05$).

1.3.2.2.2.5. Nature des aliments

La nature des fourrages peut modifier le taux butyreux du lait. Ainsi, l'utilisation majoritaire de fourrages tempérés s'est traduite par des taux butyreux plus élevés dans les travaux de BONY *et al* (2005) que pour les laits où les vaches sont alimentées le plus souvent avec des fourrages tropicaux. Ceci a été lié aux caractéristiques de ces derniers (augmentation de la durée de la mastication, et de la production de salive, augmentation du temps de séjour dans le rumen...).

Une relation entre la nature et la forme des fourrages offerts aux vaches laitières et les matières grasses du lait ont été décrites par CHILLIARD *et al* (2001) ; COUVREUR et HURTAUD (2007) et par GABBI *et al* (2013), expliquant l'augmentation des teneurs en matière grasses du lait avec des animaux recevant des teneurs élevées en fibres.

Plusieurs études ont été menées par la ferme expérimentale de la Blanche Maison en Normandie (HOUSSIN, 2004), à la station expérimentale de Trévarez (ANONYME 5, 2009) et par l'INRA et l'institut de l'Élevage de France (HURTAUD et ROUILLE, 2010) afin de comparer les rations fourragères à base de maïs ensilage et les rations à base d'herbe et/ou de foin et leurs conséquences sur la composition fine du lait.

Il a été constaté que le pourcentage en acides gras saturés était supérieur dans les rations à base de maïs ensilage par rapport aux rations à base d'ensilage d'herbe et que, par ailleurs, ce pourcentage était encore plus faible dans les rations à base de foin. Ainsi, ces études montrent que, dans une optique de qualité du lait, le foin reste le meilleur fourrage conservé que l'on peut distribuer en hiver.

Par ailleurs, l'expérimentation réalisée par PEYRAUD et DELABY (1994), a montré que l'incorporation de 2,5 kg de MS de luzerne déshydratée en brins long à 23,8% de matière azotée totale dans la ration des vaches laitières pendant 8 semaines a entraîné un accroissement de la production de lait brut (+ 1 kg/j) et une diminution du taux butyreux de - 1,8 g/kg, alors que la teneur en protéines du lait n'a pas été affectée.

Ces mêmes auteurs indiquent que l'introduction de la luzerne a permis de limiter les apports en aliments concentrés jusqu'à -3,5 kg MS/j et l'accroissement des quantités ingérées de 0,9 kg.

D'autres travaux réalisés par plusieurs autres auteurs ont mis en évidence un effet positif de la luzerne déshydratée sur la qualité des acides gras du lait. Ainsi, MAURIÈS (2001) a souligné que l'incorporation de 3,6 kg de luzerne déshydratée dans un ensilage de maïs améliore l'ingestion des animaux, le taux butyreux et la digestibilité de la ration totale.

L'auteur a constaté une augmentation de l'ingestion de la matière sèche de 8 points sans pour autant aucun problème de météorisation ou autre trouble digestif.

DEWHURST et COULMIER (2004) ont également rapporté que l'ajout à la ration d'extraits de luzerne permet une augmentation de l'ingéré total et de la production laitière et par ailleurs modifie le profil en acides gras du lait en favorisant la présence de produits bénéfiques pour la santé notamment l'acide oléique (C 18:1), l'acide linoléique (C 18:2) et l'acide linoléique (C 18:3).

1.3.2.2.6. Présentation et distribution de la ration

Les pratiques de distribution des rations mises en œuvre par certains éleveurs (mélange du concentré aux fourrages, fractionnement des apports, utilisation de substances tampons,...) contribuent à éviter des chutes importantes de taux butyreux parfois observés avec des rations très riches en concentrés (JOURNET et CHILLIARD, 1985 ; SUTTON, 1989 ; MESCHY *et al*, 2004 ; BONY *et al*, 2005).

C'est en combinant les pratiques de culture, de récolte et de conservation que l'agriculteur peut trouver le meilleur compromis entre la quantité de fourrage récolté et sa valeur alimentaire.

1.3.2.2.3. Effets de l'association entre la microflore du lait et l'alimentation des animaux

De nombreux auteurs (BLANCO *et al*, 1988 ; LOPEZ *et al*, 2003 ; KAMKAR, 2005 et TASCI, 2011) ont signalé une augmentation du nombre de levures, de moisissures et consécutivement une plus forte concentration de mycotoxines dans les aliments ensilés qui ont été utilisés principalement dans la saison d'hiver. Ces micro-organismes selon ces auteurs ont été très souvent transférés de l'alimentation au lait.

La contamination en spores butyriques augmente avec la proportion d'ensilage dans la ration (BONY *et al*, 2005). Ce dernier est considéré comme facteur de risque important pour la contamination des laits (COULON et LILAS, 1988 ; DEMARQUILLY, 1998), mais beaucoup plus fortement lorsque la pluviométrie est élevée (BONY *et al*, 2005).

La qualité bactériologique du lait a pu être associée à la fois à la nature des fourrages hivernaux (ensilages et foin) et à l'hygiène de la traite (AGABRIEL *et al*, 1995).

L'étude réalisée au Brésil par GABBI *et al* (2013) a montré que l'utilisation de foin, généralement de faible qualité nutritionnelle due à des conditions climatiques défavorables, les pratiques de récolte incorrectes et les pratiques de pâturages en saison chaude ont été associés à des exploitations dont le lait présentait plus de comptage en cellules somatiques avec des teneurs en protéines instables.

II. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude et critères de choix

2.1.1. Localisation et caractéristiques de la zone d'étude

D'une superficie totale de 12484 km², soit 0,52% de la superficie totale du territoire national. La zone d'étude regroupe 5 wilayas de la région médio-septentrionale de l'Algérie, à savoir : Alger, Blida, Boumerdes, Bouira et Tizi Ouzou (figure 2).

Elle détient 13,35% de l'effectif national en cheptel bovin et plus de 12% de l'effectif en vaches laitières. En 2012, elle a assuré environ 11% de la production laitière nationale (ANONYME 3, 2013).

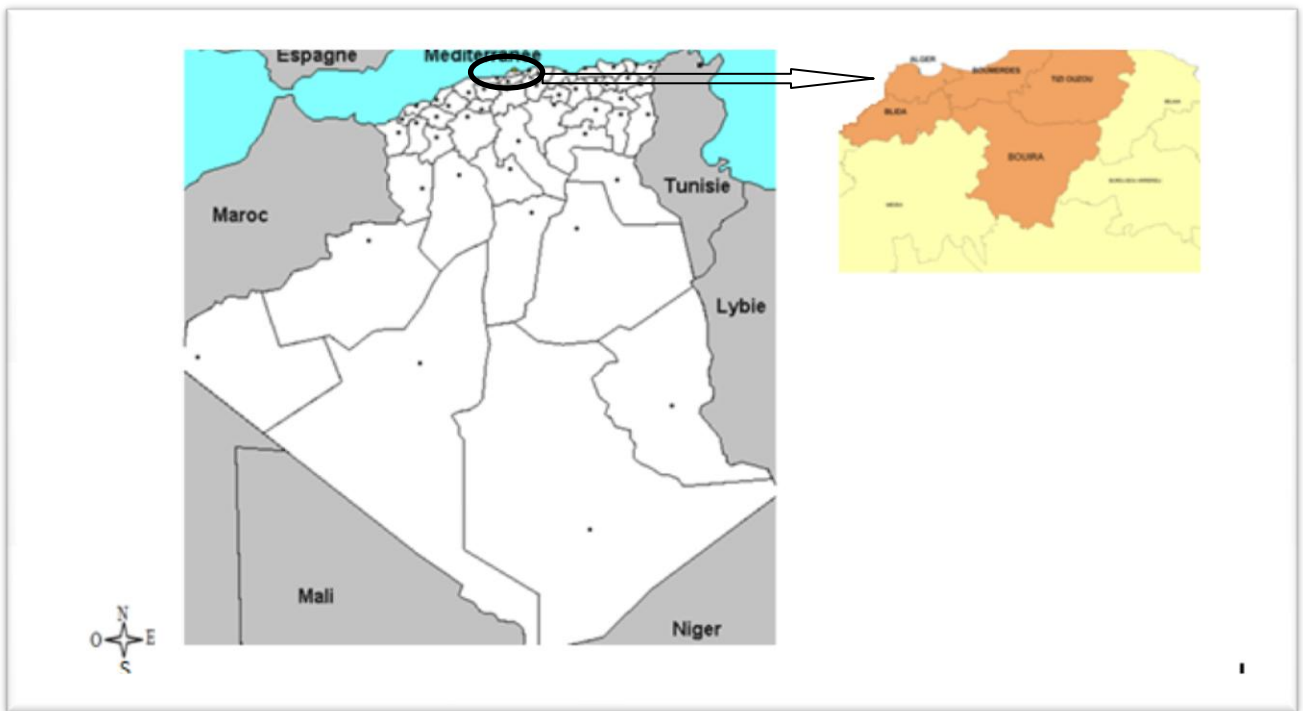


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude.

Elle se caractérise par un climat de type méditerranéen tempéré. Les étés sont chauds et les hivers sont pluvieux, parfois enneigés. Les précipitations annuelles moyennes sont comprises entre 500 et 800 mm. Les pluies enregistrées sont concentrées dans la période allant du début du mois d'octobre à la fin du mois de mars. Les températures sont modérées par le voisinage maritime et varient en moyenne de 11°C en hiver à 28°C en été.

Cependant, les caractéristiques géographiques des différentes wilayates de la zone d'étude sont illustrées dans le tableau VII.

2.1.2. Choix des exploitations, des collecteurs et des unités de transformation

Les exploitations ont été choisies selon :

- La diversité des pratiques d'élevage ;
- Leur localisation ;

- Et, la taille du cheptel (10 vaches laitières au minimum).

Quant aux critères de sélection des unités de transformation, ils étaient basés essentiellement sur leur localisation dans la zone d'étude, ainsi que sur leur acceptation de coopérer dans ce travail. Les collecteurs sélectionnés, eux sont liés par contrat de livraison du lait à l'une des unités choisies.

Tableau VII: Caractéristiques des différentes wilayates constituant la zone d'étude.

Wilaya	Superficie (km ²)	Longitude (N)	latitude (E)
Alger	1190	36°42'00''	3°13'00''
Blida	1696	36°28'00''	2°49'00''
Bouira	4439	36°23'00''	3°54'00''
Boumerdes	1591	36°46'00''	3°29'00''
Tizi Ouzou	3568	36°43'00''	4°03'00''
Total	12484	/	/

2.2. Matériel

2.2.1. Appareillage

L'appareillage utilisé est énuméré dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Matériel utilisé pour les analyses.

Appareillage	Laboratoire	Type d'analyse
- Etuves microbiologiques -Compteuse de colonies (Colony counter, SC6) -Acido-butyromètre (Gerber)	Laboratoire de contrôle de qualité (LFB) et laboratoire de contrôle de qualité (DBK).	Recherche, dénombrement et comptage des germes. Détermination de la teneur en matière grasse du lait.
- Etuve 105°C - Four à moufle	Laboratoire des analyses fourragères (ITELV)	Détermination de la valeur alimentaire des aliments distribués aux animaux.
- Unité de minéralisation et de distillation d'azote	Laboratoire INRA (Alger) + laboratoire (Blida)	Détermination de la teneur en azote du lait et des fourrages.
- Centrifugeuse (Gerber) - Autoclave	Laboratoire de contrôle de qualité (LFB) et laboratoire des analyses fourragères (ITELV).	Recherche des taux de matière grasse dans le lait et dans les aliments.

2.2.2. Autre matériel

D'autres petits équipements de laboratoire ont été aussi utilisés :

-Thermo-lactodensimètre, pHmètre, Delvotest SP-NT (Hollande), Kit CMT, balance, dessicateur, bain marie, broyeur.....

-Verrerie et consommable de laboratoire.

2.2.3. Produits et réactifs

Les analyses effectuées ont nécessité l'utilisation de certains produits et réactifs :

- Milieux de culture ;
- Les produits chimiques usuels ;
- Quelques réactifs : Schalm-Test, bleu de méthylène dilué à 5%, additif BLMT, alun de fer,ect

2.3. Méthodes

2.3.1. Enquêtes réalisées

L'étude a été réalisée au cours de la campagne agricole du 1^{er} octobre 2012 au 30 septembre 2013.

Les pratiques d'élevage ont été analysées dans la région médio-septentrionale de l'Algérie au niveau de 16 fermes laitières couvrant un cheptel total de 365 vaches laitières choisies après une pré-enquête, 12 d'entre elles détenant 295 vaches ont été suivies durant cette année. Les données ont été relevées mensuellement à l'échelle des troupeaux. Le détail est illustré dans la figure 3.

2.3.1.1. Enquêtes à passage unique

Un questionnaire d'enquête détaillé, qui contient deux parties différentes a été utilisé. La première partie a servi à la réalisation des enquêtes à passage unique, elle a permis de collecter des informations générales relatives aux élevages : sur l'éleveur, son cheptel, les moyens dont il dispose ainsi que sur sa production laitière et les charges économiques (annexe 1).

2.3.1.2. Enquêtes à passages mensuels

Effectuées au moyen de la deuxième partie du questionnaire d'enquête, qui explore à chaque visite mensuelle les pratiques hygiéniques autour de la traite (entretien, lavage des trayons, du matériel de traite, conditions de logement des animaux, propreté des locaux et la conduite sanitaire du troupeau), ainsi que les pratiques alimentaires (type et quantités de fourrages et de concentré distribués), (annexe 2).

2.3.2. Protocole d'échantillonnage

2.3.2.1. Echantillons de lait cru

Un seul passage mensuel sur une année est effectué dans chaque élevage. Tous les échantillons de lait et d'eau prélevés sont collectés dans des flacons stériles et transportés dans des températures de 4 à 8°C dans des glacières puis analysés dans au maximum 12 heures qui suivent les prélèvements.

A chaque passage, environ 100 ml de lait cru sont prélevés dans des conditions stériles pour des analyses microbiologiques. D'autre part, le même volume est prélevé afin de réaliser des analyses physico-chimiques.

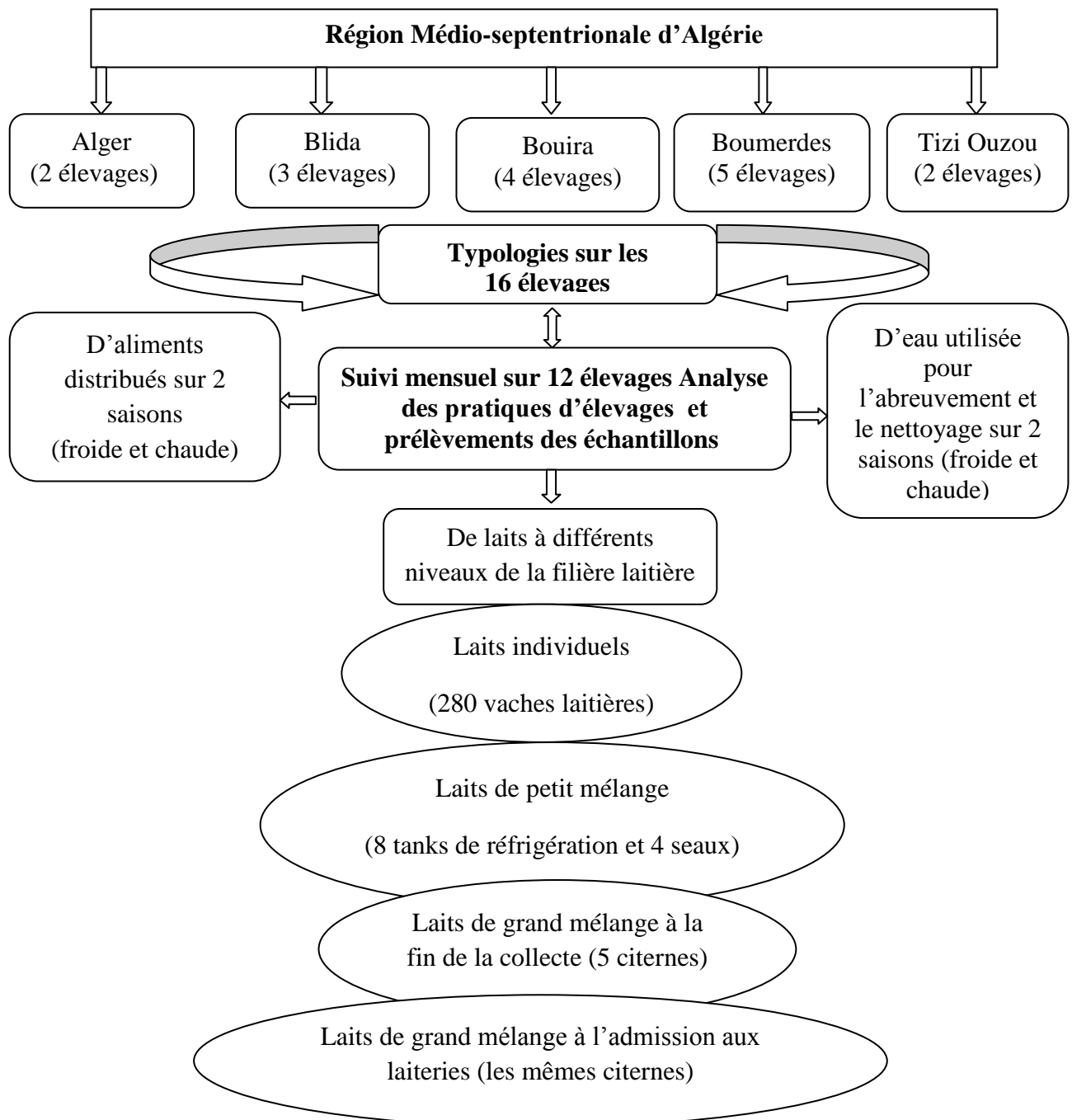


Figure 3 : Schéma général de la méthodologie d'étude et de l'échantillonnage.

Plusieurs tests sont régulièrement et à rythme mensuel utilisés pour évaluer la qualité globale du lait cru à la ferme et dans les citernes. Le dénombrement est réalisé sur boîte à l'aide d'une compteuse de colonies (Colony Counter ; SC6).

Deux périodes sont retenues dans cette étude: une période froide (P1: 1^{er} octobre jusqu'à la fin mars) et une autre chaude (P2: 1^{er} avril à fin septembre).

Au total, **544** échantillons de lait cru sont recueillis et analysés à quatre niveaux de la filière suivant une chaîne de collecte : (i) **280** échantillons à partir des laits individuels de vaches, (ii) **144** échantillons au niveau de la ferme (**96** à partir des tanks à lait et **48** prélèvements à partir de 4 seaux). D'autre part **120** échantillons de lait cru ont été recueillis puis analysés : (iii) **60**, à partir des citernes des collecteurs à la fin de la collecte (Moment1: M1), (iiii) **60** laits prélevés de ces mêmes citernes à la livraison (Moment 2: M2).

Tous les échantillons correspondent aux laits de la traite matinale. Deux prélèvements mensuels sont effectués dans chaque citerne le même jour au M1 et au M2.

2.3.2.2. Echantillon d'eau de ferme

Des échantillons d'eau utilisée pour l'abreuvement du cheptel et le nettoyage autour de la traite ($n=48$), ont été recueillis lors de quatre passages au niveau de chaque exploitation (2 prélèvements en période chaudes et 2 prélèvements en période froide). Ils proviennent tous de l'alimentation en eau potable mise sous contrôle des services de la compagnie appelée l'Algérienne des eaux (ADE).

2.3.2.3. Echantillons d'aliments

Des échantillons de la ration (fourrages et concentrés) distribuée aux vaches en lactation le jour du prélèvement au niveau des 12 exploitations ont été prélevés (un échantillon par ferme et par saison), afin de subir un ensemble d'analyses au laboratoire.

2.3.3. Analyses des échantillons de laits collectés

2.3.3.1. Analyses physico-chimiques

A la ferme juste après la traite ainsi qu'à la laiterie dès la réception du lait, la température et le pH à 20°C du lait sont mesurés respectivement à l'aide d'un thermomètre et d'un pH-mètre (Hanna instruments, Italy).

L'acidité titrable exprimée en degré DORNIC est mesurée par titrage avec NaOH N/9 en présence de phénophtaléine à 1 % selon les protocoles décrits par ANONYME 8 (1995).

La densité à 20°C est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre (Type Dornic) (ANONYME 9, 1997). Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

Densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait - 20°C)

La teneur en matière sèche est estimée par évaporation au bain marie à 70°C puis dessiccation de 10 ml de l'échantillon pendant 3 heures à l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ (ANONYME 20, 1980).

La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode acido-butyrométrique de GERBER appliquée pour le lait (ANONYME 17, 2001). Cette méthode est considérée comme une méthode simple, rapide et à faible coût pour un nombre d'échantillons relativement élevé, comparativement aux autres méthodes gravimétriques de référence jugées coûteuses (Méthode Babcock).

Elle repose sur le principe de la séparation des matières grasses du lait des protéines par addition d'acide sulfurique. La séparation est facilitée par l'utilisation de l'alcool iso-amylique et de la centrifugation. La teneur en matières grasses est lue par la suite directement par un butyromètre calibré spécial.

La teneur en matière sèche dégraissée est obtenue par soustraction entre la quantité de matière grasse et l'extrait sec total.

Le taux de protéines est déterminé par la méthode de KJELDAHL appliquée au lait. Cette méthode de référence, universellement employée comparativement à la méthode de Dumas, appelée méthode de dosage de l'azote par combustion (CNA). Elle est laborieuse et présente une précision très acceptable.

Elle se base sur le principe de minéralisation de l'échantillon dans de l'acide sulfurique. Ainsi, l'azote se transforme en sulfate d'ammonium. La réaction est accélérée par l'addition d'un catalyseur. La teneur en sulfate d'ammonium est mesurée en ajoutant un excès de soude au minéralisat. L'ammoniac ainsi libéré est distillé dans une solution réceptrice (acide borique) et titré. Le pourcentage de protéine est obtenu en multipliant le taux d'azote par un facteur standard qui est de 6,25.

2.3.3.2. Analyses microbiologiques

Pour chaque prélèvement de lait destiné aux analyses microbiologiques, 1ml d'échantillon est ajouté dans un tube à essai stérile à 9 ml d'eau physiologique stérile. On obtient ainsi une dilution mère de 10^{-1} à partir de laquelle on réalise des dilutions décimales jusqu'à 10^{-5} pour les laits des fermes et 10^{-7} pour les laits des citernes.

Dans chaque échantillon de lait, 9 groupes microbiens sont dénombrés. Ils sont étudiés par méthodes culturales classiques de dénombrement et d'isolement sur milieux de culture spécifiques ou d'enrichissement. Tous les milieux de culture ont été fournis par l'Institut Pasteur (Alger, Algérie). Les analyses sont réalisées au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la Laiterie Fromagerie de Boudouaou (LFB).

- La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est dénombrée sur gélose PCA (Plate Count Agar) par ensemencement en profondeur de 1ml des dilutions et incubation à 30°C pendant 72h (ANONYME 13, 1991).

- Les coliformes sont recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycholate (DLC) à 1‰ incubés 24 à 48 heures à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux, selon les protocoles (ANONYME 11, 1974).

- Les levures et les moisissures sont dénombrées sur le milieu Sabouraud glucosé à 4 % et incubées 5 jours à la température ambiante d'environ 25°C (ANONYME 18, 1987). Ainsi que la prévalence de certains germes pathogènes tels que :

- *Staphylococcus aureus* sont dénombrés sur la gélose de Baird Parker additionnée au jaune d'œuf et au tellurite de potassium et incubés 48 heures à 37°C (ANONYME 19, 2004). Seules les colonies entourées d'un halo jaune brillant à centre noire sont dénombrées.

-Les salmonelles, on réalise un pré-enrichissement de 25 ml de lait sur milieu B.L.M.T (bouillon lactose « mannitol » tamponné+ additif B.L.M.T, 24 heures à 37°C, suivi d'un enrichissement sur bouillon au sélénite de sodium (S.F.B) 24 heures à 37°C, selon les protocoles standards de l'organisation internationale (ANONYME 14, 1990).

La présence des salmonelles se traduit par l'apparition de colonies rouges dans le milieu de culture. Puis le dénombrement et l'isolement sont réalisés sur gélose Hektoen après incubation 24 heures à 37°C. Cette étape s'effectue dans le cas où le test d'enrichissement est noté positif. Les colonies apparaissent avec une coloration bleue verdâtre à centre noirâtre.

- Clostridium sulfite-réducteurs sont dénombrés selon la méthode décrite par HARRIGAN et MAC CANCE (1976), sur la gélose viande foie + alun de fer +sulfite de sodium après un traitement thermique 10 mn à 80°C puis un refroidissement immédiatement à l'eau de robinet. Les tubes sont ensuite incubés 48 h à 37°C.

Seules les colonies noires sont comptées à l'œil nu. Les résultats sont exprimés en nombre de spores par ml de lait cru.

- *Listeria monocytogenes*, sa recherche nécessite un enrichissement préalable de 25 ml d'échantillon dans le bouillon Fraser 1/2 et incubation à 30°C pendant 18 à 24 heures le 1^{er} jour, suivi d'un ensemencement dans du bouillon Fraser et incubation à 37°C pendant 24 heures.

L'isolement se fait le 3^{ème} jour sur milieu sélectif (gélose de Palcam) et incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures (ANONYME 15, 2004). Le résultat positif se manifeste par l'apparition de colonies verdâtres.

2.3.3.3. Autres tests

2.3.3.3.1. Dépistage des mammites par le Californian Mastitis Test (CMT)

Pour chaque élevage suivi, un échantillon de lait individuel de 3 vaches laitières prises au hasard est prélevé mensuellement à la fin de la traite de chaque vache. Le lait des quatre

quartiers est prélevé afin de permettre le dépistage des infections mammaires à travers le comptage cellulaire individuel CCI (FAROULT *et al*, 2003).

Un comptage en cellules somatiques élevé indique un problème de santé de la mamelle. Il s'agit d'une inflammation de la mamelle dont la provenance la plus fréquente est la pénétration d'une bactérie dans un quartier par le canal du trayon (SEEGERS *et al*, 2003). La mammite clinique est différenciée de la mammite subclinique que l'on met en évidence à posteriori grâce généralement aux comptages cellulaires individuels (CCI) ou à ceux du quartier (CCQ) (REMY, 2010). Les CCI élevés sont un témoin de l'incidence élevée de mammites (BARNOUIN *et al*, 1999).

Le principe du CMT repose sur l'utilisation d'une solution à base d'alkylaryl sulfonate de sodium à 4 p. 100 avec du pourpre de bromocrésol à 1/10 000 qui joue le rôle d'indicateur de pH (BENNET, 1993). Trois millilitres de lait à tester sont mélangés à une même quantité de réactif (Schalm-Test, Rhône Mérieux).

Le score du CMT va de 0 à 4 en fonction de l'aspect du mélange (FAROULT *et al*, 2003). Le CCI est expliqué en fonction de ce score dans le tableau IX.

Tableau IX : Interprétation du Californian Mastitis Test (CMT) (FAROULT *et al*, 2003)

Score	Aspect du gel	Concentration cellulaire	Interprétation
0	Mélange liquide sans précipitation	0 - 200000	Pas d'infection mammaire sub-clinique
1	Floculat très fin qui disparaît après agitation	150000 - 500000	Pas d'infection mammaire sub-clinique
2	Floculat très net sans tendance à la gélification	400000 - 1500000	Infection sub-clinique légère
3	Floculat épais avec formation d'un gel par endroits, consistance du blanc d'œuf	800000 - 5000000	Infection sub-clinique nette
4	Gel épais à la consistance d'un crachat	> 5000000	Infection sub-clinique et parfois clinique

2.3.3.3.2. Test de réduction du bleu de méthylène (T.R.B.M)

Il est appliqué au lait de chaque citerne avant son départ de la ferme et dès son arrivée à l'unité de transformation, selon la méthode standard décrite par GUIRAUD (2003), dans le but d'indiquer le niveau de contamination du lait.

10 ml de lait cru sont introduites dans un tube à essai stérile auquel on ajoute 1 ml de solution de bleu de méthylène diluée à 5%. Après une bonne agitation, le tube est incubé à

37°C pendant 4 à 5 heures. La rapidité de décoloration est directement proportionnelle au nombre de germes présents (LARPENT *et al*, 1997). La lecture s'effectue chaque 30 minutes et les résultats sont exprimés comme indiqué dans le tableau X.

Tableau X: Classement des laits en fonction du temps de réduction du bleu de méthylène (Guiraud, 2003).

Note	Appréciations	Temps de réduction du bleu de méthylène	Quantité de germes présents/ml
1	Lait contaminé	< 2 heures	Plus de 500000 jusqu'à 2000000
2	Lait peu contaminé	Entre 2 et 4 heures	Entre 100000 et 500000
3	Lait de bonne qualité	> 4 heures	Moins de 100000

2.3.3.3.3. Détection des résidus d'antibiotiques

Appliquée aussi pour les citernes au niveau de la laiterie, au moyen d'un Delvotest ^(R) SP-NT (DSM, Hollande), afin de connaître le degré d'utilisation des produits de la médecine vétérinaire (ANONYME 10, 1990).

La présence des résidus d'antibiotiques dans le lait peut parfois constituer un danger pour le consommateur en déclenchant dans de rares cas des accidents allergiques (DEWDNEY *et al*, 1991), toxiques (PERRY *et al*, 1967 ; PAWELCZAK *et al*, 2002) ou encore en favorisant l'émergence d'une microflore multi-résistante. Et, surtout être à l'origine de perturbations importantes des processus de fermentation et de maturation des produits laitiers de large consommation.

Le Delvotest SP-NT se présente sous forme d'ampoules contenant un milieu géloséensemencé par *Bacillus stearothermophilus var. calidolactis* et enrichi en éléments nutritifs de croissance, Ce microorganisme est sensible aux antibiotiques de la famille des β -lactamines en général et à la pénicilline et ses dérivés en particulier.

Ce test combine le principe de la diffusion en gélose avec le changement de couleur de l'indicateur en conséquence du métabolisme du germe testé. Les ampoules sont incubées 3 heures à 64°C et le changement de couleur est estimé.

- Une coloration jaune de l'ensemble de la gélose indique un test négatif.
- Si la gélose garde une coloration mauve à violette, le test est positive, donc présence d'inhibiteur dans l'échantillon.
- Cas de résultat « douteux », si après 3 heures d'incubation, la gélose n'est pas franchement jaune. Pour confirmer cela, le test préconise le prolongement de la durée d'incubation de 10 à 15 minutes.

2.3.4. Analyses des échantillons d'eau d'abreuvement et de nettoyage

100 ml d'eau sont prélevés dans les conditions stériles, ensuite dilués avec de l'eau physiologique jusqu'à 10^{-3} . Les germes recherchés sont la flore mésophile aérobie totale, les coliformes, les levures et les moisissures ainsi que les clostridies selon les mêmes protocoles de recherche et de dénombrement utilisés pour le lait.

2.3.5. Analyses fourragères

Les analyses fourragères sont réalisées au laboratoire de l'ITELV (Baba Ali, Alger) selon la méthode conventionnelle de l'ANONYME 7 (1975). Elles sont faites en triples (03 répétitions) et les résultats sont rapportés à la matière sèche (en %). Les protocoles d'analyse des échantillons de fourrages sont décrits en détail dans l'annexe 3.

L'estimation des rations est basée sur les quantités des aliments et des concentrés dans la ration distribuée aux vaches laitières. Alors que les apports nutritifs sont déterminés à partir des valeurs énergétiques (UFL) et azotées (PDIN et PDIE) de ces aliments, recueillies des équations et des tables des valeurs alimentaires de l'INRA de France (BAUMONT *et al*, 2007).

2.3.6. Calcul des autres paramètres

2.3.6.1. Coût de production du litre de lait inclut toutes les charges alimentaires, la main d'œuvre, les soins vétérinaires, les inséminations artificielles (si elles sont faites) et même la litière et le carburant.

2.3.6.2. Coût de l'alimentation est calculé à partir du coût de la production (prix de revient des aliments : la semence, les aliments achetés, concentrés notamment et la main d'œuvre).

2.3.6.3. Part des concentrés dans la ration totale est mesurée à travers la quantité de matière sèche ingérée apportée par ces concentrés divisée par la quantité de matière sèche de la ration totale distribuée (%).

2.3.7. Analyses statistiques des données

Une analyse statistique descriptive est réalisée pour l'évaluation des moyennes, des écarts-type, minima et maxima des différents paramètres étudiés.

Les typologies des élevages et des laits sont établies moyennant le recours à des analyses statistiques multidimensionnelles : analyse en composantes principales (ACP), une classification ascendante hiérarchique (CAH). Les analyses statistiques des données sont effectuées avec le logiciel Statistica 8.0 (2008).

Les résultats obtenus à différents niveaux de la filière laitière font l'objet d'une analyse de variance et de corrélation (ANOVA). Le seuil de signification est fixé à $p < 0,05$.

Les valeurs des variables microbiologiques sont transformées en Log10 afin de réaliser les tests statistiques paramétriques (moyennes, écarts-type, minima et maxima).

Pour mettre en relation les caractéristiques des laits et les pratiques des éleveurs, la démarche est de constituer des classes de laits présentant des caractéristiques homogènes, puis d'analyser les relations entre ces classes et les caractéristiques des animaux et leur conduite.

Les classes de lait sont élaborées à l'aide d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), construite à partir des résultats d'une Analyse en Composantes Principales (ACP).

III. Résultats et discussion

La partie expérimentale de la présente étude a été développée en quatre chapitres complémentaires :

Chapitre 1. Analyse descriptive des fermes étudiées et typologies des élevages.

Chapitre 2. Caractérisation des pratiques d'élevage.

Chapitre 3. Qualités physico-chimiques et microbiologiques

Chapitre 4. Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait cru.

3.1. Chapitre 1. Analyse descriptive des fermes étudiées et typologies des élevages

3.1.1. Assiette foncière

L'enquête a été réalisée dans la région médio-septentrionale d'Algérie, au sein de 16 exploitations de type privé, réparties dans la région d'étude comme illustré dans le tableau XI.

Tableau XI : Répartition des élevages au niveau de la zone d'étude.

Wilaya	Exploitants		
	Nombre	En (%) du total	Statut juridique
Alger	2	12,50	1 privée + 1 ex-EAC
Boumerdes	5	31,25	privées
Bouira	4	25,00	privées
Blida	3	18,75	privées
Tizi Ouzou	2	12,50	privées
Total	16	100	/

La superficie agricole utile et de la surface fourragère des fermes laitières montre des écarts importants. Cette assiette foncière passe de 0 à 27 ha avec des moyennes respectives de $9,3 \pm 7,77$ et $8,62 \pm 8,15$ ha (tableau XII). Sur une S.A.U totale de 149 ha des exploitations visitées, les cultures fourragères occupent une superficie de 138 ha soit environ 93% de la SAU.

Tableau XII : Distribution des élevages selon la taille des superficies agricoles utiles (SAU) et des superficies fourragères (SF).

Groupe selon la taille de la superficie (ha)		SAU			SF		
		Nombre d'éleveurs	En (%) du total	Superficie totale du groupe (ha)	Nombre d'éleveurs	En (%) du total	Superficie totale du groupe (ha)
Groupe 1	0	1	6,25	0	2	12,50	0
Groupe 2	1-5	6	37,50	21	6	37,50	20
Groupe 3	6-10	5	31,25	44	4	25,00	34
Groupe 4	11-15	0	0	0	0	0	0
Groupe 5	>15	4	25,00	84	4	25,00	84
Total		16	100	149	16	100	138

A la lumière de ce tableau, nous constatons pour la SAU et la SF, que les exploitations sont dominées à 37,5% par le groupe 2 dont la superficie est comprise entre 1 et 5 ha. Les superficies totales respectives (SAU et SF) sont de 21 ha pour la SAU et 20 ha pour la SF. Ce groupe d'éleveurs est suivi à 31,25% par le groupe 3 qui totalise 5 exploitations, dont la superficie varie entre 6 et 10 ha en ce qui concerne la SAU. Pour la SF, les groupes 3 et 5 totalisent la moitié de l'effectif des élevages visités.

Autrement dit, 75% de ces exploitations ont une S.A.U et une SF qui ne dépassent pas 15 ha. Par ailleurs, on note aussi l'existence d'une seule exploitation dont la surface agricole utile est la plus importante (27 ha). Elle est consacrée totalement aux cultures fourragères.

Pour ce qui est du rapport de l'exploitant à la terre, on note un grand nombre de locataires. Cependant notre effectif d'éleveurs est ventilé de la manière suivante :

- 14 éleveurs, (soit près de 88% du total) louent la totalité des terres sur les quelles ils cultivent les différents fourrages, et ceci auprès des propriétaires terriens privés ;
- Les deux autres ne cultivent pas du tout de fourrages bien qu'un d'entre eux détienne une sole de 10 ha, qu'il consacre entièrement pour les cultures maraîchères.

3.1.2. Analyse des troupeaux enquêtés

3.1.2.1. Taille du troupeau bovin

L'enquête a touché un effectif total de 803 têtes de bovins. La taille de ces troupeaux varie de 14 à 140 têtes, elle est en moyenne de $50,18 \pm 40,30$ têtes. Le tableau XIII illustre ces écarts.

Tableau XIII : Distribution des élevages selon la taille du troupeau bovin.

Groupes selon l'effectif de bovin (têtes)		Exploitations			
		Nombre	En (%) du total	Nombre total de têtes /groupe	Nombre moyen de têtes / exploitation
Groupe 1	11-20	3	18,75	43	14,33
Groupe 2	21-30	3	18,75	73	24,33
Groupe 3	31-40	3	18,75	112	37,33
Groupe 4	> 40	7	43,75	575	82,14
Total		16	100	803	/

Les élevages sont dominés par le groupe 5 qui totalise 7 élevages (soit 43,75% du total) et dont l'effectif de bovins est supérieur à 40 têtes. Le nombre total dans ce groupe est de 575 têtes de bovins, alors que le nombre moyen par élevage est d'environ 82 têtes.

Chacun des groupes 2, 3 et 4 situés dans la fourchette de 11 à 40 têtes totalise 18,75% des élevages, mais le nombre total de têtes par groupe et le nombre moyen de têtes par exploitation diffèrent d'un groupe à l'autre.

3.1.2.2. Taille du troupeau de vaches laitières

Un effectif de 365 têtes de vaches laitières a fait l'objet de notre étude. La taille du troupeau est variable entre 10 et 78 vaches laitières (tableau XIV).

L'analyse de ce tableau fait ressortir que ces élevages sont dominés à 37,5 % par le groupe 1 dont l'effectif est de 10 vaches dans chaque élevage; sachant que c'est l'effectif minimal retenu dans le présent travail.

Tableau XIV : Distribution des élevages selon la taille du troupeau de vaches laitières.

Groupe selon l'effectif de vaches laitières (têtes)		Exploitations			
		Nombre d'éleveurs	En (%) du total	Nombre total de têtes/ groupe	Nombre moyen de têtes/ exploitation
Groupe 1	1-10	6	37,50	60	10
Groupe 2	11-20	5	31,25	80	16
Groupe 3	21-30	2	12,50	53	26,5
Groupe 4	31-40	0	0	0	0
Groupe 5	> 40	3	18,75	172	57,33
Total		16	100	365	/

Ensuite le groupe 2 qui comprend 5 élevages (soit 31,25%), dont l'effectif varie de 11 à 20 et le nombre moyen par exploitation dans ces groupes est de 16 vaches. Pour ce qui est des autres groupes, les groupes 5 et 3 totalisent respectivement 172 et 53 vaches.

La stabulation est entravée dans la totalité des élevages visités. Pour les races des vaches laitières élevées, la Pie –Noire domine le classement avec une présence dans 75% des élevages. Elle est en coexistence avec la race Pie –Rouge dans 62,5% des élevages visités, et avec à la fois la Pie –Rouge et d'autres races (locale, race génétiquement croisée...) dans 2 élevages (soit 12,5% du total).

3.1.3. Caractérisation des exploitants

3.1.3.1. Répartition selon l'ancienneté dans la pratique de l'élevage bovin laitier et relation des éleveurs avec les laiteries

Le nombre moyen d'années d'ancienneté dans la pratique de l'élevage bovin - lait est estimé à $13,75 \pm 9,18$ ans. Il est compris entre un minimum de 3 et 39 ans. La répartition des exploitants selon le critère ancienneté, comme indiqué dans le tableau XV fait ressortir les points suivants :

- La plus grande part de notre effectif a une expérience assez importante dans le domaine de l'élevage bovin laitier, elle excède les 10 ans dans 10 élevages (soit presque 63% du total).

Cette catégorie d'éleveurs correspond à la tranche d'âge supérieure à 40 ans dans 8 cas des 10 recensés. Les deux autres cas ont un âge compris entre 31 et 40 ans.

- Cette ancienneté est assez élevée chez un seul éleveur (39 ans) qui se situe dans la tranche d'âge allant de 41 à 50 ans.

L'ancienneté avec les différentes laiteries varie d'un exploitant à un autre dans un intervalle allant de 1 an à 23 ans, la moyenne est de $7,43 \pm 6,59$ ans.

Il ressort aussi de la lecture du tableau XV que la majorité de l'effectif des éleveurs enquêtés (près de 57% du total) a une expérience courte avec la laiterie (pas plus de 5 ans). Un seul éleveur a une ancienneté très importante estimée à 23 ans.

Tableau XV : Répartition selon l'ancienneté dans la pratique de l'élevage bovin laitier et relation avec les laiteries.

Nombre d'années d'ancienneté	Dans la pratique de l'élevage		Avec la laiterie	
	Nombre	En (%) du total	Nombre	En (%) du total
1-5	3	18,75	9	56,25
6-10	3	18,75	2	12,50
11-15	2	12,50	4	25,00
16-20	5	31,25	0	0
> 20	3	18,75	1	6,25
Total	16	100	16	100

3.1.3.2. Répartition selon la distance moyenne entre la ferme et la laiterie

Cette distance moyenne nous est illustrée dans le tableau XVI. Elle varie entre 4 et 90 km avec une distance moyenne évaluée à $30,12 \pm 34$ km. Les écarts importants autour de la moyenne indiquent les grandes variabilités du paramètre mesuré (distance).

Tableau XVI : Répartition selon la distance moyenne entre la ferme et la laiterie.

Distance moyenne (km)	Exploitants	
	Nombre	En (%) du total
< 5	1	6,25
5-10	6	37,50
11-15	2	12,50
16-20	2	12,50
21-25	1	6,25
> 80	4	25,00
Total	16	100

Il ressort que :

- 7 exploitants (soit près de 44% du total enquêté), se trouvent à une distance moyenne de pas plus de 10 km de la laiterie à laquelle ils livrent leur lait ;

- Les autres exploitants (au nombre de 9), se trouvent à une distance moyenne plus élevée, allant de 81 jusqu'à 90 km dans 4 élevages. Ces derniers sont situés à Bouira et ils livrent leur lait à la laiterie fromagerie de Boudouaou (Boumerdes).

3.1.4. Analyse des pratiques d'élevage

Les pratiques d'élevage sont constituées d'un ensemble d'opérations exercées sur les animaux et sur leur milieu dans le but d'assurer leur entretien. Ainsi, sont distinguées les pratiques de conduite alimentaire, de logement, d'abreuvement, de production laitière, de reproduction et les pratiques d'hygiène et de prophylaxie.

3.1.4.1. Pratiques alimentaires

A travers l'analyse des résultats de l'enquête, on remarque que les 2 types de fourrages : secs et verts existent dans les exploitations visitées, avec dominance de l'avoine en sec utilisée comme ration de base dans la quasi-totalité des élevages (près de 94%). Le tableau XVII présente les différentes espèces fourragères destinées à l'alimentation du cheptel bovin de notre échantillon.

Tableau XVII : Les espèces fourragères destinées à l'alimentation du cheptel bovin.

Espèces fourragères	Exploitations		Type de fourrages consommés
	Nombre	%	
Vesce-avoine	5	31,25	Secs
Avoine	15	93,75	
Orge	4	25	
Avoine	8	50	Verts
Orge	5	31,25	
Maïs	3	18,75	
Trèfle	8	50	
Luzerne	3	18,75	
Sorgho	9	56,25	
Maïs	2	12,5	Ensilés
Sorgho	1	6,25	

Le foin d'avoine est suivi du sorgho dans 9 exploitations (soit près de 57% du total), de l'avoine en vert et le trèfle répartis au niveau de la moitié des élevages pour chacun d'entre eux. Les autres fourrages tels que l'association vesce-avoine et l'orge en vert sont distribués dans 5 élevages chacun, le maïs et la luzerne au sein de 3 exploitations. Quant au foin d'orge, il est présent dans 25% des unités.

L'ensilage est quasiment absent dans l'alimentation des vaches concernées par cette étude, exceptées 2 exploitations, qui le pratiquent pour une seule et même espèce fourragère à

savoir le maïs et une seule exploitation qui s'approvisionne à partir du marché de l'ensilage de sorgho.

Pour ce qui est du pâturage, il est pratiqué dans 9 exploitations. La ventilation de notre effectif nous fournit les constatations suivantes :

-7 exploitants le font sur leurs propres exploitations après la récolte, profitant ainsi de quelques résidus de cultures laissées sur place, ou des repousses d'herbes;

-2 exploitants louent des terres privées pendant le printemps, afin de faire pâturer leurs animaux et un exploitant distribue durant le printemps des fourrages naturels hachés.

La totalité des exploitants distribue le concentré sur toute l'année, à raison de deux fois par jour. Cet aliment est fabriqué par 2 éleveurs à la ferme. Les quantités distribuées par vache et par jour présentent un écart important variant entre 5,5 à 10 kg.

Cependant, la part des concentrés dans la ration alimentaire totale destinée aux vaches laitières (% de la matière sèche), montre des écarts importants d'une ferme à une autre (tableau XVIII). Elle dépasse la moitié de la ration de base dans un seul élevage dans le but de combler le déficit énorme en alimentation fourragère.

Tableau XVIII : Part de l'aliment concentré dans la ration totale des vaches laitières.

Groupes selon la part du concentré (% de MS)		Exploitants	
		Nombre	En (%) du total
Groupe 1	< 30	1	6,25
Groupe 2	30-40	5	31,25
Groupe 3	41-50	9	56,25
Groupe 4	> 50	1	6,25
Total		16	100

Il apparait clairement que le groupe 3 est constitué du plus grand nombre d'éleveurs ($n=9$) qui intègrent le concentré avec des parts moyennes en MS allant de 41% à 50%. Cette catégorie est suivie du 2^{ème} groupe dont la part de l'aliment concentré est comprise entre 30 et 40% avec 5 éleveurs (soit 31,25% du total). L'autre groupe contient 1 seul exploitant dont le concentré occupe moins de 30% du total de la matière sèche ingérée.

Dans 3 autres unités seulement, des produits industriels (pierre à lécher) sont disponibles pour une complémentation minérale. Les autres ($n=12$), ont recours au sel de cuisine.

Les animaux sont abreuvés souvent à partir de l'A.E.P (alimentation en eau potable), chaque jour et à volonté. L'eau de puits ou de citernes n'est que rarement servie et sans aucune mesure d'hygiène.

3.1.4.2. Conduite de la production laitière

L'analyse de la production laitière au sein des exploitations visitées montre des différences de production entre ces dernières comme l'illustre le tableau XIX.

Le rendement annuel par vache varie de 3053,4 à 6551,52 kg, avec une moyenne de 4433,54 kg. Ce qui demeure très faible au regard du potentiel génétique de ces élevages.

A la lumière de ce tableau, on constate que les élevages sont dominés à presque 44% par le groupe 2, dont la production est comprise entre 4001 et 5000 kg et à près de 38% par le groupe 1.

Tableau XIX : Rendements en lait réalisés.

Groupes selon les rendements en lait (kg/vache/an)		Exploitants	
		Nombre	En (%) du total
Groupe 1	3000-4000	6	37,50
Groupe 2	4001-5000	7	43,75
Groupe 3	5001-6000	2	12,50
Groupe 4	> 6000	1	6,25
Total		16	100

Ces variations de production entre les exploitations sont dues essentiellement à des conduites alimentaires différentes. Le rendement maximal (6552 kg) est enregistré au sein d'une exploitation n°7, où les vaches reçoivent quotidiennement une alimentation très diversifiée.

D'une manière générale, les analyses des performances de production laitière montrent que les niveaux de production sont faibles en raison des vêlages étalés sur toute l'année.

3.1.4.3. Conduite de la reproduction

3.1.4.3.1. Mode de reproduction

Cinq éleveurs (soit près de 32% du total), n'ont pas recours à la technique de l'insémination artificielle jugée plutôt coûteuse et non fiable. Par contre, les 11 exploitants restants préfèrent cette technique de reproduction et 4 (soit presque 37% d'entre eux), peuvent avoir recours parfois à la monte naturelle si jamais la femelle présente des chaleurs la nuit.

3.1.4.3.2. Intervalle vêlage – vêlage

Cet intervalle est très important dans la conduite de la reproduction et son impact sur la production laitière. Il est en moyenne de 452 jours avec des valeurs allant de 407,21 à 505,7 jours. Les exploitations sont dominées à 50% par le groupe 1 dont l'intervalle vêlage-vêlage oscille entre 400 et 450 jours (tableau XX).

Tableau XX : Intervalle moyen vêlage-vêlage.

Groupes selon l'intervalle moyen vêlage-vêlage (jours)		Exploitations	
		Nombre	En (%) du total
Groupe 1	400-450	8	50
Groupe 2	451-500	6	37,50
Groupe 3	> 500	2	12,50
Total		16	100

Dans les autres groupes, cet intervalle moyen dépasse 15 mois. Ceci peut être expliqué par :

- Etat physiologique de l'animal.
- Une mise à la reproduction tardive.
- Echec de l'insémination artificielle.
- Mauvaise détection des chaleurs.
- Anoestrus post-partum très allongé.

3.1.4.4. Gestion du troupeau

L'enregistrement et le suivi des performances des animaux est une pratique généralisée dans des élevages visités mais les documents exploités diffèrent d'un exploitant à un autre. Pour la plupart, il s'agit d'un carnet sur lequel sont mentionnées les informations relatives aux dates de saillies, de vêlages et à la quantité de lait livrée quotidiennement à la laiterie.

La production laitière dans les fermes étudiées est répartie en deux parts à savoir la fraction commercialisée aux laiteries et qui est nettement supérieure et celle autoconsommée (autoconsommation familiale et/ou allaitement des veaux).

3.1.4.5. Bâtiments d'élevage

Les logements des animaux sont des étables construites toutes en dur et conçues pour l'élevage bovin. Les restes des fourrages non consommés, les petites quantités de concentrés perdues par appréhension ou par renversement et les fèces sont évacuées et stockées ensemble à côté de l'étable constituant le fumier.

Pour ce qui est des locaux de stockage des aliments, ils existent chez 11 éleveurs pour les fourrages secs et chez 3 seulement pour la conservation des fourrages verts. Les fourrages sont conservés sur le sol et à l'air libre dans 5 exploitations (soit près de 32% du total), sans aucune protection contre le soleil, le vent et la pluie. Ils perdent facilement leur qualité nutritive et deviennent susceptibles d'être parasités.

La salle de traite existe chez un seul éleveur (Ex-EAC), les autres évoquent les coûts d'investissement très lourds.

3.1.4.6. Conduite de l'hygiène et de la prophylaxie

Les étables sont nettoyées à des fréquences variables d'une exploitation à une autre et selon la saison (une fois/jour en été à deux fois/jour en hiver) avec des détergents à large spectre ou bien de l'eau seulement dans presque 44% des exploitations.

Notons aussi l'existence chez la totalité des unités visitées des pontes et des gouttières pour l'évacuation des urines et l'eau afin d'éviter la saleté de la litière.

Quant à l'hygiène de la traite, certaines mesures sont prises par les unes et négligées par les autres (lavage des mains, lavage de la mamelle et du matériel avant et après la traite...).

Il n'y a pas de maladies graves ou des épidémies à déclarer. Les animaux sont régulièrement vaccinés contre les grandes épizooties par les agents vétérinaires des différentes Directions des Services Agricoles (DSA). Par ailleurs, des maladies sont fréquentes dans les élevages enquêtés, à savoir : les boiteries podales et les mammites se trouvent en tête de liste dans respectivement 81,25 et 68,75% des fermes. Viennent après les maladies respiratoires et digestives (31,25%) et enfin les infections uro-génitales comme les métrites chez 12,5% d'éleveurs.

3.1.5. Typologies des élevages considérés

3.1.5.1. Paramètres retenus pour les typologies

Les principaux paramètres retenus et qui caractérisent en détail les étables enquêtées sont illustrés dans le tableau XXI.

Tableau XXI : Caractéristiques des exploitations étudiées (n=16).

Paramètres	Minimum	Moyenne ± E-T	Maximum
Surface Agricole Utile (ha)	0	9,3±7,7	27
Surface Fourragère (ha)	0	8,6±8,1	27
Densité : vache / ha de fourrage	-	2,7±1,8	6
Nombre de vaches	10	22,8±19,2	78
Rendement en lait (kg/vache/an)	3053,4	4333,5±961,3	6551,5
Energie des concentrés (UFLait/vache /an)	1992,9	2876,2±375,2	3321,5
Energie des concentrés/kg de lait produit (Kcal)	575,0	754,7 ±109,7	947,1
Part des concentrés dans la ration totale (% de la MS ingérée)	29,2	42,4±5,9	53,25
IV-V (j)	407,2	452,1±31,7	505,7
Coût de production d'un litre de lait (Da)	30,4	37,8±5,1	45,2
Coût des aliments/ coût total (%)	53,2	69,9±7,0	82,7

D'importants écarts sont notés entre les différents paramètres étudiés. Les exploitations laitières se caractérisent par une superficie fourragère moyenne de 8,6 ha par exploitation.

L'étude a cerné un effectif total de 365 têtes de vaches laitières avec une moyenne de 22,8 vaches par ferme et une densité de 2,7 vaches/ ha de fourrage. Les concentrés constituent 29 à 53 % du total de la ration, soit une moyenne de 42,4 %.

Dans une étude antérieure menée par MADANI *et al* (2004), en zone semi-aride en Algérie, des résultats légèrement différents ont été soulignés, la quantité de concentré a représenté entre 42 et 53 % de MS ingérée. Des valeurs moyennes variables entre 40,9 et 70,5% de l'énergie totale avec une moyenne de 56 % ont été rapportées par GHOZLANE *et al* (2009) dans les exploitations de l'Est de l'Algérie (Constantine).

Le résultat a été plus élevé (73,1%) dans les élevages intensifs au Maroc (SRAÏRI et KESSAB, 1998), alors qu'en France, sur l'île tropicale de la Réunion, où les éleveurs manquent de fourrages, des quantités importantes de concentré sont distribuées, elles représentent en moyenne 55 % de la MS ingérée (BONY *et al*, 2005).

Les rendements laitiers annuels permis par vache dans les 16 élevages enquêtés fluctuent entre 3053,4 et 6551,5 kg avec une moyenne de 4333,5 kg. D'importantes variations avec un coefficient supérieur à 10% sont observées dans la totalité des élevages pour ce paramètre, mais les plus élevées (CV > 20%) concernent 7 exploitations (soit près de 44% du total). Cette variabilité est surtout liée à l'animal lui-même : race, stade de lactation, rang lactation et durées de lactations différentes (MILLOGO *et al*, 2008).

Une production laitière moyenne permise par vache plus élevée (4884 kg) a été signalée au niveau de 70 élevages de la zone de Médéa (KAUCHE *et al*, 2012).

Le coût moyen de production du litre de lait dans cette étude est de 37,82 Da, il dépasse chez 11 éleveurs le prix de vente aux laiteries fixé en 2012 à 34 Da le litre pour un lait titrant 34g/l de matières grasses. Ce prix de production élevé s'observe surtout dans les exploitations où le concentré est utilisé à un taux supérieur à 50 % de la ration totale ingérée. Il est compensé par la prime de 12 Da octroyée pour chaque litre de lait produit.

Les résultats obtenus montrent que près de 70% du coût de production du litre de lait cru est attribué à l'alimentation. Cette valeur varie largement entre 53,2 et 82,7%. Tandis que GHOZLANE *et al* (2009) ont noté un rapport moyen plus élevé (80%).

L'insémination artificielle se pratique dans environ 69% des élevages. L'écart entre deux vêlages est variable d'une exploitation à une autre et au sein d'une même exploitation. En effet, cet écart présente de fortes variations (CV = 23%) dans une seule unité de production. Il est supérieur à 7% dans le reste des unités. Il dépasse les objectifs économiques de 12 mois dans la totalité des fermes avec une moyenne de 452,1 jours.

Un des facteurs couramment avancé pour expliquer ces retards est la conduite de la reproduction avec un allongement de l'intervalle entre la mise-bas et la saillie fécondante. Cependant, un allongement de l'intervalle entre vêlages de 4 à 6 mois par rapport aux normes avec une moyenne de 420 jours dans près de 83 % des élevages enquêtés a été rapporté dans l'étude réalisée par KAOUCHE *et al* (2012).

La maîtrise de la reproduction constitue un facteur déterminant dans l'économie d'un élevage. En effet, la présence d'animaux qui ne se reproduisent pas augmente les charges de l'éleveur et empêche le renouvellement du troupeau. Cependant, les améliorations des pratiques d'élevage, dont l'alimentation ont un effet positif sur les intervalles entre vêlages (COMPERE et DUPONT, 2005).

D'après SRAÏRI *et al* (2013), les contre-performances enregistrées au Maroc dans la majorité des étables à faible niveau de rendement (moins de 2500 kg de lait/vache/an) proviennent souvent d'une alimentation des vaches mal maîtrisée, issue d'une insuffisance quantitative et qualitative des fourrages.

3.1.5.2. Typologie des élevages selon leurs caractéristiques

L'enquête a permis de distinguer quatre types d'élevage à partir d'une analyse en composantes principales (ACP), réalisée sur 10 variables structurelles et technico-économiques actives, suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). Les trois premiers facteurs de l'analyse qui expliquent 68% de variabilité totale, sont pris en compte.

Le premier facteur est lié à 30,3% de la variabilité totale, le deuxième à 22,8% et le troisième à 15,3% comme précisé dans le tableau XXII.

La corrélation entre les variables sélectionnées et les principaux facteurs (PF) indique que les variables qui influent fortement (PF1, PF2 et PF3) sont respectivement les superficies et l'effectif de vaches laitières pour PF1= paramètres de structure de l'exploitation. L'énergie des concentrés /vache/an et par kg de lait produit ainsi que la part du concentré dans la ration totale pour PF2= variables liées à la stratégie alimentaire. L'intervalle entre vêlages, rendements, coût de production et coût des aliments pour PF3= variables liées aux paramètres de gestion de la reproduction et de la production laitière ainsi que l'économie de production.

Cependant la corrélation déterminée par les axes 1 et 2 entre le plan directeur et les variables retenues apparaît dans la figure 4. Sur l'ensemble des variables, l'effectif en vaches dans l'échantillon d'étude semble être fortement lié ($R=0,78$) à la taille de la superficie fourragère ($p<0,01$), mais faiblement corrélé ($R=0,18$) au rendement laitier, lui-même lié à une mauvaise conduite de l'élevage (tableau XXIII).

Tableau XXII : Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) et axes de variation déterminés.

Axes	Variables	Corrélation de la variable à l'axe	Variabilité totale (%)	Variation cumulative (%)
Axe 1	-Superficie agricole utile (SAU) -Superficie fourragère (SF) -Nombre de vaches laitières (NVL)	0,76 0,87 0,75	30,3	30,3
Axe 2	-Energie des concentrés par vache et par an (ECVA) -Energie des concentrés par kg de lait produit (ECKL) -Part du concentré dans la ration totale (PCRat)	-0,68 -0,63 -0,63	22,8	53,1
Axe 3	-Rendement en lait par vache et par an (RLVA) -Intervalle vêlage-vêlage (IVV) -Coût de production d'un litre de lait (CPLL) -Coût des aliments /coût total (CA/CT)	0,30 0,51 -0,75 -0,49	15,3	68,4

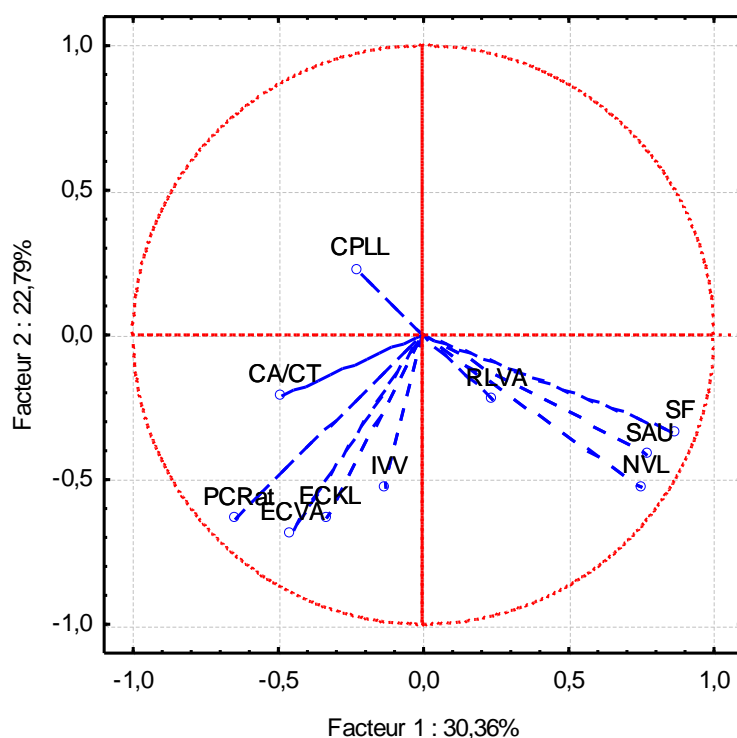


Figure 4 : Représentation des variables structurales et technico-économiques des fermes laitières sur les axes 1 et 2 déterminés par l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

Cependant, les énergies (ECVA et l'ECKL) sont fortement corrélées à la part du concentré dans la ration totale (PCRat), avec respectivement ($R=0,75$), $p<0,01$ et ($R=0,55$), $p<0,05$. Ce qui démontre la part élevée de l'énergie fournie par les concentrés dans le bilan énergétique total.

Tableau XXIII : Corrélations entre les différents paramètres étudiés.

	SAU	SF	NVL	RLVA	IVV	ECVA	ECKL	PCRat	CPLL	CA/CT
SAU	1,00	0,93	0,75	0,11	-0,14	0,00	0,00	-0,14	0,04	-0,13
SF		1,00	0,78	0,20	-0,05	-0,11	-0,15	-0,31	-0,09	-0,19
NVL			1,00	0,18	0,24	-0,04	0,04	-0,13	-0,29	-0,21
RLVA				1,00	0,13	-0,05	0,08	-0,08	-0,20	-0,02
IVV					1,00	0,29	0,29	0,23	-0,29	0,03
ECVA						1,00	0,40	0,75	0,01	0,29
ECKL							1,00	0,55	-0,10	0,09
PCRat								1,00	0,10	0,49
CPLL									1,00	0,33
CA/CT										1,00

SAU : Surface Agricole Utile, **SF** : Surface Fourragère, **NVL** : Nombre de vaches laitières, **RLVA** : Rendement en Lait /vache/an, **IVV** : Intervalle Vêlage-Vêlage, **ECVA** : Energie fournie par les Concentrés /vache /an, **ECKL** : Energie fournie par les Concentrés pour un kg de Lait produit, **PCRat** : Part des Concentrés dans la Ration Totale, **CPLL** : Coût de Production du Litre de Lait. **CA/CT** : Coût des Aliments /Coût Total.

3.1.5.3. Caractérisation des groupes d'exploitations identifiées

Quatre groupes typologiques sont retenus comme illustré dans la figure 5.

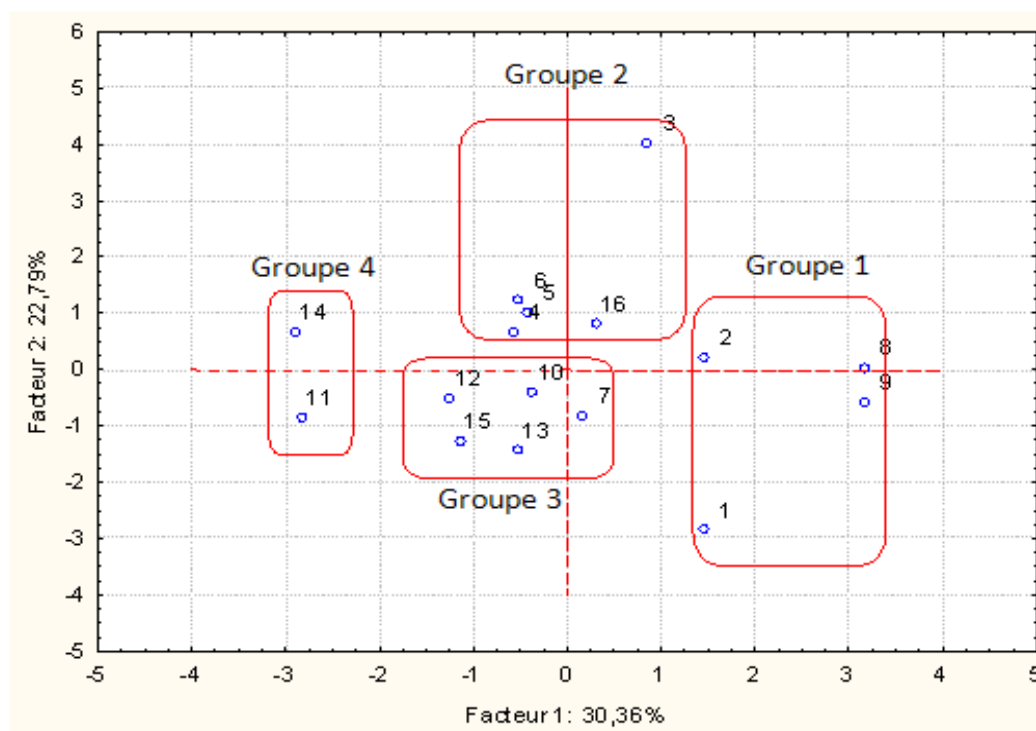


Figure 5 : Représentation graphique des groupes d'éleveurs déterminés par les axes 1 et 2.

*Groupe typologique 1 : "**Exploitations de grande taille, à tendance fourragère**". Ce groupe contient 4 fermes avec une SAU complètement occupée par les cultures fourragères (21ha). Ceci signifie que ce groupe d'éleveurs favorise l'exploitation des fourrages par rapport aux concentrés dans le bilan énergétique des vaches (part des fourrages la plus importante par rapport aux autres groupes et comparativement à la moyenne, soit 61,8% de la ration totale).

D'autre part, une moyenne de 2909,1 UFL est fournie à partir des concentrés par vache annuellement. Ce qui est légèrement supérieur à la valeur moyenne de 2876,2 UFL et inférieur par rapport aux groupes 3 et 4. Cependant les charges économiques restent négatives et supérieures aux moyennes générales (coût de production=38,4 Da et coût des aliments =71,83% du coût total). Ceci peut être dû à la difficulté de gestion de l'effectif important en vaches dans ce groupe ($n=47$).

En effet, ces grands troupeaux nécessitent beaucoup plus de nourriture, de main d'œuvre et de soins, ce qui augmenterait les charges. La productivité moyenne annuelle est élevée, de l'ordre de 4328,6 kg. Elle est presque égale à la moyenne (4333,5 kg). C'est le groupe des éleveurs en début de spécialisation dans le domaine de la production laitière.

*Groupe typologique 2 : "**Exploitations de petite taille aux moyens limités**". Les 5 exploitations de ce groupe se caractérisent par des rendements moyens inférieurs à la moyenne (4146,5 kg) et une consommation énergétique provenant des concentrés relativement faible par rapport aussi à la moyenne (2508,3 UFL annuellement). Les concentrés ne représentent que 39,3% de la ration totale ingérée distribuée aux vaches laitières. En effet, ce groupe d'éleveurs enregistre des dépenses destinées à l'alimentation inférieures aux moyennes. Le coût de production est de 37,1 Da/litre de lait et les charges alimentaires sont minimales (65,17%).

Mais bien qu'il détienne un effectif de vaches et une superficie fourragère (SF) les plus réduits (3,6 têtes et 3,8 ha), ce groupe d'éleveurs ne dispose pas de moyens financiers pour l'approvisionnement en aliment concentré afin d'améliorer les rendements.

*Groupe typologique 3 : "**Exploitations spécialisées**". Ce type est constitué de 5 exploitations rentables, avec des rendements moyens les plus élevés (4833,4 kg) et un coût de production le plus faible (35,2 Da le litre). Dans ce groupe, une proportion relativement élevée de l'énergie est assurée par les concentrés (3105,4 UFL/vache et par an) qui sont utilisés de façon intensive (46,4%) mais efficacement valorisés. Ce qui signifie qu'une bonne conduite alimentaire est pratiquée dans ces exploitations afin de couvrir les besoins des animaux.

Le prix de revient des aliments est moyennement faible par rapport aux autres groupes et légèrement inférieur à la moyenne (69,2%).

*Groupe typologique 4 : "**Exploitations sans sols**". Ce groupe renferme 2 élevages dont les caractéristiques principales sont l'absence totale de productions fourragères (SF=0) et un effectif de 10 vaches dans chaque ferme. La contribution déterminante des concentrés dans le bilan énergétique global (48,8% de MS et 3157,3 UFL/vache annuellement) est à signaler.

Ces aliments concentrés n'ont été que mal convertis en lait puisque les rendements enregistrés sont les plus faibles (3561,2 kg). Ce recours à l'achat massif des aliments (fourrages et concentrés) n'a fait qu'alourdir les charges de ces exploitants : coût de production du litre de lait le plus élevé (45,1 Da) et un prix des aliments très important (79,3% du total). Cette catégorie représente typiquement les fermes laitières des petits exploitants.

Les résultats de cette étude confirment l'importance de l'effet de l'alimentation dans la diversité des systèmes d'élevage dans la région d'étude. Ce qui est cohérent avec les résultats des travaux de SRAÏRI et LYOUBI (2003) ; WALKER *et al* (2004) ; MILLOGO *et al* (2008) et GABBI *et al* (2013) réalisés respectivement au Maroc, en Australie, à Burkina Faso et au Brésil.

Les différents paramètres caractérisant les 4 groupes de fermes identifiés sont représentés dans le tableau XXIV.

L'examen de l'ensemble des caractéristiques structurelles et technico-économiques des élevages étudiés montre qu'il n'existe pas un type d'élevage idéal qui réunirait en même temps des apports raisonnés fourrages /concentrés dans la ration totale ingérée, (type 2) afin que les animaux puissent extérioriser le maximum de leur potentiel de production (type 3), une quantité d'énergie optimale fournie par les concentrés annuellement (types 1 et 3), un coût minimal de production du litre de lait (type 3) avec des charges alimentaires les moins onéreuses (type 2).

En général, les groupes typologiques 1, 2 et 3 qui totalisent 14 éleveurs des 16 enquêtés enregistrent tous des rendements laitiers supérieurs à 4000 kg, ceci malgré la part de l'énergie fournie par les fourrages différente d'un groupe à un autre (61,8 ; 60,7 et 53,6%). D'autre part, un seul groupe qui renferme 2 exploitations dont les rendements enregistrés sont faibles (3157,3 kg), ceci peut être dû à l'emploi excessif d'aliments concentrés qui ne sont pas valorisés dans leur totalité, associé à des achats massifs de fourrages qui sont mal exploités en l'absence de rationnement et de formulations alimentaires, ce qui a conduit à de lourdes dépenses.

Tableau XXIV : Caractéristiques des groupes d'exploitations identifiés et appréciation de la typologie.

Groupes d'élevages Effectifs	Groupe 1 (n=4)	Groupe 2 (n=5)	Groupe 3 (n=5)	Groupe 4 (n=2)
Superficie agricole utile (ha)	21	3,8	7,2	5
Superficie fourragère (ha)	21	3,6	7,2	0
Nombre de vaches laitières	47	12,6	18,8	10
Rendement en lait par vache/ an (kg)	4328,6	4146,5	4833,4	3561,2
Energie des concentrés/vache/ an (UFL)	2909,1	2508,3	3105,4	3157,3
Energie des concentrés/kg de lait (kcal)	727,2	700,1	828,7	761,1
Part du concentré dans la ration totale (% de la MS)	38,2	39,3	46,4	48,8
Coût de production d'un litre de lait (Da)	38,4	37,1	35,2	45,1
Coût des aliments /coût total (%)	71,8	65,1	69,2	79,3
Appréciation générale sur les fermes	Exploitations de grande taille, à tendance fourragère	Exploitations de petite taille, aux moyens limités	Exploitations spécialisées	Exploitations sans sols

Les performances elles-mêmes des animaux sont faibles bien que 94% des vaches soient importées et donc de valeur génétique élevée (Frisonne Pie Noire et Pie Rouge). Cependant, les contraintes liées à l'élevage sont nombreuses et leur levée demandera un arsenal de moyens humains et financiers. Parmi ces contraintes, on retrouve au premier lieu le facteur alimentaire qui représente l'handicap majeur de toute la filière de production laitière.

3.2. Chapitre 2. Caractérisation des pratiques d'élevage

12 exploitations représentatives des 16 ayant déjà fait l'objet de la typologie des élevages ont été choisies. Ces fermes se répartissent comme suit :

- 4 exploitations du 1^{er} groupe typologique ;
- 4 exploitations appartenant au 2^{ème} groupe ;
- 3 exploitations du 3^{ème} ;
- Et enfin, une seule ferme prise du groupe typologique 4.

Leur choix s'est principalement basé sur l'acceptation des éleveurs de participer dans le suivi mensuel de leurs exploitations, y compris les contraintes des prélèvements des échantillons de lait.

L'étude a cerné un effectif total de 295 têtes de vaches laitières avec une moyenne de 24,58 vaches par ferme et une densité moyenne de $2,83 \pm 1,4$ vaches / ha de fourrage. La taille des différentes superficies est en moyenne de $11 \pm 8,13$ et $10,08 \pm 8,8$ ha respectivement pour la SAU et la SF.

Les pratiques d'élevage au sein des exploitations prospectées sont abordées à travers 2 aspects : (i) pratiques hygiéniques et (ii) pratiques alimentaires.

3.2.1. Pratiques hygiéniques

Les enquêtes mensuelles réalisées ont permis d'identifier les paramètres qui caractérisent les pratiques hygiéniques et qui influent sur la qualité microbiologique du lait à la ferme. Ces pratiques hygiéniques sont très diversifiées comme indiqué dans le tableau XXV.

Dans toutes les exploitations prospectées, la propreté de l'étable, de la machine à traire et de la cuve de réfrigération est jugée moyenne. La litière est rarement présente ($n=4$ élevages), elle est souvent de type paille au sein de 3 exploitations, où elle n'est renouvelée qu'après son accumulation. Dans une seule unité (Ex-EAC), le tapis antidérapage est utilisé pour la sécurité des animaux.

Le bâtiment d'élevage est désinfecté au moins une fois par jour et à l'eau de javel dans la majorité des fermes ($n=7$), si non à l'eau seule dans le reste des élevages. Quant à la machine à traire, elle est contrôlée au minimum 1 fois par an dans la majorité des unités visitées ($n=10$).

Le lait est conservé dans des seaux que les éleveurs mettent à refroidir dans de grands réfrigérateurs dans 4 fermes. Dans le reste, la cuve de réfrigération est présente pour la conservation et le refroidissement du lait trait.

Les trayeurs sont souvent au nombre de deux dans 8 fermes. Des combinaisons ou des blouses sont portées et leurs mains sont lavées avant la traite dans respectivement 7 et 9 élevages.

Tableau XXV: Pratiques hygiéniques à l'exploitation liées à la qualité microbiologique du lait.

Pratiques d'hygiène	Fréquence d'application / exploitation (n/12)	%
Présence de litière	4	33,33
Type de litière		
-paille	3	25
-chaux	1	8,33
-tapis anti-dérapage	1	8,33
Renouvellement de la litière		
-après son accumulation	3	25
-évacuation quand elle est sale.	1	8,33
Désinfection bâtiment		
- 1 fois /jour	8	66,66
-2 fois/ jour	4	33,33
Désinfectant		
-Eau de javel	7	58,33
- Eau seule	5	41,66
Note de propreté de l'étable		
-satisfaisante	2	16,66
-moyenne	7	58,33
-faible	3	25
Fréquence de contrôle de la machine à traire / an		
-1 fois/ an	10	83,33
-2fois/an	1	8,33
-plus de 2 fois/an	1	8,33
Note de propreté de la machine à traire		
-satisfaisante	2	16,66
-moyenne	9	75
Note de propreté de la cuve de réfrigération		
-satisfaisante	8	66,66
-moyenne	4	33,33
Nombre de trayeurs		
- Un seul	4	33,33
- Deux	8	66,66
Port d'habits spéciaux pour la traite	7	58,33
Lavage des mains du trayeur avant la traite	9	75
Nettoyage de la mamelle avant la traite		
-Avec douchette :	6	50
-Avec des lingettes collectives	2	16,66
-Avec des lingettes individuelles	4	33,33
Eau de nettoyage		
-froide	5	41,66
-tiède	1	8,33
Désinfectant		
-eau de javel	4	33,33
-autre (iode)	1	8,33
Elimination des 1ers jets		
-Sur le sol	7	58,33
-Dans un récipient	5	41,66
Vaches mamiteuses traites en dernier :		
- à la machine	2	16,66
- à la main	10	83,33

La pratique de nettoyage de la mamelle est généralisée mais avec des moyens différents d'une exploitation à une autre (douchette et lingettes), avec souvent de l'eau froide ($n=5$) et de l'eau de javel ($n=4$).

Les premiers jets sont éliminés sur le sol dans la majorité des fermes ($n=7$), dans le reste des élevages, ils sont récupérés dans un récipient. La traite des vaches mamiteuses se fait manuellement dans près de 84% du total des unités.

Le séchage de la mamelle et des mains avant la traite, le pré et le post-trempage ainsi que l'hygiène des trayons (soins et nettoyage) ne sont pas évoqués car ils sont très peu ou pas pratiqués.

La totalité des troupeaux est en stabulation entravée. La salle de traite n'existe que dans un seul élevage ($n^{\circ}8$), le reste des éleveurs pratiquent la traite dans l'étable. La traite est automatique dans presque la totalité des fermes visitées ($n=11$, soit 91,66% du total), elle ne s'effectue manuellement que dans un seul élevage ($n^{\circ}11$), faute de disponibilité de la machine à traire.

3.2.2. Pratiques alimentaires

La ration de base constituée essentiellement de foin d'avoine assure très souvent la quasi-totalité des apports en fourrages en saison froide au niveau des élevages enquêtés, exceptés les élevages qui distribuent l'ensilage en parallèle. En saison chaude de la période d'étude, les fourrages distribués contiennent en plus du foin, des fourrages verts. Ceci dépend des stratégies alimentaires adoptées ainsi que les objectifs de chaque éleveur.

Les cultures fourragères pratiquées au niveau des exploitations étudiées correspondent à sept espèces différentes : l'avoine, l'association vesce –avoine, l'orge, le trèfle, le maïs, la luzerne et le sorgho. Le foin est distribué quotidiennement aux vaches laitières, il est complété par le concentré en quantités variables d'une ferme à une autre allant de 5,5 à 10 kg, soit une moyenne de 8,66 kg.

La quantité journalière de matière sèche (MS) ingérée de la ration totale distribuée est en moyenne de $18,83 \pm 1,89$ kg /vache. Cette valeur est proche de celle trouvée par GHOZLANE *et al* (2009), chez les troupeaux de l'Est de l'Algérie (Constantine), qui était de $19,3 \pm 2,02$ kg/vache/jour.

L'analyse des calendriers fourragers (annexe 4) montre une dépendance flagrante de ces exploitations vis-à-vis des concentrés dans le but de combler le déficit en fourrages.

La plupart des exploitants ($n=10$) achète les aliments concentrés composés à partir des usines (ONAB et quelques firmes privées de Sétif et d'Aïn Ouessara). Les concentrés

fermiers sont fabriqués par deux éleveurs uniquement. Ce type de concentré a fait l'objet d'un ensemble d'analyses dans le cadre de la présente étude afin de déterminer sa valeur nutritive.

Une seule ferme (n°11), ne dispose pas de sole fourragère, l'alimentation de son cheptel est basée essentiellement sur les foin et les concentrés achetés sur toute l'année. L'autre source d'énergie provient des pacages des terrains non exploités, mais la disponibilité limitée de l'herbe sur ces lieux amène l'éleveur à fournir des niveaux élevés de concentrés.

Un autre type de concentré est distribué de la mi-octobre jusqu'au mois de décembre, au sein de la ferme n°7 à savoir le maïs en grains secs moulu pour apporter un surplus énergétique aux vaches pendant la saison froide. L'affouragement en vert dans les élevages suivis est limité aux périodes de sa disponibilité qui correspond en grande partie à la saison chaude dans notre étude (printemps et été).

D'ailleurs, les principaux éléments caractérisant les exploitations visitées sont résumés dans le tableau XXVI. Sa lecture fait ressortir que les concentrés sont intégrés dans la ration alimentaire des vaches laitières à hauteur comprise entre 29 et 53 % du total de MS ingérée.

La moyenne est de 42,14%. Des valeurs supérieures sont notées dans la moitié des exploitations de notre échantillon, à savoir n°4, 6, 7, 10, 11 et 12 (figure 6). Ce taux est \geq 50% dans les exploitations n°10, 11 et 12.

Tableau XXVI : Caractérisation de l'alimentation, des performances laitières et de la reproduction des vaches dans les élevages considérés (n=12).

Paramètres	Minimum	Moyenne \pm E-T	Maximum
Energie des concentrés (UFLait/vache /an)	1992,9	2874,98 \pm 400,98	3321,5
Energie des concentrés/ kg de lait produit (Kcal)	608,85	741,32 \pm 102,95	896,36
Part du concentré dans la ration totale (%MS)	29,26	42,14 \pm 6,85	53,25
Rendement en lait (Kg/vache/an)	3053,4	4443,92 \pm 1038,27	6551,52
IV-V (j)	407,21	439,31 \pm 24,19	469,44

Par ailleurs, la quantité moyenne d'énergie issue annuellement des concentrés par vache dans tous les élevages étudiés avoisine les 2875 UFL, valeur légèrement inférieure mais proche de celles trouvées dans les élevages marocains par SAÏRI et LYOUBI (2003), qui était de 2924 UFL et SRAÏRI *et al* (2005), de 3082 UFL.

Cette énergie varie dans une gamme allant de 608,9 Kcal et 896,36 Kcal. La moyenne pour 1 kg de lait produit est de 741,32 Kcal. Elle est supérieure à la moyenne dans plus de la moitié des élevages prospectés (n=7, soit 58,33% du total), à savoir les fermes n°1, 4, 5, 7, 10,

11, et 12. Cette énergie a atteint son maximum dans 2 exploitations n°1 et n°11 avec une moyenne de 896,36 kcal et un minimum dans l'exploitation n° 3 avec 575,02 kcal.

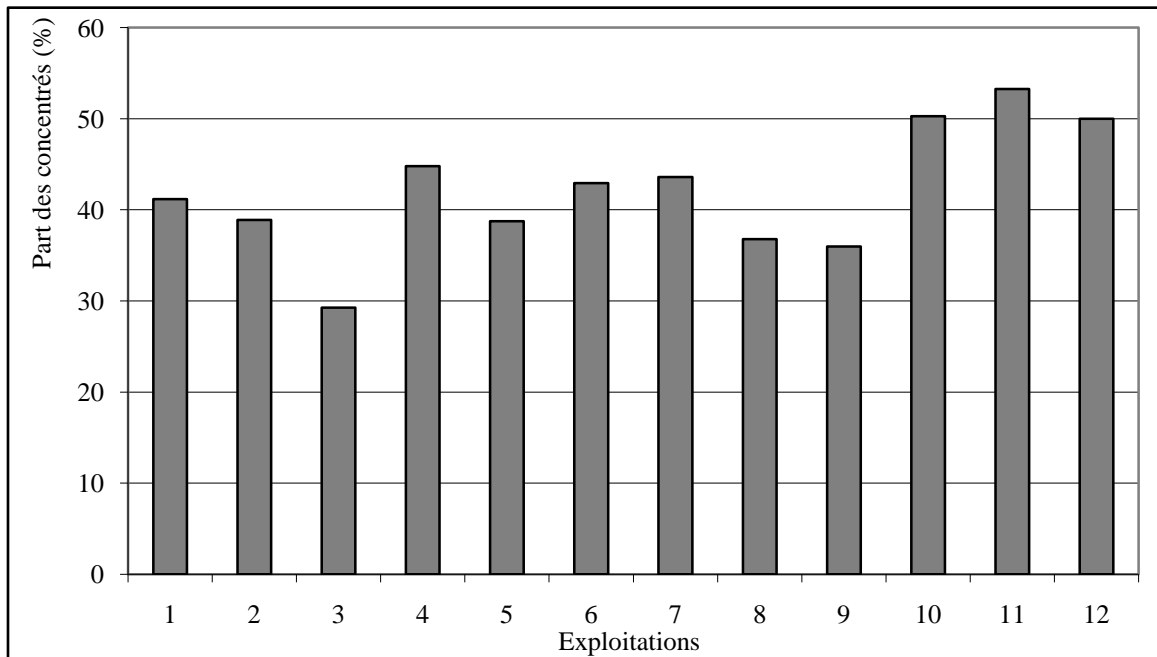


Figure 6: Part des concentrés dans la ration alimentaire totale distribuée par exploitation.

La productivité annuelle résultant de la conduite alimentaire des troupeaux en question est illustrée dans la figure 7.

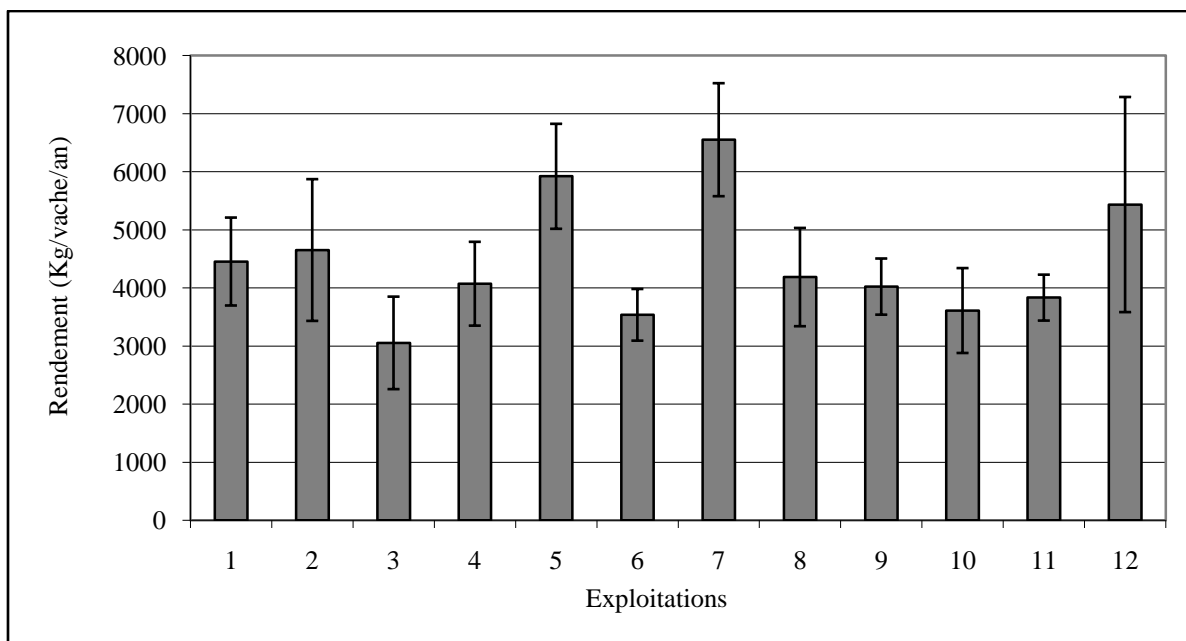


Figure 7 : Rendements moyens en lait par exploitation.

Elle fluctue entre 3053,4 et 6551,5 kg/vache, avec une moyenne de 4443,92 kg. Ce rendement laitier annuel par vache est expliqué par la consommation en concentrés. Ceci est en accord avec SUSMEL *et al* (1989), qui affirment que dans plusieurs pays de la Méditerranée, la production laitière bovine est souvent assurée à "coups de concentrés". C'est ce qui a été rapporté aussi dans l'étude menée à Tizi Ouzou par BOUZIDA *et al* (2010).

Le rendement le plus important est constaté dans l'exploitation n°7 (6551,52 kg), alors que le plus faible, dans la ferme n°3 avec 3053,4 kg.

Toutefois, cette performance moyenne reste très en deçà des potentialités des vaches de notre échantillon d'étude (dominées par des races importées à fort potentiel de production : Pie- Noire et Pie-Rouge).

Les variations de ces paramètres entre les différentes fermes sont expliquées par les stratégies et les objectifs de production adoptés pour chaque exploitation. Certains semblent privilégier une production maximale de lait avec la diminution des dépenses en concentrés en tablant sur la production de fourrages à la ferme (exploitations 7, 10 et 12) tandis que d'autres visent un rendement laitier moins important basé sur les distributions des concentrés sans pour cela négliger les fourrages (étables 1, 2, 8 et 9). 4 autres fermes (3, 4, 5 et 6) enregistrent des rendements moyens, ce sont principalement les fermes déficitaires au vu du manque de moyens financiers pour l'approvisionnement en aliment concentré.

Une seule ferme n°11, est caractérisée par l'abus d'utilisation des concentrés qui ne sont que peu convertis en lait puisque les rendements enregistrés sont inférieurs à la moyenne des troupeaux suivis (3832 kg).

L'intervalle moyen entre vêlages successifs est mal maîtrisé puisqu'il a atteint une moyenne de 439,31 jours. Le minimum (407,21 jours) est enregistré dans l'exploitation n°10 où le cheptel est régulièrement contrôlé par le vétérinaire de la ferme.

3.2.3. Qualité nutritionnelle des aliments destinés aux vaches laitières

Les résultats des analyses fourragères illustrés dans le tableau XXVII, montrent que les valeurs moyennes de matière sèche (MS) et de cellulose brute (CB) sont d'une part, trop élevées dans la totalité des fourrages secs, elles sont respectivement de 89,75 et 40,78% pour l'avoine ; 87,68 et 42,71% pour l'orge. D'autre part, ces fourrages sont pauvres en matières azotées totales (MAT : 6 et 5,42%) respectivement. Ceci explique les valeurs énergétiques et azotées faibles : 0,52 UFL, 31,17g PDIN et 56,88g PDIE pour le foin d'avoine, 0,59 UFL, 25,7 g PDIN et 52,12g de PDIE pour le foin d'orge.

Toutefois, les valeurs PDIE sont un peu élevées que celles des PDIN, ceci démontre la richesse des graminées, qu'elles soient vertes ou sèches, en énergie beaucoup plus qu'en

azote. Selon DEMARQUILLY (1981), la teneur en PDIN d'un fourrage dépend de sa teneur en matières azotées totales, de la solubilité de ces dernières et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle.

En effet, les fourrages à forte teneur en fibres sont moins appétant, moins riches en protéines et moins digestibles que les fourrages de haute qualité. Ce qui réduit la consommation de MS. En effet, une vache peut consommer 3% de son poids vif en équivalent de MS provenant d'un excellent foin, mais seulement 1,5 % d'un foin de pauvre qualité et de 1,8 à 2,2 % de son poids vif en équivalent de MS provenant d'un fourrage grossier sec de qualité moyenne (WHEELER, 1996). La qualité du fourrage grossier dépend en partie de sa teneur en fibres, laquelle augmente à mesure que mûrisse la récolte.

Tableau XXVII : Tableau récapitulatif des principaux résultats des analyses fourragères effectuées.

Aliments	Composition chimique (% de la MS)					Valeurs énergétique et azotées		
	MS	MO	MM	MAT	CB	UFL/ kg	PDIN (g/kg)	PDIE (g/kg)
Foin d'avoine	89,75±0,15	91,98±0,16	8,02±0,16	6±0,14	40,78±0,11	0,52	31,17	56,88
Foin d'orge	87,68±1,62	92,04±1,32	8,24±1,35	5,42±0,23	42,71±1,92	0,59	25,70	52,12
Avoine en vert	41,26±0,06	90,02±0,04	9,98±0,04	9,95±0,05	38,75±0,07	0,63	63,91	70,03
Orge en vert	28,19±0,83	91,2±1,09	8,36±0,37	7,56±1,02	34,78±0,19	0,61	51,19	59,06
Trèfle	14,73±0,04	83,11±0,17	12,38±0,9	9,58±0,42	20,82±0,3	0,69	95,42	61
Sorgho	58,51±0,18	88,02±4,96	6,97±0,04	11,66±1,25	35,03±0,07	0,63	73,06	72,16
Luzerne	37,71±1,15	92,78±0,03	7,22±0,03	19,87±3,13	33,32±0,04	0,75	127,55	88,94
Ensilage de maïs	36,47±1,03	86,05±0,02	9,12±0,15	17,64±1,76	36,07±0,08	0,84	45	61,1
Concentré fermier	90,50±0,81	93,22±0,15	7,09±0,15	10,16±0,84	3,11±0,47	0,91	/	/
Concentré de commerce	87,1±3,81	91,62±0,07	8,38±0,07	16,43±1,24	7,05±0,31	0,94	/	/

Tous les aliments distribués aux vaches laitières le jour de la visite présentent des teneurs moyennes en matière organique (MO) et en matière minérale (MM) presque identiques. Des teneurs moyennes supérieures respectives en ces composants chimiques sont notées dans le concentré fermier (93,22% en MO) et le trèfle (12,38% en MM).

Il s'avère aussi à travers l'analyse de ce tableau que les concentrés fabriqués à la ferme à partir des matières premières et ceci dans 2 fermes, présentent des insuffisances flagrantes en MAT, MM et CB par rapport aux concentrés de commerce. Les teneurs en MAT et en énergie sont de 10,16%, 0,91 UFL/kg pour les concentrés fermiers et 16,43% et 0,94 UFL/kg pour ceux achetés, elles sont variables mais importantes pour les deux types. Ce qui signifie que le concentré constitue un complément énergétique et azoté.

Les échantillons de fourrages verts présentent une très grande variabilité quant à leur richesse en énergie et /ou en azote, d'ailleurs la ventilation de ces fourrages fait ressortir que :

- La luzerne constitue un fourrage riche en énergie (0,75 UFL/kg) et très riche en azote (127,55 g de PDIN et 88,94 g de PDIE) par rapport aux autres fourrages;

- L'ensilage de maïs est le plus énergétique (0,84 UFL), mais sa valeur azotée est la plus faible (45 g PDIN et 61,1 g de PDIE) ;

- Et enfin, les valeurs azotées sont plus importantes dans le sorgho et le trèfle (73,06 g de PDIN et 72,16 g de PDIE pour le sorgho et 95,42 g PDIN et 61g PDIE pour le trèfle), que les valeurs énergétiques respectives (0,63 et 0,69 UFL).

Les pâtures pratiqués n'ont pas fait l'objet d'analyses fourragères car très variables d'un élevage à un autre. Leur caractéristique commune c'est qu'ils se font sur de l'herbe jeune souvent trop riche en eau et en matières azotées, mais carencées en énergie, ce qui peut provoquer des troubles métaboliques chez les animaux.

D'après SOLTNER (1990), les légumineuses fourragères surtout la luzerne et le trèfle sont météorisantes à certains stades et sous certaines conditions météorologiques. Cependant, les fourrages grossiers doivent être distribués afin de favoriser la salivation. Quant à l'ensilage de maïs, il doit être complété avec des minéraux et en azote. Le sorgho est un excellent fourrage pour l'affouragement pendant les mois d'été, mais les risques d'intoxication par l'acide cyanhydrique sont minimales si l'on évite de faire consommer les repousses trop jeunes aux animaux, ce qui limiterait les rendements.

A signaler que les résultats des analyses obtenus ne concernent que les aliments (fourrages et concentrés) prélevés sur deux saisons de l'année de notre étude et dans chaque élevage.

3.2.4. Qualité de l'eau à la ferme

Les résultats des analyses de la qualité microbiologique de 48 échantillons d'eau destinés à l'abreuvement des animaux et au nettoyage autour de la traite montrent des charges moyennes de comptage par millilitre en FMAT, présents dans la totalité des échantillons (tableau XXVIII) de 13.10^3 et de 29.10^3 ufc, respectivement en période froide et en période

chaude. Les coliformes fécaux ainsi que *Clostridium* sont absents dans tous les échantillons d'eau analysés et durant toute la période de l'étude.

Tableau XXVIII: Prévalence des germes recherchés dans les échantillons d'eau des différentes exploitations (exprimée en ufc/ml).

Germes	Moyenne	Période froide			Période chaude		
		Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max
FMAT	21.10 ³	2.10 ³	13.10 ³	41.10 ³	27.10 ³	29.10 ³	33.10 ³
Coliformes totaux	/	Absence			1.10 ¹	3.10 ¹	6.10 ¹
Levures	20.10 ³	1.10 ³	11.10 ³	21.10 ³	20.10 ³	30.10 ³	41.10 ³
Moisissures	/	Absence			2.10 ¹	1.10 ²	2.10 ²
Coliformes fécaux	/	Absence			Absence		
Clostridies	/	Absence			Absence		

Les coliformes totaux et les moisissures ne se sont développés qu'en période chaude avec des valeurs minimales presque nulles pour les deux germes. Les taux de présence sont variables, respectivement dans 69 et 43% des échantillons, les valeurs moyennes respectives par millilitre sont de 30 et 100 ufc.

Les résultats sont supérieurs à ceux rapportés par GRAN *et al* (2002) dans 26 élevages au Zimbabwe. Ces auteurs ont constaté que 68% des échantillons d'eau analysés ($n=22$) avaient un taux en FMAT > 10³ ufc/ml. Les coliformes totaux selon ces mêmes auteurs ont été détectés dans 44 % des échantillons, avec un nombre moyen de 91 ufc/ml.

Les levures sont présentes dans toutes les eaux analysées durant toute l'année de la présente étude. Les valeurs moyennes sont de 11.10³ ufc/ml en période froide et de 30.10³ ufc/ml en période chaude.

L'eau est une source importante de maladies transmissibles. Sa qualité microbiologique est évaluée principalement par la détection des coliformes fécaux (WU *et al*, 2011) qui indiquent une contamination fécale. Toutefois, l'absence de ces germes et des clostridies, considérés comme bactéries pathogènes dans la totalité des échantillons analysés sur toute l'année indique que l'eau utilisée dans les élevages prospectés est de qualité microbiologique acceptable puisque même les autres bactéries quand elles sont détectées, leur taux de présence est très faible.

Des recherches récentes avec des vaches à potentiel de production élevé (près de 32 litres /vache/jour), ont montré la grande capacité de ces animaux à s'adapter aux différentes qualités de l'eau potable en raison de l'effet tampon du rumen (VALTORTA *et al*, 2008).

3.2.5. Comptages en cellules somatiques des laits individuels

Sur un total de 295 vaches laitières présentes dans les différentes exploitations, 280 mamelles ont été examinées par le CMT (Californian Mastitis Test). Les tendances suivantes se rapportant à la situation sanitaire des vaches sont enregistrées :

- 153 vaches sont considérées comme saines (soit 54,64%), avec un taux cellulaire compris entre 150 mille et 500 mille cellules /ml de lait (score 1).

- 127 vaches présentent des mammites (soit 45,34% du total examiné), avec des taux cellulaires variables entre le score 2 et le score 4, réparties comme suit :

- 114 vaches ont des mammites sub-cliniques ou sont considérées comme douteuses (soit 40,70%). Les taux cellulaires varient entre 150 mille et 5 millions de cellules/ ml.

- 13 vaches présentent des mammites cliniques (soit 4,64%), avec un taux supérieur à 5 millions de germes / ml, montrant une situation épidémiologique très alarmante.

Notons que le test a été répété parfois pour les mêmes vaches (2 ou 3) du même élevage mais à des contrôles différents dans le but de déterminer l'évolution des mammites chez les vaches qui ont répondu positivement au test lors du contrôle précédent.

A titre de comparaison, les mammites sub-cliniques ont été détectées chez 79% des 248 vaches examinées dans l'étude réalisée par BOUFAIDA-ASNOUNE *et al* (2012) dans 10 exploitations de la région nord-est de l'Algérie. Alors qu'AGGAD *et al* (2009) ont signalé dans l'Ouest algérien que les mammites étaient décelées dans 47% des laits individuels, ce qui est proche des résultats de notre étude.

Les résultats obtenus varient d'un élevage à un autre en fonction de la diversité des pratiques des éleveurs. Ils varient aussi au sein d'un même élevage d'un contrôle à l'autre. Ceci peut être lié à la variabilité des facteurs de risque de mammites chez les vaches laitières dans chaque unité de production (tableau XXIX).

Les résultats obtenus indiquent que le nombre moyen de vaches laitières examinées par le CMT est de 23 têtes/ferme, il oscille entre 8 VL (soit 2,8%) dans l'élevage n°6 et 54 VL (soit 19,3%) dans l'exploitation n°8.

La ferme n°12 présente les deux cas extrêmes : le taux le plus élevé en mamelles très infectées (15,4% du total examiné dans cet élevage) et le moins important en mammites sub-cliniques (30,8%), par rapport aux autres fermes. A l'inverse des exploitations n°3, 5, 9 et 11 où aucune vache n'a montré de signes de mammites cliniques.

L'unité n°7 présente le taux le plus alarmant en vaches douteuses. DELFOSSE *et al* (2006), notent que c'est le type de mammites qui rend difficiles le contrôle et la surveillance des animaux.

Tableau XXIX : Résultats des différents CCI par élevage (exprimés en %).

Comptage cellulaire individuel	150.10³ < CCI < 500.10³ cellules/ml (%)	150.10³ < CCI < 5.10⁶ cellules/ml (%)	CCI > 5.10⁶ cellules/ml (%)	Total vaches examinées /ferme (%)
Nombre de vaches CCI (%)	153 (54,64)	114 (40,70)	13 (4,64)	280
Ex 1	30 (57,7)	21 (40,4)	1 (1,9)	52 (18,6)
Ex 2	9 (42,8)	10 (47,6)	2 (9,5)	21 (7,5)
Ex 3	6 (66,7)	3 (33,4)	0	9 (3,21)
Ex 4	10 (45,6)	9 (40,9)	3 (13,6)	22 (7,8)
Ex 5	5 (50)	5 (50)	0	10 (3,6)
Ex 6	3 (37,5)	4 (50)	1 (12,5)	8 (2,8)
Ex 7	19 (79,2)	14 (58,4)	1 (4,2)	24 (8,6)
Ex 8	35 (64,8)	17 (31,5)	2 (3,7)	54 (19,3)
Ex 9	18 (54,5)	15 (45,5)	0	33 (11,8)
Ex 10	7 (41,2)	9 (53)	1 (5,8)	17 (6,1)
Ex 11	4 (44,5)	3 (33,4)	0	9 (3,2)
Ex 12	7 (54)	4 (30,8)	2 (15,4)	13 (4,6)

Ces résultats ne peuvent qu'être partiellement expliqués car de nombreux facteurs influencent le nombre de cellules dans le sang ; même si la principale cause de variation reste le statut infectieux de la mamelle, d'autres facteurs ne sont pas à écarter tels que l'âge de chaque vache, le numéro de lactation, le stade de lactation, le niveau de production et la saison (SERIEYS, 1995).

Ces numérations cellulaires sont plus importantes dans la présente étude en été qu'en hiver, en accord avec les résultats de COULON et LILAS (1988) ; DUBEUF (1995) ; AGABRIEL *et al* (1995) et BONY *et al* (2005).

3.3. Chapitre 3. Qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait produit

3.3.1. Qualité physico-chimique

3.3.1.1. Laits des fermes

Les résultats des analyses physico-chimiques sont récapitulés dans le tableau XXX. La moyenne des températures mesurées à la ferme des échantillons de lait cru est de $11,18 \pm 1,71^\circ\text{C}$, avec des valeurs comprises entre 7 et 16°C . Uniquement 5 laits prélevés tous en période froide des 144 échantillons, soit 3,47% du total, répondent aux normes internationales variant entre 4 et 8°C . Alors que selon ANONYME 21 (1993), les normes algériennes exigent des températures de conservation à la ferme $\leq 6^\circ\text{C}$.

D'ailleurs, Les valeurs les plus élevées sont constatées dans les fermes où la cuve de réfrigération n'est pas disponible. Ce sont les laits des fermes n°3, 5, 11 et 12 dont les températures respectives sont de : $11,7$; $13,37$; $12,79$ et 12°C .

La température la plus élevée (16°C) est observée en avril chez l'éleveur n°5. Les pH moyens qui en résultent varient entre $6,58$ et $6,63$, avec une moyenne de $6,69 \pm 0,1$. Ce qui reste en général dans les normes (MATHIEU, 1998).

L'acidité moyenne est de $17,32 \pm 3,42^\circ\text{D}$. Elle se situe dans les normes nationales et internationales de 18°D au maximum. Cette acidité a largement varié durant toute l'année pour atteindre une valeur maximale en période chaude de 38°D chez le même éleveur n°5.

Tableau XXX: Résultats des analyses physico-chimiques.

Paramètres	Moyennes annuelles \pm E-T	Valeurs saison froide			Valeurs saison chaude		
		Min	Moy \pm E-T	Max	Min	Moy \pm E-T	Max
Température ($^\circ\text{C}$)	$11,18 \pm 1,71$	7	$10,62 \pm 1,69$	15	8,5	$11,74 \pm 1,56$	16
pH	$6,69 \pm 0,1$	6,48	$6,72 \pm 0,08$	6,88	6,37	$6,66 \pm 0,1$	6,88
Acidité ($^\circ\text{D}$)	$17,32 \pm 3,42$	14	$16,23 \pm 1,83$	21	14	$18,41 \pm 4,22$	38
Densité (g/kg)	$996,06 \pm 0,52$	994,57	$996,03 \pm 0,51$	997	994,38	$996,03 \pm 0,60$	997
Taux butyreux (g/kg)	$37,19 \pm 2,95$	29	$35,91 \pm 3,05$	42	34	$38,47 \pm 2,24$	44
Taux protéique (g/kg)	$30,18 \pm 1,13$	27	$30,08 \pm 1,22$	32	28	$30,29 \pm 1,04$	33
Extrait sec total (g/kg)	$128,17 \pm 5,54$	121,6	$128,28 \pm 4,47$	140,13	119,3	$128,07 \pm 6,46$	149,71
Extrait sec dégraissé (g/kg)	$90,94 \pm 0,29$	85,36	$92,33 \pm 4,68$	108,3	82,3	$89,54 \pm 5,99$	109,71

Les autres laits ont des températures inférieures, des pH variant entre 6,71 et 6,79 et des moyennes d'acidité comprises entre 15,5 et 17,41°D. Les moyens de réfrigération existants dans ces étables sont la cause de ces fluctuations.

Les analyses de matières utiles réalisées montrent que ces laits contiennent des teneurs moyennes de 37,19 g/kg de matière grasse et 30,18 g/kg de protéines. Ces taux sont acceptables pour les taux protéiques par rapport aux normes rapportées par PALMQUIST *et al* (1993) et WALKER *et al* (2004). Mais ils sont en dessous des normes pour le taux butyreux.

Des valeurs normales en TB (≥ 38 g/kg) concernent 69 laits des 144 analysés (soit près de 48% du total), dont une bonne partie (48/69, soit 69,5%) est observée durant la période allant d'avril jusqu'à septembre.

Des valeurs moyennes supérieures en TB (évaluées à 37,46 g/kg), mais presque similaires en TP (30,49 g/kg) ont été trouvées en France par BONY *et al* (2005) dans leur étude conduite dans 29 exploitations de bovins laitiers à la Réunion. AGABRIEL *et al* (1991) ont rapporté quant à eux des teneurs en matières grasses de 36,2 g/kg et de 30,9 g/kg en matières protéiques dans une étude réalisée dans les Alpes du Nord sur 62 exploitations laitières. Au Maroc, SRAÏRI *et al* (2009) donnent des valeurs moyennes respectives de 37,9 et 30,4 g/kg pour le TB et le TP.

Dans une autre étude menée au niveau de 143 exploitations dans deux zones (Nord et sud) du massif central, par AGABRIEL *et al* (1995), les valeurs moyennes en TB et TP des échantillons de laits prélevés mensuellement sur 14 mois, ont été respectivement de 39,06 et 30,96 g/l.

L'étude des paramètres de la qualité nutritionnelle montre que sur les 144 laits de fermes analysés, au moins un lait sur les 12 échantillons prélevés par exploitation (pour 7 fermes : n°2, 3, 4, 5, 6, 7 et 12), affiche un taux butyreux moyen < 34 g/kg, valeur minimale au-dessus de laquelle les laiteries appliquent des primes de 1 Da supplémentaire pour chaque gramme de plus en matière grasse.

La ferme n° 12 a enregistré un maximum qui est de 4 échantillons en deçà de la norme. D'autre part, toutes les valeurs moyennes annuelles enregistrées par exploitation, indiquées dans la figure 8 dépassent ce seuil minimal.

En effet, les valeurs du taux butyreux présentent des variations hautement significatives avec $p < 0,001$ entre les différentes exploitations et entre les deux saisons ($35,91 \pm 3,05$ g/kg en période froide et $38,47 \pm 2,24$ g/kg en période chaude), $p < 0,001$. C'est au cours des mois de mai, juillet, septembre et octobre que les laits sont les plus riches en matière grasse $> 38,5$

g/kg. Le taux protéique est plus important >30,5 g/kg, durant les mois de janvier, février et juin comme le montre la figure 9. Ce qui confirme les évolutions disproportionnelles entre les deux constituants de la matière utile du lait.

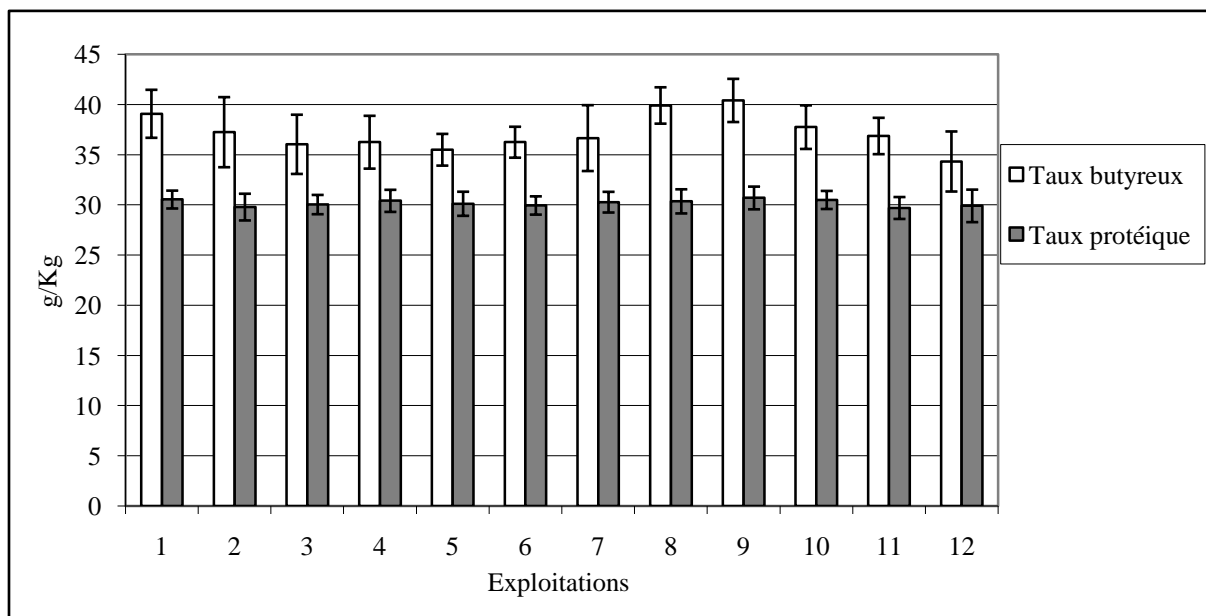


Figure 8 : Valeurs moyennes annuelles des taux butyreux et protéiques par exploitation.

L'évolution annuelle des taux butyreux et protéique des laits collectés dans les exploitations indique l'ampleur des variations du taux butyreux (CV= 7,93%) en comparaison avec le taux protéique, nettement plus stable et un faible coefficient de variation (3,74%), durant toute l'année de notre étude. Ceci est en parfait accord avec les données rapportées dans la littérature concernant la matière utile du lait cru de vache.

Le taux butyreux est cité par divers auteurs comme étant très fortement influencé par les facteurs impliqués en élevage laitier : stade physiologique des animaux, numéro de lactation, rations, climat... (PALMQUIST *et al*, 1993 ; LABARRE, 1994 ; AGABRIEL *et al*, 1995 ; MARTIN *et al*, 2003 ; WALKER *et al*, 2004 ; BONY *et al*, 2005 ; SRAÏRI *et al*, 2009 ; GABBI *et al*, 2013).

Selon FAVERDIN *et al* (2007), la valeur énergétique d'un kg de lait dépend essentiellement du taux butyreux (TB) et du taux protéique (TP) du lait.

Des taux en matières protéiques inférieurs à 30 g/kg sont observés dans 39 laits analysés (soit près de 27% du total). C'est le résultat du désintéressement des éleveurs à ce paramètre puisqu'il ne constitue pas un critère de paiement à la qualité du lait au niveau des établissements laitiers.

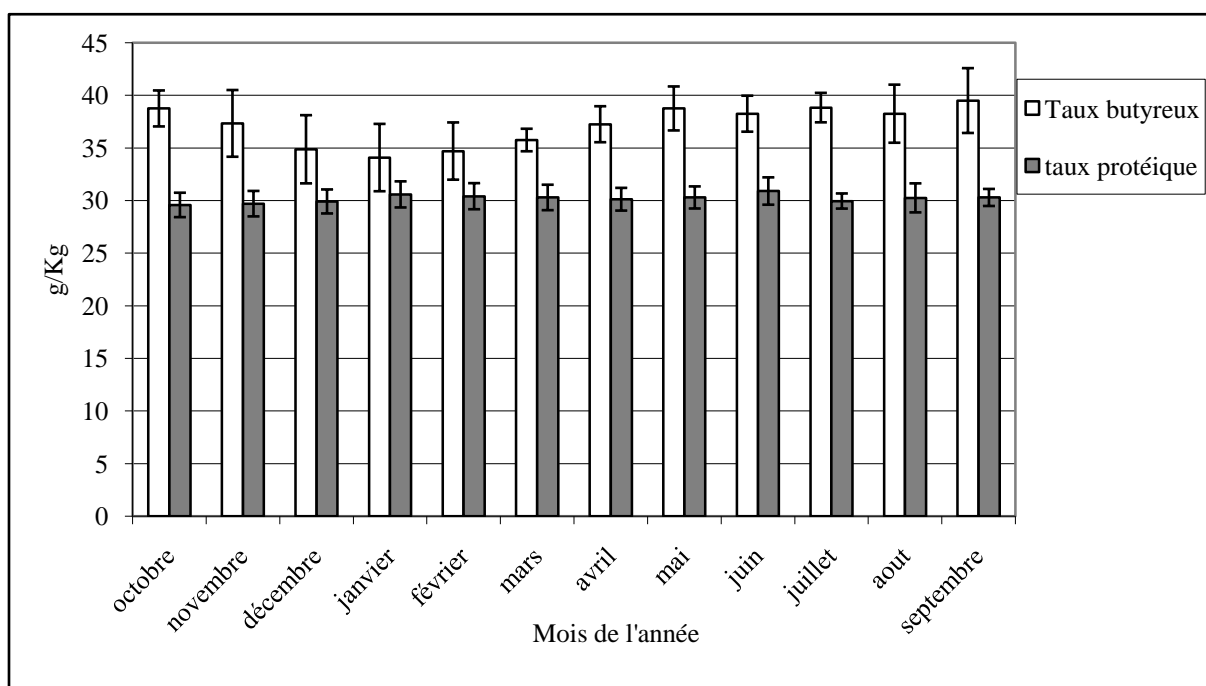


Figure 9 : Evolutions mensuelles des taux butyreux et protéiques dans les fermes.

Ce taux protéique résultant principalement des pratiques alimentaires des éleveurs de notre échantillon est jugé élevé par rapport à la norme européenne qui exige un minimum de 29 g/l, mais il se trouve en dessous de la norme française citée dans l'arrêté ministériel du 23/11/1993, qui correspond à un seuil minimal de 32 g/l.

Dans une étude menée au Massif central (France) par AGABRIEL *et al* (1995), il a été rapporté que c'est la mise à l'herbe qui s'accompagne souvent d'une augmentation considérable du taux protéique (+3g/l) entre les mois d'avril et de mai. Ces mêmes auteurs indiquent que le taux protéique à la mise à l'herbe constitue un bon indicateur de la conduite alimentaire.

Les résultats de la présente étude sont en accord avec ces résultats puisque les teneurs les plus élevées en protéines (30,9 g/kg) sont observées le mois de juin durant lequel le pâturage est pratiqué par la quasi-totalité des éleveurs ($n=5$). La différence est d'environ (+ 1 g/kg) entre juin et juillet.

En accord aussi avec les résultats des autres études (COULON et REMOND, 1991 ; BONY *et al*, 2005 ; SRAÏRI *et al*, 2009), les apports massifs en concentrés dans les rations de vaches laitières sur toute l'année, ont constitué un facteur stabilisant du taux protéique puisque un écart de 1,32 g/kg est relevé entre la valeur maximale (30,95 g/kg) et celle minimale (29,95 g/kg) dans les échantillons de lait cru analysés.

Quant au rapport TB/TP dans les 144 laits analysés, il oscille entre 1,01 et 1,46. Ce qui indique que les troupeaux suivis n'ont pas eu de problèmes métaboliques (acidose ou acétonémie) durant l'année de notre étude.

Les autres paramètres de composition chimique des laits crus analysés (extrait sec total et extrait sec dégraissé), connaissent à leur tour de faibles variations annuelles (CV=4,32% et CV=0,32% respectivement) et même entre les deux périodes, mais elles restent globalement dans les normes.

3.3.1.2. Laits de mélange au niveau des citernes

3.3.1.2.1. Caractéristiques des sites de collecte et de livraison

Cinq citernes réparties au niveau des 5 différentes zones constituant la région de notre étude ont fait l'objet de cette présente partie. Ces citernes collectent le lait des 12 producteurs ayant déjà fait l'objet d'une série d'analyses concernant les pratiques d'élevages et les échantillons prélevés (lait, eau et alimentation).

Un nombre total de 21 fermes couvrant un cheptel de 450 vaches laitières est touché, soit une moyenne d'environ 4 fermes par citerne (tableau XXXI).

Tableau XXXI : Répartition des citernes choisies dans la région d'étude.

Caractéristiques	Ci1	Ci2	Ci3	Ci4	Ci5	Total/ moyenne
Zone de collecte	Blida	Boumerdes	Alger	Tizi Ouzou	Bouira	5 zones
Laiterie de livraison	Co.Lait.Al Complexe Laitier d'Alger. (Bir khadem)	L.F.B. Laiterie Fromagerie de Boudouaou. (Boumerdes)	L.F.B. Laiterie Fromagerie de Boudouaou. (Boumerdes)	Laiterie de D.B.K. Draa Ben Khedda (Tizi Ouzou)	L.F.B. Laiterie Fromagerie de Boudouaou. (Boumerdes)	3 laiteries
Statut Juridique	public	Public	public	privé	public	2 publiques 1 privée
Nombre de fermes /citerne	5	6	2	4	4	21 Moy = 4
Le collecteur est un éleveur.	oui	non	non	oui	non	Oui:2/5 (40%) Non:3/5 (60%)
Distance moyenne fermes / laiterie (Km)	15,5	7	14	16	82,5	135 Moy = 27

Le lait est recueilli à la ferme dans la citerne et transporté vers la laiterie à bord d'un camion sur une distance moyenne d'environ 27 km. Un même établissement laitier à caractère public (L.F.B : Laiterie Fromagerie de Boudouaou), sis à Boumerdes, reçoit le lait de trois

citernes (Ci2, Ci3 et Ci5). Une seule laiterie à un statut juridique privé et deux collecteurs sont également des éleveurs dans cette étude.

Chaque collecteur est titulaire d'une licence. Il est chargé de collecter, d'échantillonner et transporter le lait vers l'établissement laitier. Il doit prélever une quantité déterminée de lait cru après agitation du tank de chaque exploitation afin de la remettre au laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie. Cet échantillon doit principalement faire l'objet d'une analyse de la quantité de matière grasse qu'il contient car c'est le seul critère de rémunération de ces producteurs.

Après décharge et avant de quitter la laiterie, la citerne est nettoyée sur place par le transporteur. Le lait frais réceptionné est destiné à subir obligatoirement un traitement thermique (pasteurisation) ou une fermentation avant sa commercialisation.

3.3.1.2.2. A la fin de la collecte

Les températures mesurées immédiatement à la fin de la collecte (M1) sont comprises entre 6 et 15°C, avec une valeur moyenne de 10,34°C (tableau XXXII). En effet, 12% des échantillons de départ ont une $T \leq 8^\circ\text{C}$. Les températures maximales atteintes (15°C) au M1 caractérisent respectivement la Ci5 et la Ci2 en période chaude (P2).

Le pH moyen est de $6,63 \pm 0,027$. En effet, 18 échantillons (soit 30% du total) ont un pH $< 6,6$ avant de quitter la ferme, avec 12 enregistrés en P2. La Ci5 détient 7 laits d'entre eux. Un pH $> 6,8$ caractérise 12% des laits analysés, dont 86% enregistrés en P1. La Ci5 connaît la valeur la plus élevée de pH (6,91) en P1 contre le minimum (6,46) dans la Ci2 en P2.

Tableau XXXII: Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru à la fin de la collecte (M1).

Paramètres	Minimum	Moyenne±E-T	Maximum
T (°C)	6	10,34±0,75	15
pH	6,46	6,63±0,027	6,91
Acidité (°D)	15	21,83±2,79	43
Densité (g/kg)	993,32	995,84±0,37	998,06
TB (g/kg)	30	35,44±1,87	41
TP (g/kg)	27	29,55±0,44	33
EST (g/kg)	90,33	119,16±4,96	124,41
ESD (g/kg)	55,46	84,90±6,13	95,06

L'acidité moyenne est de 21,83°D à la fin de la collecte, elle est très en dessus de la norme admise (évaluée à 18°D au maximum). La plus forte valeur (43°D) est observée dans la Ci5 pendant la période chaude. Des valeurs normales comprises entre 15 et 18°D pour l'acidité sont relevées, avec la plupart en P1 dans 20% des échantillons étudiés avec un seul

lait en P2. Quant à la densité mesurée en g/kg, près de 19% des échantillons de départ ne répondent pas à la norme.

Les chiffres moyens respectifs des constituants de la matière utile du lait à savoir les taux de matières grasses et protéiques sont de 35,44 g/kg et 29,55 g/kg. Un taux < 34 g/kg de TB est observé dans 13/60 laits (soit près de 22%), dont 6 échantillons dans la citerne n°5 avec la majorité (4/6) en période froide.

La Ci3 enregistre les TB le plus élevés avec une moyenne de 37,7 g/kg et aucun échantillon dans cette citerne n'a TB<34 g/kg. Contrairement à la Ci5 qui observe les TB les plus bas avec une moyenne de 32,91 g/kg.

Quant aux taux protéiques, ils sont inférieurs à 30 g/kg dans plus de la moitié des laits ($n=31$), dont 16 en période chaude. On note qu'au minimum 4 échantillons par citerne, dont 8 dans chacune des deux citernes Ci1 et Ci2 ne sont pas conformes pour la matière utile du lait.

Les valeurs moyennes de l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé sont légèrement inférieures respectivement de 3,78 g/kg et 4,16 g/kg par rapport aux normes recommandées. En effet, des variations significatives ($p<0,05$) sont enregistrées entre la saison froide et la saison chaude pour ces deux paramètres, ainsi que le pH et l'acidité. Le reste des paramètres étudiés ne montre pas de variations durant ces deux périodes ($p>0,05$).

3.3.1.2.3. A l'admission aux niveaux des laiteries

A la livraison, une diminution des températures initiales est observée avec une moyenne de 8,8°C, comme indiqué dans le tableau XXXIII. Des températures $\leq 8^\circ\text{C}$ à l'arrivée des citernes aux différentes laiteries ont caractérisé 42% du total des échantillons. La Ci5 et la Ci2 marquent respectivement des températures maximales évaluées à 13°C et ceci en période chaude (P2).

Tableau XXXIII : Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de lait cru à la livraison (M2).

Paramètres	Minimum	Moyenne±ET	Maximum
T (°C)	6	8,8±0,41	13
pH	6,45	6,62±0,03	6,9
Acidité (°D)	15	23,16±3,27	45
Densité (g/kg)	993,7	995,74±0,32	998,45
MG (g/kg)	30	35,01±1,95	41
MP (g/kg)	26	29,2±0,42	32
EST (g/kg)	93,31	122,85±5,06	128,6
ESD (g/kg)	57,32	88,18±6,57	100

Les moyennes des pH passent à $6,62 \pm 0,03$ à l'arrivée. Cependant, 19/60 échantillons (près de 32% du total), ont un $\text{pH} < 6,6$. Parmi eux, 13 laits sont constatés en P2 et dont 8 (soit 42%) dans la Ci5. Cependant 8,33% des laits ont un $\text{pH} > 6,8$, tous en période froide (P1). La valeur la plus élevée est observée dans la Ci1(6,9).

L'acidité passe à $23,16^\circ\text{D}$, avec une valeur maximale (45°D) enregistrées dans la Ci5 pendant la période chaude (P2). Des valeurs normales comprises entre 15° et 18°D pour l'acidité sont relevées aussi en M2, avec la plupart en P1 dans 18,33% des laits analysés avec un seul lait en P2.

Quant à la densité, près de 23,33% des échantillons à la livraison ne répondent pas à la norme. Le taux de matière grasse ($35,01 \pm 1,95$ g/kg) reste globalement proche des valeurs exigées pour l'admission à la laiterie. Les plus fortes valeurs (37,29 g/kg) sont enregistrées dans la citerne n°3, suivie de la citerne n°4 (36,5 g/kg). Les autres citernes connaissent des taux en TB inférieurs à la moyenne annuelle. La plus faible moyenne est observée dans la Ci5 (32,33 g/kg).

Un taux butyreux < 34 g/kg est constaté dans 18/60 laits (soit 30% du total), dont la plupart (10/18, soit près de 56%) durant la saison froide de notre étude (du mois d'octobre au mois de mars), 9 échantillons d'entre eux appartiennent à la Ci5.

Le taux de matière protéique ($29,2 \pm 0,42$ g/kg), répond à la valeur de la norme européenne (29 g/l), mais il se trouve en dessous des normes françaises (de 32 g/l). Notons que plus de la moitié des échantillons (36/60) et qu'au minimum 5 laits sur les 12 prélevés par citerne sont inférieurs au seuil de 30 g/kg de lait.

L'EST et l'ESD ont des moyennes annuelles comprises dans les normes préconisées. Pour les paramètres de températures, densité, taux de matière grasse et taux protéique, aucune différence n'est enregistrée ($p > 0,05$) entre les 2 périodes, contrairement au reste des paramètres physico-chimiques qui a significativement varié ($p < 0,05$) pendant l'année.

3.3.2. Qualité microbiologique

3.3.2.1. Laits des fermes

Les analyses microbiologiques effectuées pour la recherche des germes de contamination montrent d'après le tableau XXXIV que le taux moyen en FMAT est de 5,11 Log₁₀ ufc/ml. Il est supérieur à 10^5 ufc/ml, valeur maximale qui correspond aux laits de bonne qualité selon ANONYME 16 (1998), dans près de 73% des échantillons ($n=105$). Ce qui indique que ces laits sont fortement contaminés. Ce comptage est compris entre 10^4 et 10^5 ufc/ml dans uniquement 36 échantillons (soit 25% du total analysé).

Le minimum de contamination ($< 10^4$ ufc) est enregistré dans uniquement 3 laits (soit 2% du total). Les coliformes totaux et fécaux sont absents respectivement dans 20 (14%) et 64 (44%) du total des laits. Un taux de présence $< 10^3$ exigé par la norme nationale (ANONYME 16, 1998) pour les CT n'est observé que dans 21 laits (soit près de 15% du total) et pour les CF dans 49 échantillons (soit 34% des laits).

Des variations saisonnières sont notées pour les FMAT, CT et CF. Ils enregistrent des comptages respectifs plus élevés en période chaude ($5,22 \pm 0,43$; $3,49 \pm 1,2$ et $2,05 \pm 1,42$) qu'en période froide ($5 \pm 0,43$; $2,7 \pm 1,45$ et $2,05 \pm 1,42$). La présence de coliformes fécaux indique la possibilité d'une contamination fécale et implique un risque que d'autres micro-organismes pathogènes entériques puissent être présents dans le lait (GRAN *et al*, 2002; KIVARIA *et al*, 2006).

Quant aux levures, elles atteignent des valeurs moyennes plus élevées ($3,07 \pm 1,42$ Log10 ufc/ml) aussi bien en période froide qu'en période chaude ($2,61 \pm 1,54$ Log10 ufc/ml), contrairement aux moisissures ($1,57 \pm 1,41$ Log10 ufc/ml en saison chaude contre $0,9 \pm 1,19$ Log ufc/ml en saison froide). Ces valeurs constatées en période chaude dépassent nettement les valeurs moyennes annuelles de chacun des germes étudiés.

D'après EL MOSLEMANY *et al* (2010), les niveaux et les types de micro-organismes dans la cuve de réfrigération fournissent des informations sur les conditions d'hygiène lors de diverses étapes de la production laitière à la ferme.

En raison de la présence dans les échantillons de fermes étudiés de paramètres microbiologiques très dispersés, l'écart-type peut être supérieur à la moyenne (cas des moyennes annuelles des moisissures et en période froide pour les coliformes fécaux et les moisissures aussi).

Tableau XXXIV: Résultats des analyses microbiologiques effectuées (exprimés en Log10).

Germes	Moyennes annuelles	Valeurs saison froide			Valeurs saison chaude		
		Min	Moy±ET	Max	Min	Moy±ET	Max
FMAT	$5,11 \pm 0,44$	3,84	$5 \pm 0,43$	6,07	3,95	$5,22 \pm 0,43$	6,42
Coliformes totaux	$3,1 \pm 1,38$	0	$2,7 \pm 1,45$	4,59	0	$3,49 \pm 1,2$	4,86
Coliformes fécaux	$1,61 \pm 1,48$	0	$1,17 \pm 1,41$	3,56	0	$2,05 \pm 1,42$	4,43
Levures	$2,84 \pm 1,49$	0	$3,07 \pm 1,42$	4,8	0	$2,61 \pm 1,54$	4,61
Moisissures	$1,24 \pm 1,34$	0	$0,9 \pm 1,19$	3,6	0	$1,57 \pm 1,41$	3,76

En ce qui concerne la flore pathogène recherchée dans les laits analysés, il s'avère à la lumière du tableau XXXV que les fréquences annuelles de présence de cette microflore sont élevées pour *Clostridium* avec 22 échantillons positifs sur les 144 laits analysés (soit 15,27% du total), mais la contamination est sensiblement différente entre les deux périodes.

En effet, la période froide connaît plus de contamination par *Staphylococcus aureus* et par *Listeria monocytogenes* qu'en période chaude avec des taux respectifs de présence de 5,55 et 2,77%. Ce qui pourrait s'expliquer par les différentes pratiques adoptées durant cette période par les exploitants. Notons par ailleurs l'absence dans la totalité des échantillons de lait cru de fermes analysés de Salmonelles.

La recherche des résidus d'antibiotiques dans les laits crus analysés par la méthode du Delvotest® révèle leur présence dans 19 échantillons soit une moyenne de 2 résultats positifs par ferme. Une supériorité de traitement (3 résultats positifs) est notée dans 4 unités (n°3, 4, 6 et 12). Ceci est le résultat du non tri par ces éleveurs des laits des vaches sous traitement antibactérien. Ils sont le reflet de la pression infectieuse dans les troupeaux. Dans les autres élevages, la contamination n'affecte pas plus de 2 échantillons annuellement. Toutefois, on note l'absence totale de ces résidus dans la totalité des laits prélevés à partir de 4 élevages (n°1, 8, 9 et 10).

Tableau XXXV: Fréquence des germes pathogènes et des antibiotiques dans les laits de fermes (cuves et seaux analysés).

Germes	Total annuel / 144 et (%)	Fréquence en saison froide / 72 et (%)	Fréquence en saison chaude / 72 et (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	7 (4,86)	4 (5,55)	3 (4,16)
<i>Clostridium sulfito- Réducteur</i>	22 (15,27)	10 (13,88)	12 (16,66)
<i>Listeria monocytogenes</i>	2 (1,38)	2 (2,77)	0 (0)
Résidus d'antibiotiques	19 (13,19)	9 (12,5)	10 (13,88)

Ces traitements sont sensiblement plus élevés en période chaude (13,88%), période favorable aux développements bactériens, qu'en période froide (12,5%). Ce qui est en accord avec les résultats des comptages cellulaires individuels effectués dans ces troupeaux dans le cadre de la présente étude.

3.3.2.2. Laits des citernes

3.3.2.2.1. A la fin de la collecte

Les contaminations moyennes en flore mésophile aérobie totale (FMAT), coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF), levures et moisissures des échantillons prélevés à la fin de la collecte (M1), exprimés en Log10 ufc/ml sont respectivement de $6,42 \pm 0,43$; $4,6 \pm 0,41$; $3,29 \pm 0,47$; $4,58 \pm 0,29$ et $3,23 \pm 0,33$ (tableau XXXVI).

En considérant ces 2 périodes (P1 et P2), les valeurs respectives sont de ($6,24 \pm 0,14$; $6,6 \pm 0,25$) pour les FMAT, ($4,18 \pm 0,18$; $5,03 \pm 0,39$) pour les CT et ($2,63 \pm 0,56$; $3,95 \pm 0,21$) pour les CF. En ce qui concerne les levures et les moisissures, leurs charges moyennes sont respectivement de ($4,57 \pm 0,27$; $4,58 \pm 0,19$) et ($2,87 \pm 0,33$; $3,57 \pm 0,50$).

La Ci4 enregistre le plus faible comptage en FMAT (163.10^3 ufc) en P1 et (30.10^5 ufc/ml) en P2. Ainsi qu'en CT en M1 (33.10^1 ufc/ml) en P1. Cependant, les moyennes de dénombrement en FMAT par millilitre les plus élevées se trouvent dans la Ci5 (210.10^6 en P1 et 204.10^6 en P2). Les plus forts taux de contamination par les CT caractérisent la Ci5 en saison chaude avec 115.10^4 ufc/ml.

Tableau XXXVI : Caractéristiques microbiologiques des laits analysés à la fin de la collecte (exprimées en Log10 ufc/ml).

	Moyennes \pm E-T				
	FMAT	CT	CF	Levures	Moisissures
A la fin de la collecte	$6,42 \pm 0,43$	$4,6 \pm 0,41$	$3,29 \pm 0,47$	$4,58 \pm 0,29$	$3,23 \pm 0,33$
P1 (saison froide)	$6,24 \pm 0,14$	$4,18 \pm 0,18$	$2,63 \pm 0,56$	$4,57 \pm 0,27$	$2,87 \pm 0,33$
P2 (saison chaude)	$6,6 \pm 0,25$	$5,03 \pm 0,39$	$3,95 \pm 0,21$	$4,58 \pm 0,19$	$3,57 \pm 0,50$

Une absence des CF est observée dans 3 échantillons de la Ci4 et 2 échantillons de la Ci3 parmi les 12 prélevés de chaque citerne sur toute l'année en M1. A signaler que les deux saisons sont marquées par des variations très importantes ($P < 0,001$) des valeurs des contaminations moyennes en coliformes (totaux et fécaux), alors que ($p < 0,05$) caractérise la flore mésophile aérobie totale et les moisissures.

Les analyses microbiologiques effectuées pour la recherche des germes pathogènes (tableau XXXVII) montrent que 20 cas (soit 33,33% du total) sont positifs pour *S.aureus* avec des teneurs allant jusqu'à 16.10^1 ufc/ml.

La Ci5 est la plus touchée par ces germes pathogènes, en période froide et en période chaude, en ce qui concerne *S.aureus*, *Listeria* ainsi que pour les CSR. Les résultats des

analyses réalisées pour la recherche de *Salmonella spp*, ne montrent pas de contamination à la fin de la collecte dans la totalité des échantillons de lait cru récoltés.

Tableau XXXVII : Fréquences des germes pathogènes dans les échantillons de lait analysés à la fin de la collecte.

Echantillons	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Clostridium sulfito-réducteur</i>		<i>Listeria monocytogenes</i>	
	Nombre /12	%	Nombre /12	%	Nombre /12	%
Ci1	5	41,66	4	33,33	2	16,66
Ci2	4	33,33	7	58,33	4	33,33
Ci3	3	25	4	33,33	2	16,66
Ci4	3	25	5	41,66	3	25
Ci5	5	41,66	5	41,66	4	33,33
Total P1M1	9/30	30	12/30	40	8/30	26,66
Total P2M1	11/30	36,66	13/30	43,33	7/30	23,33
Total M1	20/60	33,33	25/60	41,66	15/60	25

3.3.2.2.2. A l'admission aux niveaux des laiteries

Des taux de contaminations moyennes plus élevés que ceux du départ caractérisent les échantillons à leur arrivée aux différents établissements laitiers. Ces moyennes ont fortement évolué pour atteindre des valeurs respectives pour la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux (CT), les coliformes fécaux (CF), les levures et les moisissures, exprimées en Log10 ufc/ml de: $7,5 \pm 0,54$; $5,31 \pm 0,46$; $4,29 \pm 0,23$; $5,34 \pm 0,29$ et $3,88 \pm 0,24$ comme illustré dans le tableau XXXVIII.

En considérant les deux saisons (P1 et P2), les valeurs respectives sont de ($7,3 \pm 0,13$; $7,69 \pm 0,13$) pour les FMAT avec $p < 0,001$, ($4,83 \pm 0,20$ et $5,79 \pm 0,44$) pour les CT, ($3,86 \pm 0,28$; $4,78 \pm 0,20$) pour les CF avec $p < 0,001$ pour ces 3 germes. Les levures et les moisissures ont des charges moyennes respectives de ($5,26 \pm 0,16$; $5,42 \pm 0,22$) et $p > 0,05$, ($3,62 \pm 0,19$; $4,14 \pm 0,39$) avec $p < 0,05$.

La 4^{ème} citerne enregistre encore une autre fois le plus faible comptage en CT à la livraison en P1 (80.10^2 ufc/ml). Contrairement à cette citerne, la Ci5 a les moyennes de dénombrement en FMAT par millilitre les plus élevées (69.10^7 ufc en P1 contre 144.10^7 ufc en

P2). Alors que les plus forts taux de contamination par les CT caractérisent la saison chaude, ils sont surtout observés au niveau de la Ci4, avec 291.10^5 ufc/ml.

Ainsi, les moyennes de contamination sont moins élevées en P1M2 (saison froide) qu'en P2M2 (saison chaude) : $3,86 \pm 0,28$ et $4,78 \pm 0,20$. La Ci4 détient le taux maximal en flore totale (122.10^4 ufc/ml), durant la saison chaude (P2) à la livraison.

En ce qui concerne les FMAT $\leq 10^5$ ufc/ml et les CF $\leq 10^3$ ufc/ml, des taux respectifs de 6,66% et 58,33% des échantillons sont conformes à la norme algérienne (ANONYME 16, 1998).

Le plus grand nombre de ces laits, jugé de qualité acceptable en matière de FMAT provient de la Ci3 avec 2 échantillons trouvés en saison chaude (P2) et un seul échantillon dans chacune des deux citernes, Ci1 en P2 et Ci4 en P1. La Ci2 et la Ci5 se caractérisent par des moyennes de comptage fortement élevées pour cette flore, avec absence totale dans ces citernes de laits de qualité acceptable pour l'admission à la laiterie et ceci pendant les 2 saisons.

75% des laits répondent aux normes nationales de comptage en CF (100% en P1 et 50% en P2) dans la Ci1. Alors que la Ci5 détient un nombre faible d'échantillons de lait de qualité acceptable pour ces bactéries (4 échantillons soit 33,33% du total annuel) et dont 50% en P1 et 16,66% en P2.

Tableau XXXVIII : Caractéristiques microbiologiques des laits analysés à la livraison (exprimés en Log10 ufc/ml).

	Moyennes \pm E-T				
	FMAT	CT	CF	Levures	Moisissures
A l'admission aux laiteries	$7,5 \pm 0,54$	$5,31 \pm 0,46$	$4,29 \pm 0,23$	$5,34 \pm 0,29$	$3,88 \pm 0,24$
P1 (Saison froide)	$7,3 \pm 0,13$	$4,83 \pm 0,20$	$3,86 \pm 0,28$	$5,26 \pm 0,16$	$3,62 \pm 0,19$
P2 (Saison chaude)	$7,69 \pm 0,13$	$5,79 \pm 0,44$	$4,78 \pm 0,20$	$5,42 \pm 0,22$	$4,14 \pm 0,39$

La manipulation du lait depuis le site de sa production jusqu'à sa réception au niveau de la laiterie pourrait être l'un des facteurs causant les fortes charges en levures et en moisissures dans notre étude. Les contaminations sont plus importantes pour ces deux germes aussi bien en saison chaude qu'en saison froide. Cette différence de charges marque les moisissures beaucoup plus.

La lecture du tableau XXXIX, révèle que la contamination par *S.aureus* a atteint 14 autres échantillons par rapport au départ, (soit une contamination de près de 57% du total des laits à la livraison). Les charges moyennes oscillent entre 0 et 29.10^2 ufc/ml.

La moitié des laits est contaminée par *Clostridium* sulfito-réducteurs, avec un dénombrement maximal par millilitre de 66 spores. Un faible nombre (1 seul échantillon, soit environ 1,67%) des laits analysés à l'arrivée des citernes a un taux qui dépasse la norme du journal officiel, c'est dire >50 spores /ml en *Clostridies*. Cet échantillon est observé dans la Ci5 en P2. Le reste des laits était conforme à cette norme concernant ce germe (ANONYME 16, 1998).

Quant à *Listeria monocytogenes*, deux autres échantillons sont atteints avec un maximum de 32 germes par 25ml de lait testé. Ainsi, 17 laits sont devenus contaminés à l'arrivée (soit près de 29% du total). La Ci5 est la plus touchée par ces germes pathogènes, en période froide (P1) pour *S.aureus* et *Listeria* et pour les CSR en période chaude.

Les résultats des analyses réalisées pour la recherche de *Salmonella spp*, ne montrent pas de contamination une autre fois de plus dans la totalité des échantillons testés à leur admission aux unités de transformation.

Tableau XXXIX: Fréquences des germes pathogènes et des antibiotiques dans les laits analysés à l'admission aux laiteries.

Echantillons	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Clostridium sulfito-réducteur</i>		<i>Listeria monocytogenes</i>		Antibiotiques	
	Nombre /12	%	Nombre /12	%	Nombre /12	%	Nombre /12	%
Ci1	6	50	5	41,66	2	16,66	7	58,33
Ci2	9	75	8	66,66	4	33,33	6	50
Ci3	5	41,66	5	41,66	2	16,66	2	16,66
Ci4	7	58,33	6	50	3	25	2	16,66
Ci5	7	58,33	6	50	6	50	4	33,33
Total P1M2	15/30	50	17/30	56,66	9/30	30	9/30	30
Total P2M2	19/30	63,33	13/30	43,33	8/30	26,66	12/30	40
Total M2	34/60	56,66	30/60	50	17/60	28,33	21/60	35

Par ailleurs, les résidus d'antibiotiques sont décelés dans 35% des échantillons examinés à la livraison. 10 échantillons annuels dans chacune des Ci3 et Ci4 sont indemnes. Alors que la 1^{ère} citerne observe une contamination de la plupart de ces échantillons ($n=7$) par ces antibiotiques.

3.3.3. Evaluation de l'évolution de la qualité globale du lait cru à différents niveaux de la filière laitière

3.3.3.1. Qualité physico-chimique

La présente étude révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les pH des laits prélevés aux différents niveaux, de la production à l'admission aux laiteries ($p>0,05$). Les moyennes sont de 6,69 ; 6,63 et 6,62 pour les échantillons prélevés respectivement des fermes (cuves de réfrigérations et seaux), des citernes à la fin de la collecte et à partir de ces mêmes citernes à la livraison, ainsi que pour la densité, l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé.

Par ailleurs, la figure 10 montre que la mesure de la température et de l'acidité connaissent des évolutions importantes ($p<0,001$) entre les différents niveaux de prélèvement.

Les températures moyennes élevées au niveau des sites de production (11,18°C) seraient probablement dues à l'introduction du lait chaud à chaque fois dans la cuve ou dans le seau. Elles sont le résultat aussi de l'absence des moyens de conservation et de refroidissement du lait trait dans le tiers des fermes.

Les températures moins élevées dans les laits des citernes à la fin de la collecte (10,34°C) et ceux de la livraison (8,8°C) sont dues essentiellement au refroidissement progressif de ces laits dans les citernes. Mais cette diminution de températures demeure insuffisante puisque elle n'a pas empêché la multiplication des bactéries déjà présentes dans le lait, ce qui a engendré une augmentation de l'acidité à chaque niveau de prélèvement.

Un $\text{pH}>6,8$ est observé dans près de 12% des laits avec la plupart en saison froide (P1) contre 8,33% en M2 tous en P1. Ceci renseigne sur le degré de mouillage du lait avec de l'eau pendant cette saison afin d'augmenter le revenu de l'éleveur à travers l'augmentation des volumes de lait livrés.

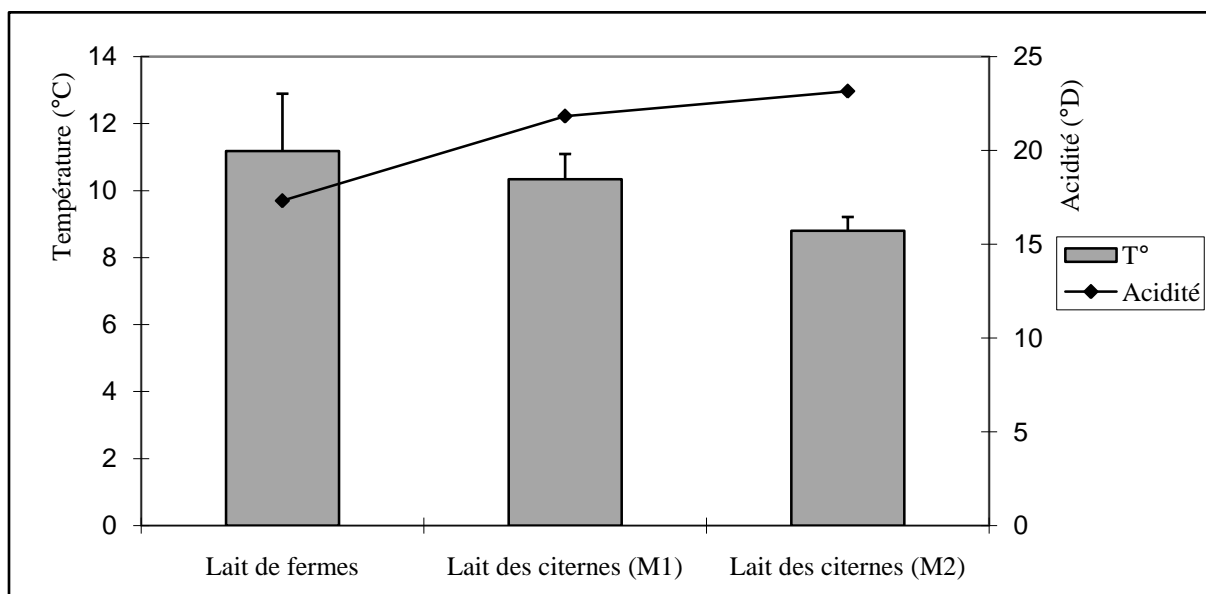


Figure 10 : Evolutions moyennes de la température et de l'acidité des laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.

L'analyse de la figure 11 montre que la matière utile du lait cru connaît quant à elle aussi d'importantes variations, il s'agit de diminutions quantitativement significatives depuis les fermes jusqu'à la livraison avec des moyennes pour le taux protéique (30,18 ; 29,55 et 29,2 g/kg avec $p < 0,001$) et pour le taux butyreux (37,19 ; 35,44 et 35,01 g/kg, $p < 0,05$). Les raisons constatées dans cette étude sont multiples, elles sont surtout liées à la manipulation du lait à la ferme et notamment lors de la traite. Elle peut également se produire lors du transport ou à la réception au niveau de la laiterie.

Les chocs thermiques peuvent également être à l'origine de cette lipolyse induite. L'abaissement de la température entraîne une fragilisation de la membrane du globule gras (SUREL et ALI-HAIMOUD-LEKHAL, 1999), d'où le phénomène de crémage.

Le refroidissement peut entraîner aussi un développement incontrôlé des flores psychrophiles protéolytiques et lipolytiques, entraînant une réduction du rendement fromager selon l'étude d'ALLOUI-LOMBARKIA *et al* (2002) réalisée à Batna. Cette flore microbienne se développe d'après GRENON (2004), au détriment de la matière utile du lait souvent pendant son acheminement vers les laiteries.

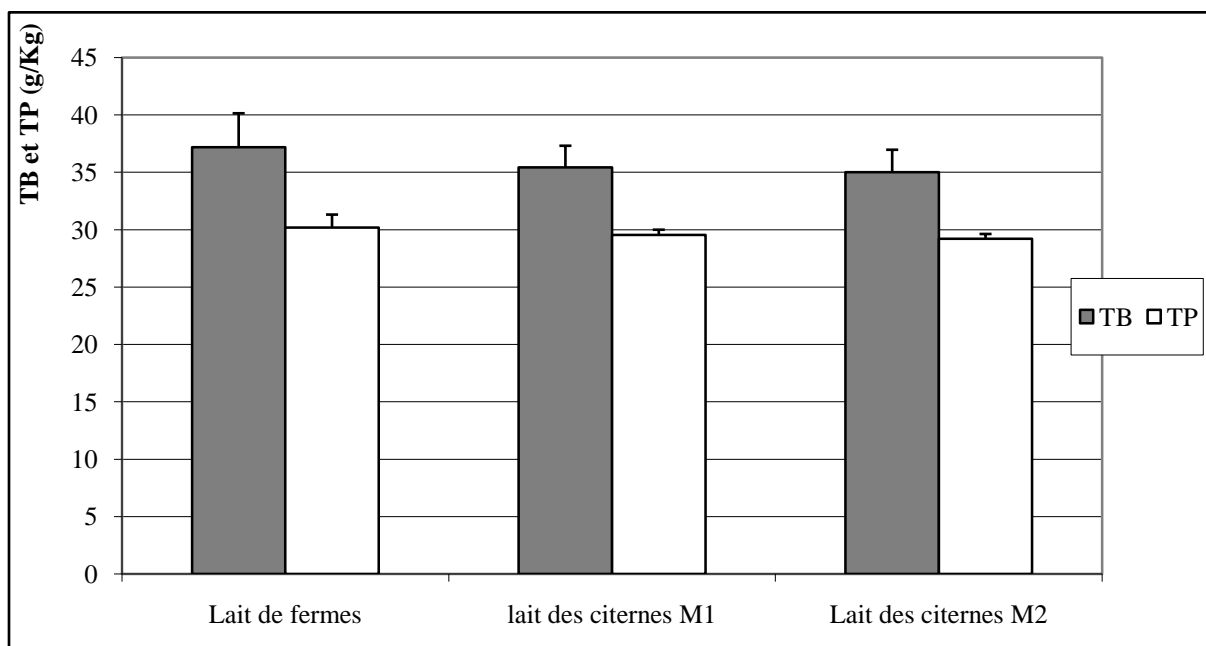


Figure 11 : Evolutions des taux butyreux et protéiques moyens des laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.

3.3.3.2. Qualité hygiénique

Les charges moyennes de la totalité des germes de contamination recherchés ont fortement augmenté progressivement depuis les fermes jusqu'au point de vente (figure 12). Ces variations sont très significatives d'un niveau de prélèvement à un autre ($p < 0,001$).

Les valeurs moyennes de ces évolutions respectives de la ferme, à la fin de la collecte et à la livraison, exprimées en Log10 ufc/ml de lait cru pour les FMAT, CT et CF sont de (5,11 ; 6,42 et 7,5), (3,1 ; 4,6 et 5,31), (1,61, 3,29 et 4,29).

Les levures et les moisissures sont présentes avec de forts taux de contaminations dans les échantillons analysés, les moyennes par millilitre exprimées en Log10 ufc à chaque site de collecte sont respectivement de : (2,84 ; 4,58 et 5,34), (1,24 ; 3,23 et 3,88). Ces germes constituent les éléments permanents de l'environnement, ils sont le résultat des mauvaises conditions d'hygiène pendant la traite, ils renseignent sur le degré de manipulation du lait, notamment les transvasements constatés dans toutes les exploitations sauf dans une seule unité qui pratique la traite dans une salle de traite où le lait n'est pas du tout manipulé.

Il est toutefois à noter que cette forte croissance des germes étudiés et l'importante dispersion des résultats autour de la moyenne (écarts moyens), témoignent une fois de plus de la variabilité des pratiques d'un site de prélèvement à un autre. La flore pathogène illustrée dans la figure 13, connaît quant à elle aussi des taux de présence de plus en plus importants à chaque niveau de la filière laitière.

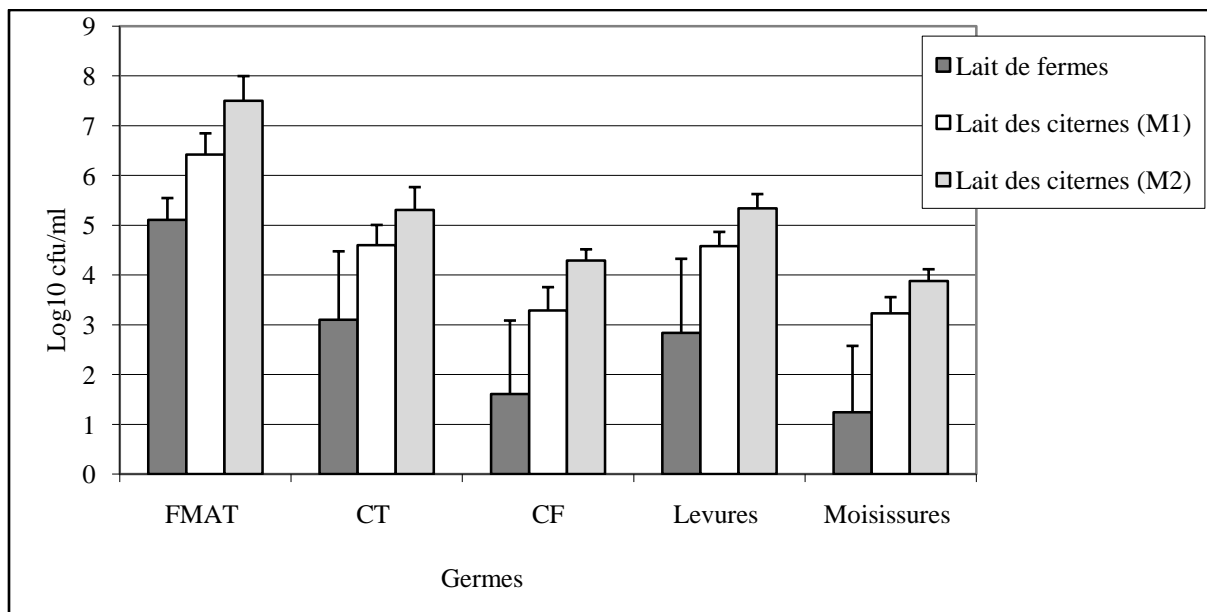


Figure 12 : Evolutions des charges moyennes en germes de contamination des laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.

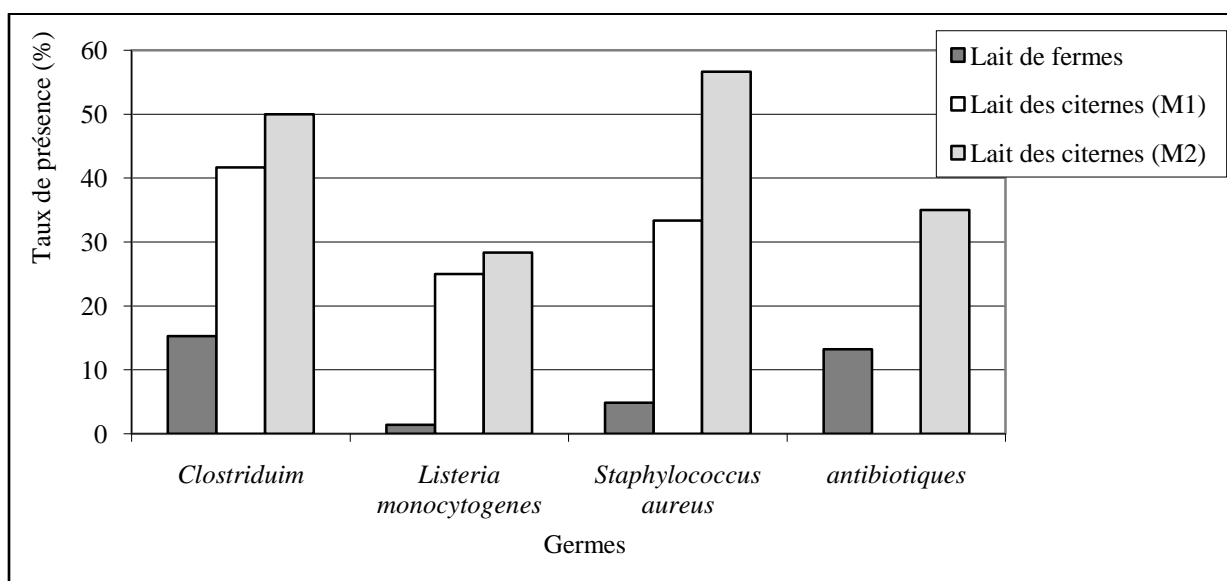


Figure 13 : Evolutions des taux de présence des bactéries pathogènes et des résidus d'antibiotiques dans les laits depuis les sites de production jusqu'aux laiteries.

Les laits des fermes qui étaient déjà contaminés par *Clostridium*, *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus* (15,27 ; 1,39 et 4,86%) respectivement, sont arrivés aux différentes laiteries avec des taux moyens de présence respectifs exponentiels (50 ; 28,33 et 56,66%). Cependant, il faut souligner que le danger est d'autant plus important que le taux de présence et la charge microbienne sont plus élevés dans les laits crus.

De même, les résidus d'antibiotiques décelés dans respectivement 13,20 et 35% des échantillons de fermes et à l'admission aux laiteries, sont le résultat des mélanges des laits

issus de différentes fermes. Leur présence traduit le fait que les délais d'attente réglementaires ne sont pas appliqués par certains éleveurs de notre échantillon d'étude, soit de peur de voir diminuées les quantités de laits vendues et de cela la diminution du revenu, soit par ignorance faute de manque de sensibilisation. Sachant que les contrôles effectués à la vente ne prennent pas en compte ces résidus pour sanctionner le producteur.

3.4. Chapitre 4. Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait cru

3.4.1. Les laits des fermes

3.4.1.1. Caractéristiques des laits prélevés des fermes

La variabilité est très différente selon les caractéristiques des laits crus de fermes analysés. Le pH, la densité, l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé et le taux protéique des différents échantillons présentent de faibles variations ($CV < 5\%$). A l'inverse, les températures, l'acidité, le taux butyreux et tous les paramètres de l'hygiène sont très variables. Cependant, les plus fortes variabilités $> 100\%$ sont enregistrées durant la saison froide pour les coliformes fécaux (121%) et les moisissures (132%).

Sur l'ensemble des laits de ferme analysés, tous les paramètres de qualité hygiénique varient dans le même sens entre eux et avec les températures (tableau XXXX).

Tableau XXXX : Corrélations entre les différentes variables de qualité étudiées.

	FMAT	CT	CF	LEV	MOI	T°	pH	TB	TP
FMAT	1,000	0,194	0,231	0,108	0,170	0,200	-0,307	-0,086	-0,226
CT		1,000	0,511	0,043	0,276	0,331	-0,109	-0,049	-0,151
CF			1,000	0,025	0,145	0,300	-0,138	-0,046	-0,144
LEV				1,000	0,116	0,087	-0,061	-0,150	-0,003
MOI					1,000	0,172	-0,133	0,036	-0,085
T°						1,000	-0,453	-0,041	-0,069
pH							1,000	-0,117	0,000
TB								1,000	0,089
TP									1,000

FMAT : Flore mésophile aérobie totale, CT : Coliformes totaux, CF : Coliformes fécaux, LEV : Levures, MOI : Moisissure, T° : Température, pH : potentiel Hydrogène, TB : Taux butyreux, TP : Taux protéique.

Alors qu'ils présentent des corrélations négatives avec les paramètres de qualité physico-chimique (pH, taux butyreux et teneur en protéines). Par ailleurs, les plus fortes corrélations positives sont enregistrées entre les coliformes totaux et les coliformes fécaux ($R=0,51$), les températures avec les coliformes (totaux et fécaux), avec respectivement ($R=0,33$) et ($R=0,30$). Une très faible relation est notée entre le taux butyreux et les moisissures ($R=0,036$), alors que le taux protéique est indépendant du pH.

3.4.1.2. Typologie des laits selon leurs caractéristiques

Les résultats de l'ACP sur les données de qualité physico-chimique et microbiologique du lait rapportés dans le tableau XXXXI, montrent que les 3 premiers axes factoriels totalisent 74,31% de variabilité totale. Le premier plan de l'ACP permet de mettre en évidence deux axes de variation comme illustré dans la figure 14.

Le premier axe, explique 36,4% de variation totale, dépend fortement des variables indicatrices de qualité hygiénique des échantillons analysés (FMAT, CT, CF et moisissures).

Il oppose des laits présentant de forts comptages en ces germes et à températures élevées à la ferme à des laits à pH bas caractérisés par de faibles taux butyreux et protéiques. Les laits projetés positifs sur cet axe ont de faibles teneurs en germes avec absence totale de coliformes, alors que les laits projetés négatifs sont caractérisés par leur diversité microbienne avec des taux trop élevés. C'est l'axe de **la qualité hygiénique du lait**.

Le second axe explique près de 21% de la variation totale, sépare les laits selon leur degré de contamination en flore fongique (levures), il renseigne sur **les conditions de stockage et de manutention du lait à la ferme** ainsi que **sur l'environnement de la traite**. Les laits projetés dans le sens positif de cet axe ont des taux de contamination élevés causés par cette bactérie, tandis que les laits projetés dans le sens négatif ont brillé par l'absence totale de ce germe.

Quant à l'axe 3, il constitue 17% de variation totale, il est relié aux variables pH, température, taux butyreux et taux protéique. Donc, il traduit **l'aspect physico-nutritionnel des laits au niveau des fermes** étudiées. Les laits projetés positifs sur cet axe ont des valeurs de pH, TB et de TP supérieures à la moyenne mais en dessous de la moyenne pour les températures, alors que ceux projetés négativement ont des valeurs inférieures à la moyenne en pH, en TB et en TP, mais leurs températures sont élevées.

A partir de la classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée, cinq classes de 18 à 43 laits sont individualisées. Cette partition a permis de différencier nettement les exploitations suivant la qualité hygiénique et nutritionnelle de leurs laits. Les caractéristiques principales de ces classes sont détaillées au tableau XXXXII. Il apparaît clairement que les laits analysés diffèrent beaucoup plus du point de vue qualité hygiénique puisque ce paramètre est le plus fortement représenté (36,4%).

*Les laits de la classe typologique 1, "**Laits de bonne qualité hygiénique**". Sont au nombre de 20 (près de 14% du total). Ils sont les moins riches en germes de contamination. Leur teneur en FMAT est inférieure à la moyenne (4,74 Log10 ufc/ml), elle est associée à une absence totale des bactéries coliformes dans tous ses échantillons.

Le taux de contamination en levures est sensiblement supérieur à la moyenne (2,93 Log10 ufc/ml), alors que celui des moisissures est le plus faible en comparaison avec les autres laits (0,8 Log10 ufc/ml). La température moyenne dans cette classe est la plus faible (10,32°C) associée au pH le plus élevé (6,74).

*Les laits de la 2^{ème} classe typologique, "**Laits de qualité hygiénique acceptable**". Cette classe totalise 43 laits (près de 30%), ses laits se caractérisent par l'absence totale de coliformes fécaux et des teneurs légèrement faibles en FMAT et en moisissures (5,09 Log10

ufc/ml et 1,22 Log10 ufc/ml respectivement). Mais des comptages élevés en coliformes totaux et en levures sont à signaler dans cette catégorie, avec respectivement : 3,4 et 3 Log10 ufc/ml par rapport aux moyennes. Quant à la température, elle est inférieure à la moyenne (10,87°C) et est associée à un pH de 6,7.

Tableau XXXXI: Résultats des analyses en composantes principales (ACP) selon les axes définis.

Axe	Variables liées à l'axe	Corrélation à l'axe	Proportion (%)	Variation cumulative (%)
1	-FMAT -CT -CF -Moisissures	-0,54 -0,79 -0,74 -0,54	36,38	36,38
2	-Levures	0,84	20,93	57,32
3	-Température -pH -Taux butyreux -Taux protéique	0,02 -0,12 -0,11 -0,09	16,98	74,31

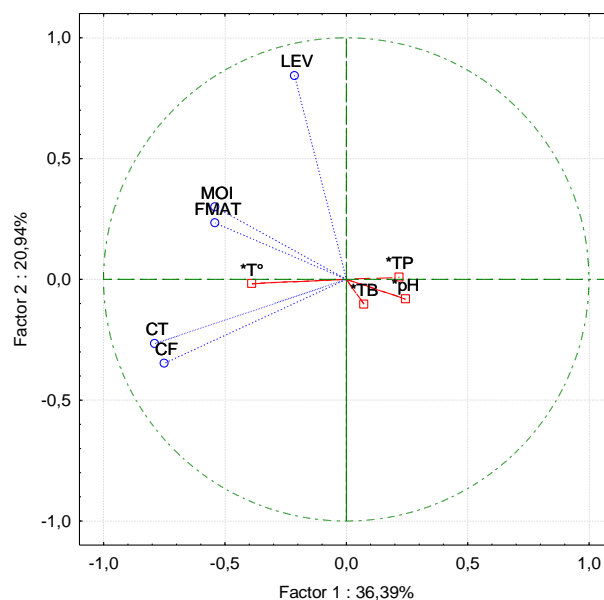


Figure 14 : Projection des variables de qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru sur le plan principal de l'ACP.

Tableau XXXXII: Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des classes de lait identifiées.

Caractéristiques	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Moyenne générale ± E-T
<i>n</i> =144	20	43	34	29	18	/
Flore mésophile aérobie totale (Log10 ufc/ml)	4,74±0,41	5,09±0,4	5,33± 0,45	5,24± 0,33	4,97± 0,39	5,11±0,44
Coliformes totaux (Log10 ufc/ml)	0	3,4± 0,63	3,97± 0,56	3,52± 0,57	3,5 ±0,72	3,1±1, 38
Coliformes fécaux (Log10 ufc/ml)	0	0	3,02± 0,51	2,82±0,33	2,65±0,73	1,61 ± 1,48
Levures (Log10 ufc/ml)	2,93 ± 1,34	3± 1,44	3,4± 0,6	3,64± 0,6	0	2,84± 1,49
Moisissures (Log10 ufc/ml)	0,8±1,07	1,22±1,35	2,54±0,71	0	1,19±1,38	1,24± 1,34
Taux butyreux (g/kg)	37,45± 2,98	37,48±3,04	37,26±2,39	35,86±2,89	38,22± 3,37	37,19±2,95
Taux protéique (g/kg)	30,32± 0,92	30,17±1,13	30,1±1,18	30,15±1,33	30,29±0,98	30,18±1,13
pH	6,74± 0,07	6,7±0,09	6,68± 0,1	6,66± 0,11	6,67± 0,09	6,69± 0,1
Température °C	10,32± 1,7	10,87±1,85	11,44±1,53	11,56±1,45	11,8± 1,75	11,18±1,71
Appréciation de la typologie	Laits de bonne qualité hygiénique	Laits de qualité hygiénique acceptable	Laits de très faible qualité hygiénique	Laits de faible qualité globale	Laits de qualité hygiénique moyenne mais de bonne qualité nutritionnelle	/

*La 3^{ème} classe typologique, "**Laits de très faible qualité hygiénique**". Elle renferme 34 laits (soit 23,6% du total) qui sont les plus contaminés (en FMAT, en coliformes et en moisissures, avec respectivement : 5,33 ; 3,97 ; 3,02 et 2,54 Log10 ufc/ml). Ces taux de contamination dépassent largement les moyennes dans tous les laits, y compris les levures (3,4 Log10 ufc/ml). Ils sont associés à une forte température (11,44°C) et à un faible pH (6,68) mais qui reste dans les normes recommandées.

Les taux butyreux dans ces 3 premières classes sont restés stables et proches de la moyenne (37 g/kg).

*Les laits de la 4^{ème} classe typologique, "**Laits de faible qualité globale**". Ils sont au nombre de 29, soit 20% de la totalité. Ils ont pour caractéristiques principales l'absence dans la totalité des échantillons de moisissures et de fortes contaminations par les autres germes (5,24 Log10 ufc/ml en FAMT, 3,52 Log10 ufc/ml en CT, 2,82 Log10 ufc/ml en CF et 3,64 Log10 ufc/ml

en levures). Ce sont les laits les moins riches en matière grasse (35,82 g/kg). Ils présentent une température moyenne élevée (11,56°C) et le pH le plus bas de tous les laits (6,66) mais qui est conforme aux normes.

*La 5^{ème} classe typologique, "**Laits de qualité hygiénique moyenne mais de bonne qualité nutritionnelle**". Elle est constituée de 18 laits des 144 (12,5%), se caractérise par l'absence de levures dans ses échantillons, des contaminations en FMAT et en moisissures légèrement en dessous des moyennes respectives (4,97 et 1,19 Log₁₀ ufc/ml). Contrairement aux coliformes qui connaissent des comptages importants dans ces laits (3,5 Log₁₀ ufc/ml en CT et 2,65 Log₁₀ ufc/ml en CF). Ce sont les laits les plus riches en matière grasse (38,22 g/kg) et qui enregistrent à la ferme la plus forte température (11,8°C) et un pH faible (6,67).

A noter que toutes les classes de laits ont en général des taux en matières protéiques stables autour de la moyenne (30 g/kg), par rapport aux autres constituants qui ont présenté d'importantes variabilités entre les classes adoptées. Plus de 70% des laits (soit 101 des 144 collectés), appartenant à 4 classes sur les 5 identifiées ont brillé avec l'absence d'au moins un germe.

3.4.1.3. Associations entre pratiques alimentaires et qualité nutritionnelle des laits

Les résultats obtenus à travers l'analyse des pratiques alimentaires des exploitants indiquent clairement que des erreurs dans le rationnement des vaches laitières sont commises par les éleveurs. D'ailleurs, l'énergie des concentrés est négativement corrélée au taux butyreux dans le lait produit ($R=-0,51$) comme illustré dans la figure 15. Cette relation inverse a été observée aussi dans l'étude réalisée par SRAÏRI *et al* (2009), dans la région de Tadla au Maroc où $R=-0,128$.

Mise à part l'énergie fournie par les concentrés, la luzerne est l'ensilage de maïs sont aussi d'importantes sources d'énergie, mais leur distribution est limitée à quelques élevages pendant des durées bien déterminées qui correspondent à la période estivale pour la luzerne et la période hivernale pour l'ensilage de maïs dans le but de combler le déficit en fourrages verts.

L'exploitation n°9 observe 4 de ses laits appartenant à la classe 5, ayant un taux butyreux élevé. La moyenne la plus importante est relevée dans cet élevage durant l'année de notre étude (40,41 g/kg), ceci peut être le fait que le producteur préfère intégrer de faibles parts de concentrés (36%) dans la ration totale. Le déficit en fourrages est légèrement comblé par le trèfle et le sorgho distribués. En conséquence, les rendements réalisés sont faibles (4022,4 kg) et inférieurs par rapport à la moyenne.

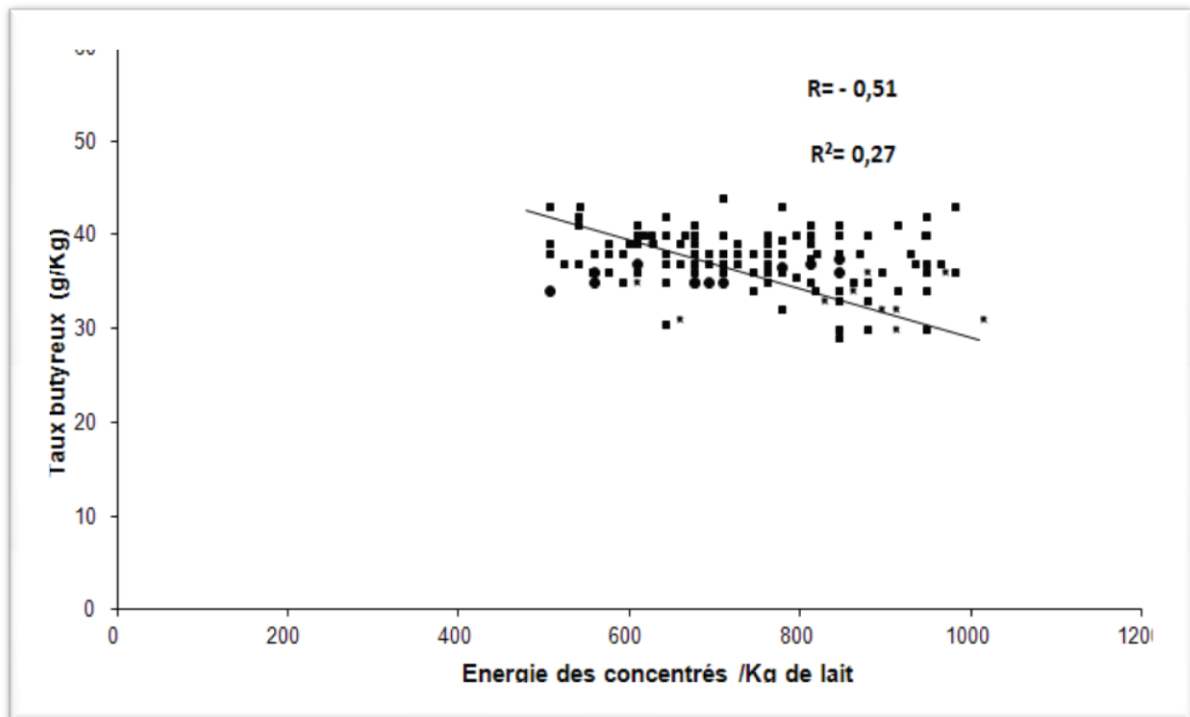


Figure 15 : Relation entre l'énergie des concentrés pour 1 kg de lait produit et la composition en matière grasse du lait.

L'unité n°8 se distingue aussi par la même stratégie : 4186 kg de lait produit annuellement avec un taux en matière grasse élevé : 39,91 g/kg. Ce résultat s'observe souvent dans les troupeaux qui soit, reçoivent une ration alimentaire trop fibreuse et pauvre en énergie (manque de concentrés), soit que ces animaux souffrent d'une sous-alimentation qui a conduit à un bilan énergétique négatif.

Des valeurs moyennes en matières grasses (39,08 g/kg), supérieures aussi à la moyenne des troupeaux sont enregistrées dans l'élevage n°1, mais avec une proportion plus importante en concentrés (41%) par rapport aux deux élevages précédents.

L'élément commun entre les élevages n°1 et n°8, c'est que les vaches laitières reçoivent une autre source d'énergie qui est l'ensilage de maïs pendant la période froide et dont l'effet spécifique sur le taux butyreux est bien connu (HODEN et COULON, 1991). Les laits de ces deux élevages sont en moyenne assez chargés en levures et en moisissures qui se développent d'après BONY *et al* (2005) dans les ensilages. La luzerne est aussi distribuée sur 2 mois en été dans la ferme n°8.

Les rendements en lait des fermes n°3, 4, 6, 10 et 11 sont faibles < 4000 g/kg, ils sont associés à des taux butyreux bas de l'ordre de 36 g/kg par ferme. Ces résultats ont pu être attribués à des pratiques d'alimentation non adéquates. Excepté la ferme 10 dont le TB est de

37,8 g/kg. La part des concentrés est comprise entre 42,9 et 53,3%, ce qui signifie que ces aliments ne sont pas valorisés dans leur totalité.

L'unique unité n°3, qui fournit le plus faible taux en énergie assurée par les concentrés (29,3%) dans la ration totale, les fourrages grossiers constituent la principale alimentation dans cet élevage. Les plus faibles rendements de toutes les exploitations (3053 kg annuellement) de ce fait sont observés dans cette ferme.

Contrairement aux autres exploitations (n°2, 5, 7 et 12) qui préfèrent miser sur de forts rendements > 4600 kg, avec des quantités d'énergie fournies par les concentrés plus ou moins importantes, de 39% de MS pour les fermes 2 et 5 et respectivement 44 et 50% pour les autres (n° 7 et 12), au détriment des taux butyreux respectifs qui sont différents (37,25 ; 35,5 ; 36,7 et 34,3 g/kg) . Ceci peut être expliqué par l'effet dilution du lait. Ce phénomène a été aussi signalé dans les études réalisées par (LABARRE, 1994 et BONY *et al*, 2005).

A signaler que des taux butyreux < 34 g/kg sont constatés tous en période froide dans les laits des fermes qui connaissent des périodes « creuses » à durées variables d'une exploitation à une autre, antérieures dans la majorité des cas à la disponibilité en fourrages verts.

Les résultats obtenus sont en accord avec la bibliographie (HURTAUD et RULQUIN, 1994 ; STOLL et POSIEUX, 2003), puisque l'accroissement du niveau des apports énergétiques a entraîné chez certains producteurs une augmentation de la production laitière accompagnée d'une stabilité dans les taux protéiques. Ce phénomène résulte de l'arrêt de la mobilisation des réserves corporelles qui entraînent souvent une diminution du taux butyreux. Par contre, les teneurs relativement élevées en cellulose peuvent favoriser l'augmentation du dosage en matières grasses.

Cependant le rapport exprimant la valorisation métabolique des concentrés correspond à la norme de 0,41 UFL (693,41 kcal) pour produire 1kg de lait dont le taux butyreux est de 35 g/kg et le taux protéique de 29 g/kg. Cette énergie est plus élevée, elle est évaluée à 0,44 UFL (soit 744,15 kcal) pour un lait dont les teneurs respectives en TB et en TP sont de 40 et 31 g/kg (SERIEYS, 1997).

Si on considère une moyenne de 0,42 UFL (soit 718,78 kcal), pour le cas de nos élevages qui produisent un lait dont les valeurs moyennes respectives en TB et en TP sont de 37,19 g/kg et 30,18 g/kg. On constate que même la moyenne obtenue dépasse cette norme. Elle est largement supérieure dans 8 exploitations (soit 66,67% du total), comme l'indique la figure 16, à savoir : n°1, 2, 4, 5, 7, 10, 11 et 12. Ce qui informe sur un important gaspillage d'énergie au sein de ces exploitations.

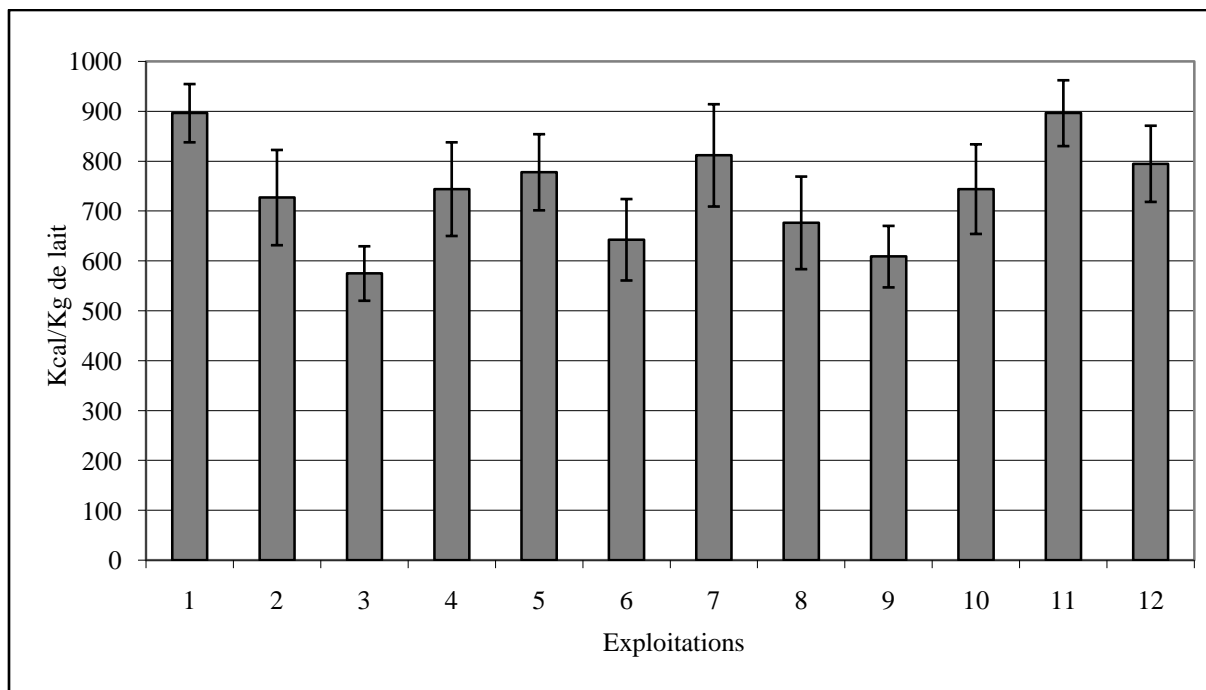


Figure 16 : Quantités d'énergie fournies par les concentrés pour 1kg de lait produit par exploitation.

En effet, le moindre écart technique peut entraîner une importante diminution de la production laitière (quantitative et/ou qualitative), des problèmes de reproduction du cheptel et parfois des maladies d'ordre nutritionnel surtout chez les vaches laitières dont le niveau de production est jugé trop élevé.

3.4.1.4. Associations entre pratiques hygiéniques et composition microbienne des laits crus

Les échantillons de lait analysés sont aussi inégalement répartis entre les fermes comme indiqué dans le tableau XXXXIII. A chaque producteur est associée une classe de lait qui correspond aux variables retenues.

L'analyse de ce tableau montre que tous les éleveurs ne produisent pas du lait de même qualité. Néanmoins, pour la plupart d'entre eux, certains laits produits appartiennent à des classes bien déterminées. Ceci dépend des conditions de production, plus particulièrement les pratiques des éleveurs.

Il apparaît clairement aussi que toutes les exploitations visitées possèdent au minimum 1 lait dans chacune des classes 3 et 4 caractérisées par une faible qualité hygiénique de leurs laits et des températures élevées à la ferme associées à des pH faibles par rapport à la moyenne. Mais les taux butyreux entre ces deux classes sont très différents, allant des teneurs acceptables pour la classe 3 aux plus faibles teneurs pour la classe 4.

Tableau XXXXIII: Répartition des laits analysés par classes dans les élevages suivis.

Classes de lait	Nombre de laits / exploitation												Nombre total/ classe
	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Ex 4	Ex 5	Ex 6	Ex 7	Ex 8	Ex 9	Ex 10	Ex 11	Ex 12	
Classe 1	4	1	2	1	1	1	0	2	2	6	0	0	20
Classe 2	4	5	2	4	3	4	5	6	4	0	5	1	43
Classe 3	2	2	2	5	5	3	1	1	1	3	4	5	34
Classe 4	2	2	5	1	1	2	4	1	1	1	3	6	29
Classe 5	0	2	1	1	2	2	2	2	4	2	0	0	18
Total annuel/ exploitation	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144

Ces éleveurs se distinguent entre eux par les pratiques qu'ils mettent en œuvre autour de la traite. Ces pratiques sont appréhendées dans leur globalité, en prenant en compte aussi bien les pratiques d'hygiène de la mamelle et de la machine à traire, que les pratiques permettant de décrire la propreté de l'environnement de la traite (trayeur et étable).

Ainsi, la plupart des laits prélevés à partir des exploitations n° 3 (7 laits), n°5 (6 laits), n°11(7 laits) et n°12 (11 laits), sont répartis entre les classes 3 et 4. Ces quatre unités se caractérisent par des températures moyennes de leurs laits qui dépassent largement 11,5°C.

Ces températures sont associées chez ces mêmes éleveurs à des valeurs moyennes de pH les plus faibles, comprises entre 6,58 et 6,63 et des niveaux moyens de contamination en FMAT, coliformes totaux, coliformes fécaux et en levures les plus élevés par rapport aux autres fermes (figure 17). Ceci est lié à l'absence de moyens de conservation et de refroidissement des laits à leurs niveaux. Un autre facteur qui a contribué à l'augmentation de la contamination dans la ferme n°11 est l'absence de la machine à traire, ce qui donne lieu à une traite manuelle.

Notons aussi que dans cette catégorie qui regroupe ces deux classes, l'exploitation n° 12 est dominante avec 92% de ses laits, (soit 11 sur les 12 collectés), ceci ne peut être expliqué que par le manque flagrant en pratiques d'hygiène qui a aggravé la situation microbiologique des laits de cette ferme (absence totale de lavage et de désinfection : de la mamelle, des

ustensiles et du lieu de traite). Une autre unité qui possède les mêmes caractéristiques, il s'agit de la ferme n°4, dont 5 de ses laits sont qualifiés de très faible qualité hygiénique.

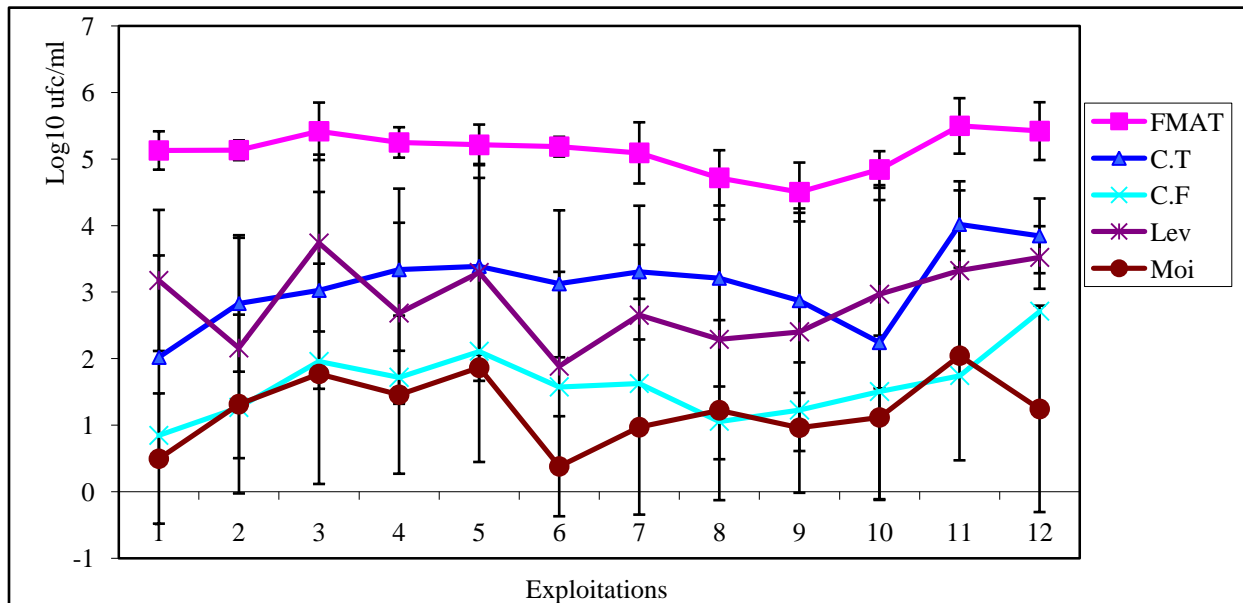


Figure 17 : Evolution des teneurs en germes de contamination dans les laits des fermes.

Cependant, les meilleurs laits sont produits par l'élevage n°10, qui regroupe la moitié de ses laits dans la classe 1. Pour ce producteur, qui enregistre les comptages moyens annuels des plus faibles en FMAT (4,84 Log10 ufc/ml), le fait que l'hygiène de la mamelle soit parfaitement maîtrisée d'une part et la pratique du pré et du post- trempage soit régulière d'autre part, peuvent être des éléments explicatifs de cette qualité.

Les laits des exploitations n°1 et n°8 sont en majorité localisés entre les classes 1 et 2, avec 8 laits pour chaque élevage. Ceci traduit le résultat de la forte fréquence de nettoyage avec des désinfectants, pour les mains et les mamelles avant la traite. A l'aide des lingettes collectives et de l'eau de javel pour le premier, des douchettes et l'iode pour le second.

En effet, le lavage collectif des mamelles et la présence de la litière en paille peuvent justifier la présence de 2 laits de mauvaise qualité hygiénique dans la ferme n°1. Quant à la ferme n°8 (ex-EAC), elle enregistre les niveaux moyens annuels de contamination par les FMAT parmi les plus bas (4,71 Log10 ufc/ml) dans ses laits. Ils sont associés à des teneurs en levures et en moisissures légèrement inférieures aux moyennes (elles sont évaluées à 2,29 et 1,22 Log10 ufc/ml respectivement). Ceci peut être expliqué d'une part par l'hygiène autour de la traite puisque cette dernière s'effectue dans une salle de traite moderne d'où l'absence de

manipulation du lait et d'autre part par la présence d'un tapis antidérapage pour les animaux qui est régulièrement nettoyé et désinfecté.

A l'inverse, au sein des exploitations n°2, 6, 7 et 9 les laits produits appartiennent dans leur majorité aux classes n°2 et n°3. Ces éleveurs possèdent tous des cuves de réfrigération, mais les moyens utilisés pour le nettoyage et la désinfection des mamelles sont différents entre eux.

Dans la ferme n°2, les lingettes collectives sont utilisées, ce qui puisse être la cause de la qualité médiocre de 2 laits parmi les 12 prélevés au sein de cet élevage. Les lingettes individuelles utilisées dans les élevages n°7 et n°9 ont conduit probablement à la présence dans chacun de ces élevages d'un échantillon de qualité hygiénique déplorable.

En revanche, les laits de la ferme n°9 connaissent le taux de contamination moyen annuel le plus faible (4,50 Log₁₀ ufc/ml). Tandis qu'au sein de la ferme n°6, la douchette effectuée à l'eau froide des mamelles est une pratique courante, ce qui ne permet pas d'éliminer souvent les germes qui se trouvent à la surface des trayons et a conduit probablement alors à l'apparition de 3 laits à grande diversité microbienne.

Cependant, l'étude des relations entre les pratiques hygiéniques et la composition microbienne des laits crus analysés au sein des 12 fermes nous est détaillée dans le tableau XXXXIV.

A la lumière de ce tableau, il s'avère que :

-Tous les germes de contamination recherchés dans le cadre de la présente étude sont corrélés avec toutes les pratiques d'hygiène considérées (faiblement ou fortement, positivement ou négativement). Les différences sont toutes significatives (soit $p < 0,05$ ou $p < 0,001$), mais le degré de signification varie d'une relation à une autre. Les FMAT font exception puisqu'elles ne montrent aucune relation avec la pratique de nettoyage de la mamelle et avec les habits du trayeur.

- Les pratiques d'hygiène de la traite deviennent de plus en plus difficiles à maîtriser à chaque fois que le nombre de vaches laitières augmente dans une étable ($p < 0,001$). Ce qui se traduit parfois par la production de laits de qualité médiocre.

- En effet, le nettoyage de la mamelle ($p < 0,05$), la propreté de l'étable ($p < 0,001$) et de la machine à traire ($p < 0,005$) sont négativement corrélés, avec respectivement les coliformes fécaux ($R = -0,34$, $R = -0,17$ et $R = -0,29$) et avec les levures ($R = -0,07$, $R = -0,39$ et $R = -0,33$). Alors que ces pratiques présentent des relations variables avec les FMAT, les coliformes totaux et les moisissures, dont les plus fortes et très hautement significatives ($p < 0,001$) sont celles constatées entre le degré de propreté de la machine à traire avec les FMAT ($R = -0,53$),

et avec le développement des moisissures ($R=-0,34$) et ($p<0,05$). Ce qui indique que le nettoyage et son efficacité ont un impact positif sur la réduction du nombre de germes dans le lait.

Tableau XXXXIV : Corrélations entre les pratiques d'hygiène et la qualité microbiologique des laits crus.

	N/VL	Net/ Mam	Prop/ Etab	Prop/ MT	Ltr	Lav/ mains	H/ Tray	FMAT	CT	CF	Lev
N/ VL	1,00										
Net/ Mam	0,60	1,00									
Prop /Etab	0,31	0,23	1,00								
Prop /MT	0,32	0,08	-0,21	1,00							
Ltr	0,81	0,45	0,61	0,30	1,00						
Lav/mains	0,31	0,50	0,22	0,09	0,35	1,00					
H/Tray	0,55	0,58	0,45	-0,25	0,34	0,42	1,00				
FMAT	-0,48	0	-0,21	-0,53	-0,45	0,45	0	1,00			
CT	-0,50	-0,32	0,25	-0,17	-0,12	-0,01	-0,23	0	1,00		
CF	-0,43	-0,34	-0,17	-0,29	-0,52	-0,02	0,02	0,13	0,55	1,00	
Lev	-0,55	-0,07	-0,39	-0,33	-0,46	0,38	-0,10	0,77	0,40	0,43	1,00
Moi	-0,29	0,02	0,16	-0,34	0,02	0,50	-0,11	0,53	0,46	0,23	0,55

N/VL : nombre de vaches laitières, Net/Mam : nettoyage de la mamelle, Prop /Etab : Propreté de l'étable, Prop / MT: Propreté de la machine à traire, Ltr : Litière, Lav/mains : Lavage des mains, H/Tray : port d'habits spéciaux par le trayeur, FMAT : Flore mésophile aérobie totale, CT : Coliformes totaux, CF : Coliformes fécaux, Lev : Levures, Moi : Moisissures.

-Les laits produits par les élevages qui possèdent la litière sont de qualité meilleure par rapport à ceux qui ne l'ont pas, ce qui est indiqué par les fortes corrélations négatives entre cette dernière et la flore de contamination : $R=-0,45$, $R=-0,52$, $R=-0,46$ avec $p<0,05$ respectivement pour les FMAT, les CF et les levures. Quant aux moisissures, leur développement est très peu lié à la présence de la litière ($R=0,02$), mais il est significatif ($p<0,05$) dans le cas de nos élevages. Ce qui est strictement lié au degré d'humidité de la litière qui rend le milieu favorable à la multiplication de ce germe. Mais il peut traduire le fait que des foins mal conservés soient ingérés par les animaux.

-La majorité de cette flore de contamination, FMAT ($R=0,45$), levures ($R=0,38$) et les moisissures ($R=0,50$) connaît de fortes croissances ($p<0,001$) dans les élevages où le lavage des mains avant la traite est pratiqué. Le fait que ce lavage soit effectué à l'eau seule sans utilisation ni de savon ni de désinfectant dans les étables concernées et sans que ce lavage ne soit accompagné d'un séchage, peut en être la principale cause.

-A l'inverse, le port d'habits spéciaux par le trayeur (blouse ou combinaison) pour effectuer la traite, n'a eu aucun effet sur le développement des FMAT mais en revanche, un faible développement des coliformes fécaux est observé. Cette pratique a engendré de faibles corrélations négatives avec le reste des germes : les coliformes totaux ($R=-0,23$), les levures

(R=-0,10) avec $p < 0,05$ et avec les moisissures (R=-0,11), mais sans aucune signification ($p > 0,05$). Les constatations faites concernant ce paramètre sont liées principalement au degré de propreté de ces habits.

La relation est établie aussi entre les germes pathogènes présents dans les échantillons de lait cru de fermes analysés et les fortes températures enregistrées quand elles sont $> 9^{\circ}\text{C}$ avec $p < 0,05$.

D'après CHYE *et al* (2004), la contamination de la mamelle, des ustensiles de traite ou de l'eau utilisée peuvent induire un comptage élevé en bactéries coliformes associé à une présence d'agents pathogènes dans le lait.

La détection des résidus des traitements aux antibiotiques dans les laits de 2/3 des fermes nous renseigne sur les pratiques de tri qui sont variables d'une exploitation à une autre, sans que nous les ayons quantifiées dans la présente étude.

3.4.2. Les laits au niveau des citernes

Notre échantillon d'étude comme indiqué dans le tableau XXXXV, se caractérise par un nombre moyen relativement élevé en vaches traites par citerne (90 têtes). La traite est effectuée manuellement au sein de 10% de la totalité des élevages.

Tableau XXXXV : Principales caractéristiques des élevages collectés.

Caractéristiques (Nombre d'élevages collectés/citerne)	Ci1 (5)	Ci2 (6)	Ci3 (2)	Ci4 (4)	Ci5 (4)	Total= 21 élevages
Nombre moyen de vaches traites /citerne	124	75	111	98	42	450 Moyenne = 90
Type de traite :						
-Manuelle	0/5	0/6	0/2	0/4	2/4 (50)	2/21 (10)
-Automatique	5/5 (100)	6/6 (100)	2/2 (100)	4/4 (100)	2/4 (50)	19/21 (90)
Nombre d'élevages ayant :						
-un tank à lait	3/5 (60)	4/6 (66,7)	2/2 (100)	4/4 (100)	1/4 (25)	14/21 (66,7)
-un seau refroidi	2/5 (40)	2/6 (33,3)	0/2	0/4	3/4 (75)	7/21 (33,3)

Etant donné que le tiers des fermes de notre échantillon ($n=7$) ne soit pas équipé en cuves de réfrigération, le lait est alors conservé dans des seaux que les éleveurs mettent à refroidir dans de grands réfrigérateurs. Il s'agit dans cette catégorie des éleveurs qui détiennent un effectif ne dépassant pas 10 vaches laitières.

3.4.2.1. Relation entre pratiques d'élevage, paramètres de collecte et qualité globale du lait cru des citernes à la fin de la collecte

Le pH > 6,8 observé dans près de 12% des laits avec la plupart en saison froide (P1), renseigne sur le degré de mouillage à la ferme du lait avec de l'eau pendant cette saison.

Il semble à travers cette partie de notre étude que les moyennes les plus élevées en FMAT (7,14 Log10), CT (5,18 Log10), en CF (3,96 Log10) associées à une forte présence de germes pathogènes constatées au niveau de la C5 soient liées d'une part, à la pratique de la traite manuelle ($p < 0,01$) et d'autre part aux seaux utilisés ($p < 0,05$) comme moyens de conservation du lait dans respectivement 50 et 75% des élevages associés à cette même citerne.

Les plus fortes associations s'observent surtout entre le seau utilisé dans 7 fermes comme moyen de conservation du lait cru et les coliformes fécaux. Ces germes selon REINEMANN *et al* (2003), peuvent avoir comme origine les résidus des films des équipements de traite mal nettoyés.

Les pratiques traditionnelles de traite identifiées dans la présente étude ont été aussi décrites par LUES *et al* (2010) dans la zone péri-urbaine sud africaine et BELLI *et al* (2013) au Cameroun, d'être susceptibles de contribuer à la contamination fécale du lait et la prolifération de plusieurs micro-organismes.

La Ci2 et la Ci1 enregistrent quant à elles aussi des taux élevés en FMAT exprimés en Log10 ufc/ml (6,42 ; 6,37), en CF (3,49 ; 3,31) respectivement et en CT (4,86) pour la Ci2 seulement. Ces taux sont probablement liés aux proportions des éleveurs qui conservent leur lait dans des seaux refroidis et qui ont un contrat de livraison avec ces deux citernes (33,33% pour Ci2 et 40% pour Ci1).

Cependant, les moyennes de dénombrement les plus faibles en ces germes sont constatées au niveau des citernes restantes Ci3 et Ci4 avec des valeurs exprimées en Log10 ufc/ml de 6,19 et 6 pour les FMAT et de 2,95 ; 2,75 pour les CF. A noter que la traite mécanique et la présence de tank de réfrigération sont généralisées dans les élevages collectés par ces citernes.

Ces résultats sont en accord avec les données de la bibliographie (CEMPIRKOVA, 2006 ; GRIMAUD *et al*, 2007 ; RYSANEK *et al*, 2007 ; MILLOGO *et al*, 2010), qui ont déjà confirmé que les ustensiles utilisés pour la collecte du lait à la ferme sont généralement la plus grande source de contamination du lait. Or, la contamination microbienne dans le lait cru avant qu'il ne quitte la ferme, ne dépend pas uniquement de sa contamination pendant la traite

et des conditions de stockage, mais aussi de la température à laquelle il était stocké (SOLER *et al.*, 1995).

Le nombre de vaches laitières traites par citerne est fortement corrélé mais négativement ($p < 0,05$) avec la charge en FMAT et en coliformes. Ce qui signifie que c'est l'hygiène qui constitue la base de toute contamination microbienne du lait et non pas la taille du troupeau.

Néanmoins, le mode de livraison associé au système de collecte constaté dans le présent travail permet le mélange de laits issus de différentes étables laitières. Alors, il suffirait que le lait d'une seule ferme ne soit pas bien conservé et donc présente une qualité hygiénique médiocre pour que tout le lait de cette même citerne soit détérioré. Ce qui favoriserait la croissance et la multiplication des micro-organismes déjà existants, à des taux plus ou moins élevés.

3.4.2.2. Analyse des paramètres de transport (test de la réductase microbienne)

La forte contamination microbienne des échantillons de lait cru analysés en M1 et en M2 selon la figure 18, est confirmée par la chute d'environ 54% du temps moyen de réduction du bleu de méthylène (TRBM) entre le moment de fin de collecte (M1 : 207,58 minutes) et le moment de la livraison (M2 : 95,31 minutes).

En saison froide (P1), ce temps moyen passe de 234 minutes en M1 à 109 minutes en M2. Contre, en saison chaude (P2), 180 minutes au départ et 81 minutes à la réception des laits. Les taux respectifs des diminutions saisonnières constatées sont de 53,41 et de 55%.

La mesure du temps de réduction du bleu de méthylène dans les laits des différentes citernes à la fin de la collecte révèle que plus de la moitié des échantillons (31/60) sont de bonne qualité car répondant à un temps de décoloration supérieur à 4 heures. 20 d'entre ces laits sont constatés en période froide.

Le reste des échantillons est jugé très ou peu contaminé, la plupart est observée dans la Ci5 ($n=9$). A l'inverse, à l'arrivée de ces citernes aux établissements laitiers, la détérioration de la qualité du lait se confirme par la diminution du nombre de laits de bonne qualité, il n'en restait qu'un seul, soit 1,66% du total et ceci en période froide.

Les laits peu contaminés sont au nombre de 15 (soit 25% de la totalité), dont 10 en saison froide. La majorité écrasante est constituée principalement de laits très contaminés ($n=44$, soit près de 74%). En effet, la citerne n°1 connaît le temps moyen de décoloration le plus élevé à l'admission à la laiterie, il est évalué à 126 minutes, ce qui correspond à un taux moyen compris entre 10^5 et 5.10^5 germes/ml de lait (GUIRAUD, 2003). Ces laits appartiennent à la catégorie B (laits peu contaminés) dans le classement selon les normes microbiologiques nationales (ANONYME 21, 1993).

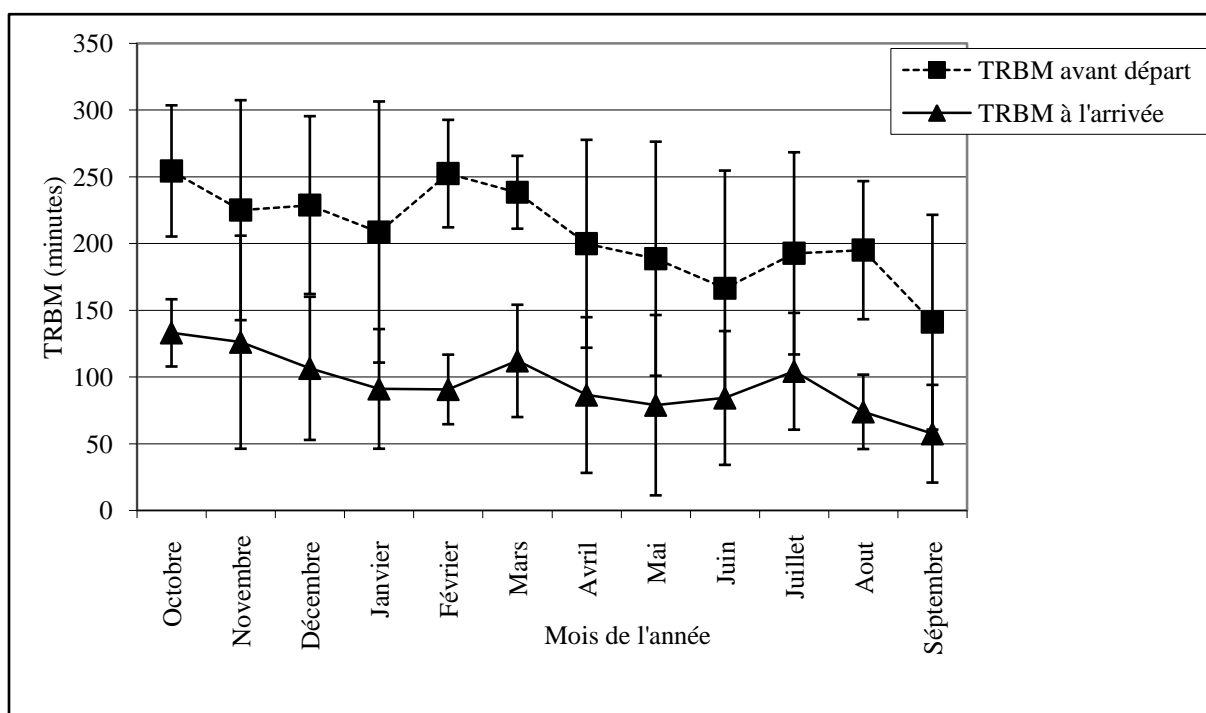


Figure 18 : Evolution du temps moyen de réduction du bleu de méthylène (TRBM) entre la fin de la collecte (M1) et la livraison (M2).

Nous signalons que même les laits dont le taux de germes/ml n'excède pas 2 millions sont conformes selon cette même norme et donc ils sont acceptés à leur livraison aux établissements laitiers.

3.4.2.3. Relation entre les paramètres de transport et la qualité globale du lait cru des citernes à l'admission aux laiteries

La contamination microbienne dans le lait cru dépend selon SOLER *et al* (1995) du temps qui s'écoule entre la traite et la collecte. La norme algérienne (ANONYME 21,1993), fixe un délai de 48 heures au maximum entre la traite et la délivrance du lait aux laiteries. Toutefois, les conditions de transport ont été signalées pour avoir contribué à la mauvaise qualité hygiénique du lait dans l'étude réalisée à Addis Ababa par GODEFAY et MOLLA (2000).

Cependant, l'estimation des variations des différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques entre les différentes saisons des laits analysés au départ des citernes et à la livraison sont illustrées dans le tableau XXXXVI.

Il est bien clair que les variations les plus importantes ($p < 0,001$) entre les deux moments des prélèvements (M1) et (M2) soient observées pour les paramètres suivants : CT, CF et le TRBM à la fin de la collecte contre les FMAT à la livraison.

**Tableau XXXXVI : Variation des différents paramètres analysés par moment de prélèvement (M1, M2) et par saison (P1, P2).
(Le seuil de signification est $p < 0,05$).**

	M1 (P1, P2)	M2 (P1, P2)	P1 (M1-M2)	P2 (M1-M2)
T°	0,5387	0,6190	0,0001	0,0001
pH	0,0177	0,0427	0,3936	0,9472
AC	0,0193	0,0152	0,4570	0,3316
D	0,3497	0,2868	0,5922	0,7441
MG	0,3497	0,3508	0,5457	0,4275
MP	1	0,9576	0,3098	0,2602
EST	0,0012	0,0016	0,7532	0,7916
ESD	0,0033	0,0050	0,4924	0,8337
FMAT	0,0126	0,0005	1,06E-07	2,99E-06
CT	0,0006	0,0006	0,0001	0,0097
CF	0,0003	0,0001	0,0007	7,74E-05
LEV	0,9440	0,2112	0,0003	4,39E-05
MOI	0,0177	0,0141	0,0008	0,0536
TRBM	0,0009	0,0123	2,24E-07	4,44E-06

T° : Température, pH : potentiel Hydrogène, AC : Acidité, D : Densité, MG : Matière grasse, MP : Matière protéique, EST : Extrait sec total, ESD : Extrait sec dégraissé, FMAT : Flore mésophile aérobie totale, CT : Coliformes totaux, CF : Coliformes fécaux, LEV : Levures, MOI : Moisissures, TRBM : Temps de réduction du bleu de méthylène, M1 (P1-P2) : comparaison des évolutions des paramètres à la fin de la collecte entre les deux saisons, M2 (P1-P2) : comparaison des évolutions des paramètres à la livraison entre les deux saisons, P1 (M1-M2) : comparaison des évolutions des paramètres entre la fin de la collecte et l'admission durant la période froide, P2 (M1-M2) : comparaison des évolutions des paramètres entre la fin de la collecte et l'admission durant la période chaude.

Les différences significatives concernent les niveaux de la filière (M1 et M2) pour le pH, l'acidité, l'EST, l'ESD et les moisissures, les FMAT à la fin de la collecte (M1) et le TRBM à l'admission (M2). Alors qu'entre les 2 saisons, la période froide à la fin de la collecte et à la livraison connaît des variations aussi élevées ($p < 0,001$) pour 7 paramètres entre M1 et M2 à savoir : les températures, FMAT, CT, CF, levures, moisissures et TRBM. Le même constat est fait en période chaude sauf pour les moisissures où les variations entre le départ et l'arrivée en période chaude sont sans aucune signification ($p > 0,05$).

Les résultats indiquent aussi que les moyennes de comptage en germes étudiés dans les échantillons à la livraison (M2) sont nettement supérieures par rapport à celles des laits récoltés avant départ, à la fin de la collecte (M1). Ces laits sont également plus chargés en micro-organismes aussi bien en saison chaude (P2) qu'en saison froide (P1).

Les charges en coliformes ont été aussi significativement bien plus élevées en été qu'en hiver dans les recherches effectuées par LUES *et al* (2010) en Afrique du sud. Par ailleurs,

BOUZAID *et al* (2012) au Maroc, signalent des valeurs moyennes respectives par millilitre en FMAT, en CT et en CF de ($4,4 \cdot 10^7$ ufc, $3,8 \cdot 10^5$ ufc et $1,91 \cdot 10^5$ ufc), sur les laits crus prélevés à partir du point de vente. Leurs résultats sont supérieurs aux nôtres, obtenus en M2 ($3,2 \cdot 10^7$ ufc/ml=Anti 7,5 Log10 FMAT et $2,1 \cdot 10^5$ ufc/ml=Anti 5,31 Log10 CT et $2 \cdot 10^4$ ufc/ml=Anti 4,29 Log10 CF).

La variation constatée dans les différents taux de germes entre les échantillons, initialement à la fin du ramassage des laits et ces mêmes échantillons à leur admission aux unités de transformation est décrite comme suit : il existe en M1 et en M2 des corrélations positives entre les FMAT et les températures ($p > 0,05$) et entre les FMAT et les bactéries coliformes: totaux ($p < 0,05$) et fécaux ($p < 0,01$). Alors que le pH est négativement corrélé en M1 et en M2 avec les températures ($p > 0,05$) et avec les trois germes considérés ($p < 0,05$) (tableaux XXXXVII et XXXXVIII).

Une diminution de la température moyenne à la livraison estimée à $1,54$ °C est notée dans la présente étude, ce qui pourrait être expliqué par la défaillance des moyens de stockage, de conservation et de refroidissement au niveau de certains élevages et indiquent le rôle important des citernes dans le refroidissement du lait pendant son acheminement vers les laiteries. Ces valeurs de températures sont inférieures à celles trouvées par GRAN *et al* (2002) entre la ferme et le point de vente à Zimbabwe ($32,6$ et $24,4$ °C) et BONFOH *et al* (2003), entre $27,1$ et $31,4$ °C au Mali.

Selon PISTOCCHINI *et al* (2009), une température élevée à la livraison augmente le nombre de micro-organismes dans le lait. La qualité de ce dernier est influencée par les paramètres de stockage et de transport. Une température élevée ($+8$ °C) favorise la croissance des bactéries lactiques, d'où l'acidification du lait, notamment si cette température est associée à des conditions de transport non appropriées.

De fortes températures d'après MELLENERGER et KIRK (2001), favorisent aussi la prolifération de certaines bactéries pathogènes telles que *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Echerichia coli* et les Clostridies.

Donc, il est important de souligner l'influence du refroidissement sur le nombre de certains micro-organismes. Un bon refroidissement réduit le nombre de bactéries Gram négatives comme les bactéries coliformes, mais a un faible effet sur les bactéries Gram positives comme les *Staphylococcus aureus* (MURDOUGH *et al*, 1996 ; SOL *et al*, 2002). Il peut favoriser d'un autre côté le développement et la croissance incontrôlés des flores psychrophiles protéolytiques et lipolytiques (MATHIEU, 1998 ; ALLOUI-LOMBARKIA *et*

al, 2002). D'après GRENON (2004), il faut compter un peu moins de 3 heures pour qu'un lait non refroidi se trouve hors norme.

Tableau XXXXVII : Corrélations entre les paramètres étudiés en M1 (à la fin de la collecte).

	T°	pH	FMAT	CT	CF	TRBM
T°	1,00					
pH	-0,335	1,00				
FMAT	0,036	-0,704	1,00			
CT	-0,266	-0,680	0,697	1,00		
CF	-0,194	-0,717	0,762	0,820	1,00	
TRBM	-0,055	0,793	-0,924	-0,733	-0,808	1,00

Tableau XXXXVIII : Corrélations entre les paramètres étudiés en M2 (à la livraison).

	T°	pH	FMAT	CT	CF	TRBM
T°	1,00					
pH	-0,183	1,00				
FMAT	0,022	-0,747	1,00			
CT	-0,271	-0,672	0,776	1,00		
CF	-0,178	-0,707	0,878	0,874	1,00	
TRBM	0,213	0,481	-0,839	-0,582	-0,828	1,00

T° : Température, pH : potentiel Hydrogène, FMAT : Flore mésophile aérobie totale, CT : Coliformes totaux, CF : Coliformes fécaux, TRBM : Temps de réduction du bleu de méthylène.

Cependant, le refroidissement à 4°C du lait cru n'est pas observé dans la totalité des échantillons analysés dans le cadre de la présente étude, ce qui ne nous permet pas de discuter davantage l'effet de ce paramètre sur la valeur nutritive du lait. Des variations significatives sont notées aussi pour le TRBM pendant les 2 périodes en M1 ($p < 0,001$) et en M2 ($p < 0,05$). Le TRBM est fortement corrélé et positivement ($R = 0,79$) avec le pH, en M1 ($p < 0,01$) et ($R = 0,48$) en M2 avec ($p > 0,05$) comme illustré respectivement dans les tableaux XXXXVII et XXXXVIII. Ce TRBM montre une forte relation négative avec les FMAT ($R = -0,92$) et ($p < 0,01$) et avec les CF ($R = -0,80$) et ($p < 0,01$) en M1. Même constatation en M2, pour les FMAT ($R = -0,83$) et les CF ($R = -0,82$) avec $p < 0,05$ pour les deux niveaux d'analyses.

Quant aux CT ($R = -0,73$) avec ($p < 0,05$) en M1 et ($R = -0,58$) et ($p > 0,05$) en M2. Ce qui confirme que ce temps de décoloration du bleu de méthylène est réduit avec les laits acides, qui sont fortement contaminés. En parallèle, les résultats montrent clairement que 30% des échantillons analysés ont un $pH < 6,6$ en M1 contre 32% en M2, ceci est principalement lié à l'acidification du lait pendant son transport vers l'établissement laitier, ce qui coïncide avec les résultats obtenus par GRENON (2004).

Les faibles diminutions constatées dans les taux de MG et de MP entre le départ et l'arrivée des citernes peuvent être dues à la présence dans les échantillons des citernes analysés de certaines bactéries psychrotrophes altérant le lait par leurs propriétés lipolytiques et protéolytiques. Ce sont surtout des *Pseudomonas* : *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi* : *Alteromonas putrefaciens* (SANTANA *et al*, 2004).

La charge microbienne du lait est déterminée par la distance entre la ferme et l'usine de transformation et donc notamment, par le temps écoulé pendant le transport. La température de stockage et de transport donne la possibilité aux bactéries à s'adapter et à croître dans ce liquide hautement nutritif (SEMEREAB et MOLLA, 2001).

Notons que le facteur transport était en étroite relation ($p < 0,05$), avec le développement et la prolifération de la microflore pathogène principalement, dans l'étude réalisée par KAOUCHE *et al* (2014). Cependant, la distance parcourue par le collecteur à destination de l'établissement laitier et les moyennes de comptages en différents germes sont déterminées à être fortement associées ($p < 0,05$) à la livraison (M2): FMAT ($R = 0,88$), CT ($R = 0,70$) et CF ($R = 0,73$) (tableau XXXXIX).

Ces observations sont en parfait accord avec les résultats de GRAN *et al* (2002). Le niveau de micro-organismes dans le lait à la livraison est susceptible d'augmenter avec l'augmentation du temps de livraison. La détérioration ne sera minimisée que si le lait atteint la laiterie pendant la phase de latence de la multiplication bactérienne, généralement considérée autour de 3 heures après la traite (ANONYME 12, 1990).

L'éloignement influe sur la qualité globale du lait surtout s'il est associé à un réseau routier ne permettant pas une livraison rapide (cas essentiellement du trajet de la Ci5 de Bouira vers la laiterie de Boudouaou), ce qui puisse justifie les contaminations trop élevées au niveau de cette citerne (germes en diversité et en quantité).

Tableau XXXXIX : Corrélations entre la distance moyenne entre la ferme et la laiterie.

	FMAT	Coliformes totaux	Coliformes fécaux
Distance moyenne entre la ferme et la laiterie	0,88 ($p < 0,05$)	0,70 ($p < 0,05$)	0,73 ($p < 0,05$)

Dans l'étude réalisée par BELLI *et al* (2013), au Cameroun, un grand pourcentage (87,1%) des échantillons à la livraison ont montré des niveaux de coliformes en dessous du seuil. Mais les échantillons positifs pour ce germe ont montré un niveau élevé de contamination ($> 5 \log \text{ ufc/ml}$), lié principalement aux moyens de transport et à la distance parcourue par le collecteur.

Conclusion générale

Les investigations réalisées dans le cadre de la présente étude ont touché tout aussi bien en amont, les facteurs de variabilité susceptibles d'interférer sur la production et la qualité du lait bovin obtenu et, en aval, la nature de ce produit de première nécessité en suivant les variations de ses aspects qualitatifs depuis la traite jusqu'à l'arrivée aux niveaux des laiteries.

Ainsi, les caractérisations menées auprès des 16 fermes prises en compte, de la région médio-septentrionale d'Algérie, montrent l'existence de quatre groupes d'éleveurs qui diffèrent selon les stratégies et les objectifs de chacun d'entre eux dans la gestion et la conduite de son troupeau.

L'analyse des pratiques alimentaires révèle une forte dépendance, aggravée par le climat, de ces exploitations vis-à-vis des concentrés dans le but de combler le déficit fourrager. Ceci dénote le caractère «hors sol» de certains d'entre eux. En effet, les coûts relatifs à l'alimentation du cheptel bovin constituent en moyenne près de 70% des charges totales.

La productivité annuelle résultant de cette conduite alimentaire des troupeaux est de 4333,5 kg. Toutefois, cette performance reste très en deçà des potentialités des vaches de notre échantillon d'étude, dominées à 94% par des races importées à fort potentiel de production (Pie- Noire et Pie-Rouge) et témoigne des défauts de conduite de la production laitière au niveau de ces fermes.

La reproduction, évaluée à travers l'intervalle moyen entre deux vêlages successifs, est un volet mal pris en charge dans tous les troupeaux visités, puisque cet intervalle moyen dépasse les objectifs économiques de 12 mois dans toutes les fermes. Il est en moyenne de $452,1 \pm 31,7$ jours.

Le suivi mensuel sur une période d'une année de la qualité globale du lait cru produit dans 12 exploitations parmi les 16 ciblées, montre que les pratiques d'élevage et leurs variations temporelles ont des incidences marquées sur cette qualité.

Le Comptage cellulaire individuel effectué sur 280 mamelles indique que 45,4% des femelles présentent des mammites et dont près de 5% sont en situation épidémiologique très alarmante ; alors que sur un autre volet, l'eau destinée à l'abreuvement des animaux et au nettoyage autour de la traite, s'avère être de qualité acceptable.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée révèle l'existence de cinq classes de 18 à 43 laits. Cette partition a permis de différencier nettement les exploitations suivant la qualité hygiénique et nutritionnelle de leurs laits.

Les germes de contamination recherchés dans le cadre de la présente étude (FMAT, CT, CF, levures et moisissures) sont corrélés avec les pratiques d'hygiène considérées (nettoyage de la mamelle, propreté de l'étable, propreté de la machine à traire, la litière, le lavage des

mains avant la traite et le port d'habits spéciaux par le trayeur). Les différences sont toutes significatives, mais le degré de signification varie d'une corrélation à une autre, confirmant par là une flagrante insuffisance en matière d'hygiène. La relation est établie aussi entre les germes pathogènes présents dans les échantillons de lait cru de fermes analysés et les fortes températures enregistrées surtout quand elles sont $> 9^{\circ}\text{C}$ ($p < 0,05$).

Cette flore pathogène connaît des taux de présence relativement importants au niveau de la filière laitière. Les laits des fermes qui sont déjà contaminés par *Clostridium*, *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus* (15,27, 1,39 et 4,86% respectivement), arrivent aux différentes laiteries avec des taux moyens respectifs de présence exponentiels (50, 28,33 et 56,66%).

Les résultats indiquent aussi que les moyennes de comptage en germes étudiés dans les échantillons à la livraison aux différentes laiteries sont nettement supérieures par rapport à celles des laits récoltés à la fin de la collecte. Ces laits sont également plus chargés en micro-organismes aussi bien en saison chaude qu'en saison froide ($p < 0,001$). Il est toutefois à noter que ces fortes charges microbiennes et l'importante dispersion des résultats autour de la moyenne (écarts moyens), témoignent de la forte variabilité des pratiques d'un site de prélèvement à un autre ($p < 0,001$).

Le recours aux traitements par les antibiotiques est important, puisque des échantillons contrôlés se sont avérés positifs dans respectivement 13 et 35% des laits de petit mélange de ferme et ceux de l'admission. Ceci est lié essentiellement à la conduite de ces traitements (pratiques de tri des laits et respect des temps d'attente), faute de manque de sensibilisation, surtout que les contrôles effectués à la vente ne prennent pas en compte ces résidus pour sanctionner le producteur.

Quant à la qualité nutritionnelle évaluée à travers le taux de matière utile des laits analysés (37,19 et 30,18 g/kg en TB, TP respectivement), les meilleurs résultats concernent les fermes au niveau desquelles la conduite alimentaire des vaches laitières a pu être jugée d'assez bonne. Cependant, l'évolution annuelle des TB et TP des laits collectés dans les exploitations indique l'ampleur des variations du taux butyreux ($CV = 7,93\%$) en comparaison avec le taux protéique, nettement plus stable ($CV = 3,74\%$), durant toute l'année, témoignant de l'effet des pratiques alimentaires, dominées principalement par les apports massifs en concentrés. Notons que des diminutions, quantitativement significatives ($p < 0,05$) depuis les fermes jusqu'à la livraison, sont soulignées pour ces constituants (TB et TP).

Plusieurs facteurs de risque liés à la variabilité de la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru tout au long de la chaîne de production ont été mis en évidence lors de la présente étude à savoir :

- à l'échelle des étables : la pratique de la traite manuelle ($p < 0,01$), les seaux utilisés ($p < 0,05$) comme moyen de conservation du lait et les pratiques alimentaires ($p < 0,01$), caractérisées principalement par la dominance de l'énergie fournie par les concentrés ;

- au niveau des citernes, le mode de livraison associé au système de collecte et de mélange des laits produits par différentes fermes donc issus de pratiques d'élevage différentes ($p < 0,05$),

- à l'admission aux laiteries, la manipulation excessive que subit le lait notamment les transvasements constatés, depuis le point de sa production jusqu'à sa livraison ($p < 0,05$) et l'effet de la distance qui détermine le temps écoulé durant le transport ($p < 0,05$).

- enfin, la saison, à travers les variations des températures, surtout si de fortes températures sont associées à une absence de moyens de refroidissement ($p < 0,05$).

C'est autant d'éléments qui méritent une meilleure prise en charge et interpellent les acteurs à différents niveaux, tant en ce qui concerne l'éleveur que les cadres gestionnaires et techniques qui sont sensés lui apporter l'information et l'aide nécessaire pour améliorer constamment les conditions d'obtention d'un lait de qualité.

Références

bibliographiques

- ADESIYUN A.A., WEBB L.A. and ROMAIN H.T. (1998).** Prevalence and characteristics of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bulk and composite milk and cattle handlers. *Journal of Food Protection*, **61(5)**, 629–632.
- AGABRIEL C., COULON J.B. et MARTY G. (1991).** Facteurs de variations du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait cru de vache : étude dans les exploitations des Alpes du Nord, INRA. *Productions Animales*, **4(2)**, 141-149.
- AGABRIEL C., COULON J.B., MARTY G. et BONAÏTI B. (1993).** Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans les exploitations à haut niveau de production. INRA. *Productions Animales*, **6**, 53-60.
- AGABRIEL C., COULON J.B., BRUNSCHWIG G., SIBRA C. et NAFIDI C. (1995).** Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. INRA. *Productions Animales*, **8**, 251-258.
- AGGAD H.F., MAHOUZ Y., AMMAR A. et KIHAL M. (2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **160(12)**, 590–595.
- ALLOUI-LOMBARKIA O., LACHKHAB S. et YUCEF L. (2002).** Influence du temps de réfrigération sur la qualité bactériologique et biochimique du lait. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **9**.
- AMELLAL R. (1995).** La filière lait en Algérie entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. *Options Méditerranéennes. Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Série B*, **14**, 229-238.
- AMIOT J., FOURNIER F., LEBEUF Y., PAQUIN P. et SIMPSON R. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In : « Science et Technologie du Lait : Transformation du Lait ». Presses internationales Polytechnique, Montréal, 1-73.
- ANONYME 1. (2013).** Bilans fourragers 2001/2012. Rapport annuel de l'Institut Technique d'Élevage (I.T.EL.V), Alger.
- ANONYME 2. (2012).** Rapport annuel des statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (M.A.D.R), Alger.
- ANONYME 3. (2013).** Rapport annuel des statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (M.A.D.R), Alger.
- ANONYME 4. (2014).** Rapport annuel des statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (M.A.D.R), Alger.
- ANONYME 5. (2009).** L'herbe améliore la qualité nutritionnelle des laits. *Cap Elevage*, **34**.
- ANONYME 6. (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers : Ed., AFNOR, Paris.
- ANONYME 7. (1975).** Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 12th Ed., Washington D.C., USA.
- ANONYME 8. (1995).** Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 16th Ed., Washington, D.C., USA.
- ANONYME 9. (1997).** Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 16th edition, 3rd revision. Washington, D.C., USA.
- ANONYME 10. (1990).** EU Community procedure for the establishment of a maximum residue limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin," Official Journal of the European Community. **L224**, 1–8.

- ANONYME 11. (1974).** Milk Bacteria Count. International Dairy Federation (IDF). Standards 73/74. Brussels.
- ANONYME 12. (1990).** Handbook on Milk Collection in Warm Developing Countries. International Dairy Federation (IDF), Brussels.
- ANONYME 13. (1991).** Milk and Milk Products. Microorganisms Colony Count at 30°C. International Dairy Federation (IDF), Brussels.
- ANONYME 14. (1990).** Microbiology- General Guideline on the Method for the Detection of *Salmonella*. International Standard Organization (ISO 6579), Geneva.
- ANONYME 15. (2004).** Modification of the Isolation Media and the Haemolysis Test and Inclusion of Precision Data. International Standard Organization, Geneva.
- ANONYME 16. (1998).** Les Normes Microbiologiques. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (J.O.R.A). Décret **35** du 27 Mai 1998 correspondant au 1^{er} Safar 1419.
- ANONYME 17. (2001).** Lait -Détermination de la Teneur en Matière Grasse, méthode gravimétrique de référence, NF ISO 1211.
- ANONYME 18. (1987).** Norme Française relative au Dénombrement des Levures et des Moisissures par Comptage des Colonies à 25°C, NF ISO 7954.
- ANONYME 19. (2004).** Microbiologie des Aliments. Méthode de routine pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies à 37°C. Partie 1 : Technique avec confirmation des colonies, NF V 08-057-1.
- ANONYME 20. (1980).** Recueil de Normes Françaises. Laits et Produits Laitiers. Méthodes d'Analyse, NFV 04 -207, Paris.
- ANONYME 21. (1993).** Les Normes Microbiologiques. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (J.O.R.A). Décret **69** du 27 Octobre 1993 correspondant au 11 Djoumada El Oula 1414.
- AYALEW T., DUGUMA B. and TOLEMARIAM T. (2013).** Smallholder Cattle Production Systems in Three Districts of Ilu Aba Bora Zone of Oromia Regional State, South Western Ethiopia. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, **8 (1)**, 38-46.
- BARILLET F., BONAÏTI B. et BOICHARD D. (1987).** Amélioration génétique de la composition du lait des brebis, des chèvres et des vaches. In : « Le Lait Matière Première de l'Industrie Laitière ». CEPIL, INRA, Paris, 129-138.
- BARNOUIN J., GEROMEGNACE N., CHASSAGNE M., DORR N. et SABATIER P. (1999).** Facteurs structurels de variation des niveaux de comptages cellulaires du lait et de fréquence de mammites cliniques dans 560 élevages bovins réparties dans 21 départements français. INRA. *Productions Animales*, **12**,39-48.
- BAUMONT R., DULPHY J.P., SAUVANT D., TRAN G., MESCHY F., AUFRERE J., PEYRAUD J.L. et CHAMPCIAUX P. (2007).** Les Tables de la Valeur des Aliments. In : « Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins ». Ed., Quae, Paris.
- BEAUDEAU F., DUCROCQ V., FOURICHON C., FAYE B. et SEEGER H. (1994).** Impact des troubles de santé sur la longévité des vaches laitières. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **(1)**, 261-264.
- BEDOUE J. (1994).** La visite de reproduction en élevage laitier. Bulletin du Groupe Techniques Vétérinaires, **(489)**, 109-129.

- BELHADIA M., SAADOUD M., YAKHLEF H. et BOURBOUZE A. (2009).** La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Cheliff. *Revue Nature et Technologie*, (1), 54 – 62.
- BELHADIA M., YAKHLEF H., BOURBOUZE A. et DJERMOUN A. (2014).** Production et mise sur le marché du lait en Algérie, entre formel et informel. Stratégies des éleveurs du périmètre irrigué du Haut-Cheliff. ", *A Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, (1), 41-49.
- BELLI P., CANTAFORA A. F. A., STELLA S., BARBIERI S. and CRIMELLA C. (2013).** Microbiological survey of milk and dairy products from a small scale dairy processing unit in Maroua (Cameroon). *Food Control*, **32(2)**, 366–370.
- BENABDERRAHIM M.A., HADDAD M. et FERCHICHI A. (2008).** Essai d'adaptation de 16 cultivars de luzerne pérenne (*Medicago sativa L*) dans un système oasien du sud tunisien : Gabes (local) et 15 cultivars étrangers. *Option méditerranéennes*, CIHEM, Série A, (79), 419- 422.
- BENCHARIF A. (2001).** Stratégie des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématique, *Options méditerranéennes*, 32ème Ed, 25–44.
- BENNET G. (1993).** What to expect from sire selection to lower somatic cell count. 32nd Annual Meeting National Mastitis Council, 4-7 Oct, Kansas City, USA
- BLANC B. (1982).** Les protéines du lait à activité enzymatique et Hormonale. *Le Lait*, (62), 350 -395.
- BLANCO J.L., DOMINGUEZS L., GOMEZ-LUCIA E., GARAYZABAL J.F.F., GARCIA J.A. and SUAREZ G. (1988).** Presence of aflatoxin M1 in commercial ultra-high-temperature treated milk. *Applied and Environmental Microbiology*, (54), 1622-1623.
- BONFOH B., WASEM A., TRAORÉ A.N., FANÉ A., SPILLMANN H., SIMBÉ C. F., ALFAROUKH I.O., NICOLET J., FARAH Z. And ZINSSTAG J. (2003).** Microbiological quality of cow's milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali). *Food Control*, **14(7)**, 495–500.
- BONFOH B., ROTH.C., TRAORÉ A.N., FANÉ A., SIMBÉ C.F., ALFAROUKH I.O., NICOLET J., FARAH Z. and ZINSSTAG J. (2006).** Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali). *Food Control*, **17(2)**, 153-161.
- BONY J., CONTAMIN V., GOUSSEFF M., METAIS J., TILLARD E., JUANES X., DECRUYENAERE V. et COULON J.B. (2005).** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRA. *Productions Animales*, **18(4)**, 255-263.
- BOUFAIDA-ASNOUNE Z., BUTEL M.J. et OUZROUT R. (2012).** Prévalence des principales bactéries responsables de mammites sub-cliniques des vaches laitières au nord-est de l'Algérie. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **65 (1-2)**, 5-9.
- BOUX M. et LEVEAU J.Y. (1988).** Les Microflores responsables des transformations : les levures. In : « Techniques d'Analyses et de Contrôle dans les IAA, le contrôle Microbiologique. Ed., Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- BOURBOUZE A. (2003).** Le développement des filières lait au Maghreb. Les instruments d'une politique laitière. Conférence Agropolis Museum. Agroligne, (14), 9-19.

- BOUTON Y., TESSIER L., GUYOT P. et BEUVIER E. (2005).** Relations entre les pratiques des producteurs et les niveaux de populations microbiennes des laits à Comté. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **12**.
- BOUTON Y., GUYOT P. et BEUVIER E. (2006).** Diversité génomique et temporelle des flores lactobacilles, bactéries propioniques et entérocoques isolées de laits crus. Colloque SFM, 7 novembre, Paris.
- BOUTON Y., GUYOT P., VACHEYROU M., NORMAND A.C., PIARROUX R. et BEUVIER E. (2007).** Etude des flux bactériens dans les étables de production laitière de Franche-Comté. Exemple des LHF. 15ème Colloque du Club des Bactéries Lactiques, 13-15 novembre, Rennes.
- BOUZAID M., CHATOUI R., HASIB A. et MENNANE A. (2012).** Qualité hygiénique du lait de colportage prélevé des points de vente de la ville de Rabat. *Les Technologies de Laboratoire*, **7(26)**, 6–11.
- BOUZIDA S., GHOZLANE F., ALLANE M., YAKHLEF H. et ABDELGUERFI A. (2010).** Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie). *Fourrages*, **204**, 269-275
- BRISABOIS A., LAFARGE V., BROUILLAUD A., DE BUYSER M.L., COLLETTE C., GARIN-BASTUJI B. and THOREL M.F. (1997).** Pathogenic micro-organisms in milk and dairy products: the situation in France and in Europe. *International Office of Epizootics*. **16**, 452–471.
- BRULE G. (1987).** Les Minéraux. In : « Le Lait, Matière Première de l'Industrie Laitière ». CEPIL, INRA, Paris.
- CAPURRO A., ASPAN A., ERICSSON U. H., PERSSON W.K. and ARTURSSON K. (2010).** Identification of potential sources of *Staphylococcus aureus* in herds with mastitis problems. *Journal of Dairy Science*. **93**, 180–191.
- CAROLE L.V. (2002).** Science et Technologie du Lait : Transformation, Ed., Presse Internationale Polytechnique, Montréal.
- CARPENTIER B. and CERF O. (1993).** Biofilms and industrial hygiene. *Journal of Applied Bacteriology*. **75**, 459-511.
- CARTIER P. et CHILLIARD Y. (1984).** Dosage de l'activité lipasique et des acides gras Libres du lait par titration automatique calorimétrique. *Le Lait* (**64**), 340- 355.
- CAYOT P. et LORIENT D. (1998).** Structures et Technofonctions des Protéines du Lait. Arilait Recherche, Lavoisier, Paris.
- CEMPIRKOVA R. (2006).** Factors negatively influencing microbial contamination of milk. *Agricultura Tropica et Subtropica*, **39(4)**, 220–226.
- CHATELIN Y.M. et RICHARD J. (1981).** Etude de quelques cas de contaminations microbiennes importantes du lait à la ferme. *Le Lait* (**61**), 80-94
- CHATELIN Y.M. et RICHARD J. (1983).** Comparaison, dans des conditions courantes, de l'efficacité de quatre méthodes de nettoyage des machines à traire. *Le Lait* (**63**), 87-101.
- CHATTERJEE S.N., BHATTACHARJEE I., CHATTERJEE S.K. and CHANDRA G. (2006).** Microbiological examination of milk in Tarakeswar, India with special reference to coliforms. *African Journal of Biotechnology*, **5(15)**, 1383-1385.

- CHILLIARD Y., FERLAY A. et DOREAU M. (2001).** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA. Productions Animales*, **14**, 323–335.
- CHYE F.Y., ABDULLAH A. and AYOB M.K. (2004).** Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*, **21(5)**, 535–541.
- COLLOMB M., SCHMID A., SIEBER R., WECHSLER D. and RYHÄNEN E.L. (2006).** Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. *International Dairy Journal*, **16 (11)**, 1347-1361.
- COMPÈRE R. et DUPONT J. (2005).** Elevage des bovins sur les hautes collines de l'Afrique centrale. In : « Manuel de Zootechnie Comparée Nord-Sud ». INRA, Paris.
- COPPA M., VERDIER-METZ I., FERLAY A., PRADEL P., DIDIENNE R., FARRUGGIA A., MONTEL M.C. and MARTIN B. (2011).** Effect of different grazing systems on upland pastures compared with hay diet on cheese sensory properties evaluated at different ripening times. *International Dairy Journal* **21**, 815 – 822.
- COULON J.B. (1991).** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA. Productions Animales*, **4 (4)**, 303-309.
- COULON J.B. et LILAS J.P. (1988).** Composition chimique et contamination butyrique du lait : facteurs de variation dans le département de la Haute-Loire. *INRA. Productions Animales*. **1**, 201-207
- COULON J.B. et REMOND B. (1991).** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA. Productions Animales*. **4**, 49-56.
- COULON J.B., ROYBIN D., CONGY E. et GARRET A. (1988).** Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache : facteurs de variations dans les exploitations du Pays de Thônes. *INRA. Productions Animales*, **1**, 253-263.
- COULON J.B., CHILLIARD Y. et REMOND B. (1991).** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. *INRA. Productions Animales*, **4**, 219-228.
- COULON J.B., PRADEL P. and VERDIER- METZ I. (1995).** Effect of forage type on milk yield, chemical composition and clotting properties of milk. *Le Lait*, **75**, 513–521.
- COULON J.B., GASQUI P., BARNOUIN J., OLLIER A., PRADEL P. and POMIES D. (2002).** Effect of mastitis and related-germ on milk yield and composition during naturally -occurring udder infections in dairy cows. *Animal Research*, **51**, 383-393.
- COUVREUR S. et HURTAUD C. (2007).** Le globule gras du lait: sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation. *INRA. Productions Animales*. **20**, 369–382.
- DAVID V. et HUET J. (2001).** Les biofilms en milieu laitier : Comment se forment-ils ? Peut-on orienter leur population ? Synthèse bibliographique. Compte rendu de l'Institut d'Elevage de France.
- DEBRY G. (2001).** Lait, Nutrition et Santé. Editions Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- DELARRAS C. (2007).** Microbiologie Pratique pour le Laboratoire d'Analyses ou de Contrôle Sanitaire. Editions Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.

- DELFOSE C., FROIDMONT E., CURNEL Y., HUMBLET M.F., HANZEN CH., BERTOZZI C. et BARTIAUX-THILL N. (2006).** Etude écopathologique des facteurs de risque des mammites dans les élevages laitiers de Wallonie. *Rencontres sur les Recherches autour des Ruminants*, **13**.
- DEMARQUILLY C. (1981).** Prévion de la Valeur Nutritive des Aliments des Ruminants, INRA, Paris.
- DEMARQUILLY C. (1998).** Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. INRA. *Productions Animales*. **11**, 359-364.
- DESMASURES N. and GUEGUEN M. (1997).** Monitoring the microbiology of high quality milk by monthly sampling over 2 years. *Journal of Dairy Research*, **64(2)**, 271-280.
- DEVOYOD J.J., MILLET L. et ROUSSEAU M. (1987).** Rôle de la vaisselle laitière dans la fabrication fromagère traditionnelle-cas des fromages à pâte pressée demi dure-. In « Histoire et Géographie des Fromages », Colloque du 18/09 au 20/09. Université de Caen, 53-65.
- DEWDNEY J.M., MAES L., RAYNAUD J.P., BLANC F., SCHEID J.P., JACKSO T. and LENS SET VERSCHUEREN C. (1991).** Risk assessment of antibiotic residues of β -lactase and macrolides in food products with regard to their immuno-allergic potential. *Food and Chemical Toxicology*, **29(7)**, 477-483.
- DEWHURST R. et COULMIER D. (2004).** Effets des extraits à base de luzerne sur les acides gras du lait de vaches laitières Holstein. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **11**.
- DIONE A. (2000).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique de quelques denrées alimentaires d'origine animale commercialisées sur le marché dakarois. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Dakar.
- DJERMOUN A. et CHEHAT F. (2012).** Le développement de la filière lait en Algérie : de l'autosuffisance a la dépendance. *Livestock Research for Rural Development*, **24 (1)**.
- DOBBELAAR P., SCHOLL D.T., ROSENDALL E.A.M., SCHUKKEN Y.H. and BRAND A. (1994).** Nutritional factors related to farm milk protein content : an observational study. *Livestock Production Science*, **39**, 253-262.
- DUBEUF B. (1995).** Relations entre les caractéristiques des laits de troupeaux, les pratiques d'élevage et les systèmes d'exploitation dans les zones de production du Beaufort. INRA. *Productions Animales*. **8**, 105-116.
- EL MOSLEMANY A.M., KEEFE G.P., DOHOO I.R., WICHTEL J.J., STRYHN H. and DINGWELL R.T. (2010).**The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices. *Preventive Veterinary Medicine* (**95**), 32-40.
- ENJALBERT F. (1993).** Alimentation et composition du lait de vache. *Point Vétérinaire*. **25 (156)**, 769-778.
- FAROULT B. (1994).** Méthodologie d'approche des infections mammaires en troupeau laitier et maîtrise de la qualité hygiénique du lait. *Revue de Médecine Vétérinaire*, (**170**), 469-478
- FAROULT B., LEPOUTRE D., BROUILLET P. et LE PAGE P. (2003).** Mammmites des bovins (cliniques et subcliniques) : démarches diagnostiques et thérapeutiques. *La Dépêche technique*, **87**.

- FAVERDIN P., DELAGARDE R., DELABY L., MESCHY F. (2007).** Alimentation des vaches laitières. In : « Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins ». Tables INRA, Ed., Quae, Paris.
- FEDERIGHI M., MAGRAS C., PILET M.F (2005).** *Campylobacter*. In: « Bactériologie Alimentaire ». Compendium d'hygiène des aliments, 2ème édition Economica, Paris.
- GABBI A.M., MCMANUS C.M., SILVA A.V., MARQUES L.T., ZANELA M.B., STUMPF M.P. and FISCHER V. (2013).** Typology and physical–chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. *Agricultural Systems* **121**, 130-134.
- GAC A. (1966).** Le refroidissement du lait en vrac à la production. *Le Lait*, **46 (458)**, 513-521.
- GALTON D.M., PETERSSON L.G., MERILL W.G., BRANDLER D.K. and SHUSTER D.E. (1984).** Effects of premilking udder preparation on bacterial population, and iodine residue in milk. *Journal of Dairy Science*, **67**, 2580-2589.
- GHOZLANE F., BOUSBIA A., BENYOUCEF M.T. et YAKHLEF H. (2009).** Impact technico-économique du rapport concentré /fourrage sur la production laitière bovine : cas des exploitations de Constantine. *Livestock Research for Rural Development*, **21(6)**.
- GODEFAY B. and MOLLA B. (2000).** Bacteriological quality of raw cow's milk from four dairy farms and milk collection centre in and around Addis Ababa. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, **113**, 276-278.
- GOURSAUD J. (1987).** Le contrôle de la qualité du lait, matière première de l'industrie. In : « Le Lait : Matière Première de l'Industrie Laitière ». CEPIL - INRA, Paris.
- GRAN H.M., MUTUKUMIRA A.N., WETLESEN A. and NARVHUS J.A. (2002).** Smallholder dairy processing in Zimbabwe: Hygienic practices during milking and the microbiological quality of the milk at the farm and on delivery. *Food Control*, **13(1)**, 41–47.
- GRENON C. (2004).** Lait de qualité. Symposium sur les bovins laitiers. Conférence du 21 octobre. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
- GRIMAUD P., SERUNJOGI M. and GRILLET N. (2007).** An evaluation of milk quality in Uganda: value chain assessment and recommendations. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, **7(5)**, 1-16.
- GRY L. (2003).** Science des Aliments. Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine., France.
- GUIRAUD J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Ed., Dunod, Paris.
- GUY L. et VIERLING F. (2007).** Microbiologie et Toxicologie Alimentaire : Hygiène et Sécurité des Aliments. Ed., Centre régional de documentation pédagogique (CRDP) d'Aquitaine, France.
- HARRIGAN W.F. and MAC CANCE M.E. (1976).** Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology, Academic Press, London.
- HAUGE S.J., KIELLAND C., RINGDAL G., SKJERVE E. and NAFSTAD O. (2012).** Factors associated with cattle cleanliness on Norwegian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, **95**, 2485–2496
- HAUWUY A. (1996).** Qualité du Lait et des Fromages. Document technique à l'usage des conseillers en élevage et des fromages. SUACI-GIS, Alpes du Nord.

- HILL B., SMYTHE B., LINDSAY D. and SHEPHERD J. (2012).** Microbiology of raw milk in New Zealand. *International Journal of Food Microbiology*, **157**, 305-308.
- HODEN A. et COULON J.B. (1991).** Maîtrise de la composition chimique du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA. Productions Animales*, **4**, 361-367.
- HOUSSIN C. (2004).** Influence du régime hivernal des vaches laitières sur la qualité organoleptique des beurres et camemberts à la ferme expérimentale de la Blanche Maison en Normandie, France, *Bulletin* **5(3)**, 49-61
- HURTAUD H. et RULQUIN C. (1994).** Effets des nutriments énergétique et azoté sur la composition du lait chez la vache laitière. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **1**, 85– 90.
- HURTAUD C. et ROUILLE.B. (2010).** Effet de l'alimentation des vaches laitières sur le profil en acide gras du lait. Conférence Phénofinlait du 14 Septembre.
- JAYARAO B.M., DONALDSON S.C., STRALEY B.A., SAWANT A.A., HEGDE N.V. and BROWN J.L. (2006).** A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in Pennsylvania. *Journal of Dairy Science*, **89(7)**, 2451–2458.
- JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. (2007).** Science des Aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés et Produits. Tome 2. Ed., Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- JOANDEL E. (2007).** Facteurs de variabilité des flores microbiennes en surface des trayons des vaches laitières. Rapport ENITAC, France.
- JOURNET M. et CHILLIARD Y. (1985).** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. Taux butyreux, facteurs généraux. *Bulletin Technique, CRVZ, INRA Theix*, **60**, 13-23.
- KACIMI EL HASSANI S. (2013).** La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale. Quelle évolution ? *Mediterranean Journal of Social Sciences*, **14 (11)**, 152-158.
- KAMKAR A. (2005).** A study on the occurrence of aflatoxin M1 in Iranian Feta cheese. *Food Control*, **16**, 593–600.
- KAUCHE S. (2003).** Vulgarisation agricole et pratiques des éleveurs de bovins laitiers dans la wilaya de Blida, Thèse de Magister en productions animales. INA El-Harrach (Alger).
- KAUCHE S., BOUDINA M. et GHEZALI S. (2012).** Evaluation des contraintes zootechniques de développement de l'élevage bovin laitier en Algérie : cas de la wilaya de Médéa. *Revue Nature & Technologie*, **6**, 85-92.
- KAUCHE S., BOUGUERRA N. and MESBAHI S. (2014).** Prevalence of some pathogenic bacteria of raw milk in Algeria. *Archives of Biomedical Sciences*, **2(2)**, 30 -33.
- KESSELER DE OLIVEIRA L., FLECK J.D., COMERLATO J., KLUGE M., BERGAMASCHI B., FABRES R.B., DA LUZ R.B., DOS SANTOS DA SILVA J.V., RODRIGUESA M.T., LINO GENROA J., STAGGEMEIERA R., BALDASSO N. and ROSADO SPILKI F. (2012).** Enteric viruses in water samples from Brazilian dairy farms. *Agricultural Water Management*, **111**, 34 - 39.
- KIVARIA F.M., NOORDHUIZEN J.P.T.M. and KAPAGA A.M. (2006).** Evaluation of the hygienic quality and associated public health hazards of raw milk marketed by

smallholder dairy producers in the Dar Es Salaam region, Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, **38**(3), 185–194.

LABARRE J. F. (1994). Nutrition et variation du taux de matières grasses du lait de vache. *Recueil de Médecine vétérinaire*, **170**, 381 - 389.

LABUSSIÈRE J. (1994) : Physiologie de l'Ejection du Lait. Conséquences Sur la Traite. In : « Biologie de la Lactation ». Ed., INSERM et INRA, Paris.

LAITHIER C., CHATELIN Y.M., DAVID V., TALON R., LABADIE J., BARRAL J., TORMO H., LEFRILEUX Y. et MORGE S. (2005). Améliorer la maîtrise de la qualité des fromages fermiers par une meilleure caractérisation des biofilms et de leur rôle. Compte rendu de l'Institut d'Élevage, France.

LARPENT J.P., COPIN M.P., GERMONVILLE A., JACQUET M. et THETAS J.L. (1997). Microbiologie du Lait et des Produits Laitiers. In : « Microbiologie Alimentaire ». 1ère Ed., Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.

LAURENT F., COOMANS O., GARDEUR J.N. et VIGNON B. (1992). Composition azotée et caractéristiques technologiques du lait de vache en relation avec la nature et le niveau d'apport de l'aliment concentré. *Le Lait* (**72**), 175-183.

LEYRAL G. et VIERLING F. (2001). Microbiologie et Toxicologie des Aliments ; Hygiène et sécurité alimentaire. 4ème Ed., Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP) d'Aquitaine, France.

LINDEN G. et LORIENT D. (1994). Biochimie Agro- Industrielle ; Valorisation Alimentaire de la Production Agricole. Ed., Masson, Paris.

LINGATHURAI S. and VELLATHURAI P. (2010). Bacteriological quality and safety of raw cow milk in Madurai, South India. *Webmed Central Microbiology*, **1**(10), 1-10.

LOPEZ C.E., RAMOS L. L., RAMADAN S. S. and BULACIO L. C. (2003). Presence of aflatoxin M1 in milk for human consumption in Argentina. *Food Control*, **14**(1), 31–34.

LUES J.F.R., DE BEER H., JACOBY A., JANSEN K. E. and SHALE K. (2010). Microbial quality of milk, produced by small scale farmers in a peri-urban area in South Africa. *African Journal of Microbiology Research*, **4**(17), 1823–1830.

LUQUET F.M. (1985). Les laits de la Mamelle à la Laiterie. Ed., Techniques et Documentation. Lavoisier, Paris.

MADANI T., MOUFFOK C. et FRIQUI M. (2004). Effet du niveau de concentré dans la ration sur la rentabilité de la production laitière en situation semi-aride algérienne. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **11**.

MAHAUT M., ROMAIN J., GERARD B. et LIERRE S. (2000). Les Produits Industriels Laitiers. Ed., Techniques et Documentation. Lavoisier, Paris.

MAHAUT M., JEANTET R. et BRULE G. (2003). Initiation à la Technologie Fromagère. Ed., Techniques et Documentation. Lavoisier, Paris.

MARTIN B., BUCHIN S. et HURTAUD C. (2003). Condition de production du lait et qualités sensorielles des fromages. INRA. *Productions Animales*, **16**, 283 - 288.

MATHIEU J. (1998). Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Ed., Techniques et Documentation. Lavoisier, Paris.

MAURIÈS M. (2001). A Comparison of Two Methods of Combining Alfalfa Cubes With Corn Silage Fed to Lactating Cows. *Canadian Journal of animal science*, **57**,559-565.

- MC KINNON C.H., ROWLANDS G.J. and BRAMLEY A.J. (1990).** The effect of udder preparation before milking and contamination from the milking plant on bacterial numbers in bulk milk of eight dairy herds. *Journal of Dairy Research*, **57**, 307-318.
- MELLENBERGER R. and KIRK J. (2001).** Mastitis Control Program for *Staph. aureus* Infected Dairy Cows. University of California Davis: Extension Bulletin, **41**, 1-2
- MENARD J.L., ROUSSEL P., MASSELIN-SILVIN S., PUTHOD R., HETREAU T., FORET A., HOUSSIN B., ARACIL C. et LE GUENIC M. (2004).** Contamination bactérienne d'une litière de stabulation libre paillée: effet de la fréquence de paillage et proposition d'une méthode pour son évaluation. *Rencontres sur les Recherches autour des Ruminants*, **11**, 333-336.
- MESCHY F., BRAVO D. et SAUVANT D. (2004).** Analyse quantitative des réponses des vaches laitières à l'apport de substances tampon. INRA. *Productions Animales*, **17**, 11-18.
- MHONE T.A., AMATOPE G. and SAIDI P.T. (2011).** Aerobic bacterial, coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology*, **51**, 223-228.
- MICHEL V., HAUWUY A. et CHAMBA J.F. (2001).** La flore microbienne de laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production. *Le Lait* (**81**), 575-592.
- MICHEL V., BARRAL J., LAITHIER C. et PARGUEL P. (2005a).** « Peut-on agir sur la flore microbienne du lait cru ? » Fiche élaborée dans le cadre du groupe inter-flores.
- MICHEL V., HAUWUY A., MONTEL M.C., COULON J.B. et CHAMBA J.F. (2005b).** Pratiques d'élevage et composition microbienne des laits crus. Symposium International sur les Territoires et Enjeux du développement Régional, 9-11 mars, Lyon.
- MICHEL V., HAUWUY A. et CHAMBA J.F. (2006).** Gestion de la flore microbienne des laits crus par les pratiques des producteurs. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **13**.
- MILLOGO V., OUÉDRAOGO G.A., AGENAS S. and SVENNERSTEN-SJAUNJA K. (2008).** Survey on dairy cattle milk production and milk quality problems in peri-urban areas in Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*, **3(3)**, 215-224.
- MILLOGO V., SJAUNJA K. S., OUEDRAOGO G. A. and AGENAS S. (2010).** Raw milk hygiene at farms, processing units and local markets in Burkina Faso. *Food Control*, **21(7)**, 1070-1074.
- MONSALLIER F., VERDIER-METZ I., CHANAL J., DELBES C., GAGNE G. et MONTEL M.C. (2009).** Le trayon est-il une source de diversité microbienne du lait ? Journée scientifique du 3 juin, Aurillac.
- MONSALLIER F., VERDIER-METZ I., AGABRIEL C., MARTIN B. and MONTEL M.C. (2012).** Variability of microbial teat skin flora in relation to farming practices and individual dairy cow characteristics. *Dairy Science and Technology*, **92 (3)**, 265-278.
- MTAALLAH B., OUBEY Z. et HAMMAMI H. (2002).** Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier. *Revue de Médecine Vétérinaire*. **153(4)**, 251-260.

- MURDOUGH P.A., DEITZ K. E. and PANKEY J.W. (1996).** Effects of freezing on the viability of nine pathogens from quarters with subclinical mastitis. *Journal of Dairy Sciences*, **79**(2), 334–336.
- MUSALIA L. M., WANGIA S.M.M., SHIVAIRO R. S., OKUTU P. and VUGUTSA V. (2007).** Dairy production practises among smallholder dairy farmers in Butere /Mumias and Kakamega districts in Western Kenya. *Tropical animal health and production*, **39**, 199-205.
- NEVILLE M.C., ZHANG P. and ALLEN J.C. (1995).** Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In : «Handbook of Milk Composition». Academic Press, San Diego. USA.
- NG-KWAI-HANG K.F., HAYES J.F., MOXLEY J.E. and MONARDES H.G. (1982).** Environmental influences on protein content and composition of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, **65**, 1993-1998.
- NGUYEN-THE C. and CARLIN F. (2005).** *Bacillus cereus*. In : «Bactériologie Alimentaire ; Compendium d'hygiène des aliments », 2^{ème} Ed., Economica, Paris.
- NOORDHUIZEN J.P., WODDRICK H., VOS L., VAN LIPZIG F. and VAN MEURS G.K., (1987).** The Collection of Data to Support Decision-Making at the Farm Level Proceedings of a symposium in the Community program for coordination of agricultural research, 1 to 3 July.
- NORMAND A.C., VACHEYROU M., GUYOT P., BOUTON Y., DUBIEF T., BILLOT M., SUDRE B., CUSSENOT R. et PIARROUX R., (2007).** Etude des flux bactériens dans les étables de production laitière de Franche-Comté. Intérêts dans les domaines de la production fromagère. XIII^{ème} Forum des Jeunes Chercheurs, Université de Franche- Comté, Université de Bourgogne, 14-15 juin, Dijon.
- OIE S. and KAMIYA A. (2001).** Comparison of microbial contamination of enteral feeding solution between repeated use of administration sets after washing with water and after washing followed by disinfection. *Journal of Hospital Infections*, **48**, 304–307.
- OTZ P. (2006).** Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier: approche pratique. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon.
- PALMQUIST D.L., DENISE BEAULIEU A. and BARBANO D.M. (1993).** Feed and animal factors influencing milk fat composition. *Journal of Dairy Science*, **76** (10), 1753-1771.
- PAWELCZAK K., MAKOWSKI M., KEMPNY M., DZIK J.M., GOLOS B., RODE W. and RZESZOTARSKA B. (2002).** Sulfamide antifolates inhibiting thymidylate synthase: synthesis, enzyme inhibition and cytotoxicity. *Acta Biochemica Polonica*, **49** (2), 407-420.
- PERRY J.E., TONEY J.D. and LEBLANC A.L. (1967).** Effect of nitrofurantoin on the human fetus. *Texas Reports on Biology and Medicine*, **25** (2), 270-272.
- PETON V. and LE LOIR, Y. (2014).** *Staphylococcus aureus* in veterinary medicine. *Infection, Genetics and Evolution*, **21**, 602– 615.
- PETROVSKI K., TRAJCEV M. and BUNESKI G. (2006).** A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis. *Journal of the South African Veterinary Association*, **77**, 52-60.
- PEYRAUD J.L. et DELABY L. (1994).** Utilisation de luzerne déshydratée de haute qualité dans les rations des vaches laitières. INRA. *Productions Animales*, **7** (2), 125-134.

- PILET M.F., MAGRS C. et FEDERIGHI M. (2005).** Bactéries Lactiques. In : « Bactériologie Alimentaire ; *Compendium d'hygiène des aliments* », 2ème Ed., Economica, Paris.
- PISTOCCHINI E., STELLA S., BELLI P., CANTAFORA A.F.A., TURINI J., ZECCHINI M. and CRIMELLA C. (2009).** Dairy production in periurban area of Niamey: milk quality and microbial contamination. *Tropical Animal Health Production*, **41** (2), 145–147.
- POUGHEON S. et GOURSAUD J. (2001).** Le Lait : Caractéristiques Physico-Chimiques. In : « Lait, Nutrition et Santé ». Ed., Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- PRIGENT-COMBARET C., VIDAL O., DOREL C. and LEJEUNE P. (1999).** Abiotic surface sensing and biofilm-dependant regulation ogon gene expression in *Escherichia Coli*. *Journal of Bacteriology*, **181**, 5993-6002.
- RACOTTA V., HUMBERT G. et LORIENT D. (1978).** Procédé de valorisation des protéines du lactosérum de fromagerie par thermo-coagulation. Composition, digestibilité et valeur nutritive des produits obtenus. *Le Lait*, **58**, 606-622.
- RAHALI V. et MENARD J.L. (1991).** Influence des variants génétiques de la β -lactoglobuline et de la κ -caséine sur la composition du lait et son aptitude fromagère. *Le Lait*, **71**, 275–297.
- RASMUSSEN M.D., GALTON D.M. and PETERSON L.G. (1991).** Effects of premilking teat preparation on spores of anaerobes, bacteria, and iodine residues in milk. *Journal of Dairy Science*. **74**, 2472-2478
- REBOUX G., PIARROUX R., MAUNY F., MADROSZYK A., MILLION L., BARDONNET K. and DALPHIN J.C. (2001).** Role of moulds in farmer's lung disease in Eastern France. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **163**, 1534-1539.
- REINEMANN D.J., WOLTERS G.M.V.H., BILLON P., LIND O. and RASMUSSEN M.D. (2003).** Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. *International Dairy Federation*, Brussels.
- REMOND B. et JOURNET M. (1987).** Effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait. In : « Le lait, matière première de l'industrie laitière ». INRA. Publication, Versailles.
- REMY D. (2010).** Les Mammites. Ed., France Agricole, Paris.
- RICHTER R.L., LEDFORD R.A. and MURPHY S.C. (1992).** Milk and milk products. In: VANDERZANT C., SPLITTSTOESSER D.F. *Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods*. 3rd Ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- RODOLAKIS A. (2009).** Q Fever in dairy animals. *Annals New York Academic Science*, **1166**, 90-93.
- RUUD L.E., BOE K.E. and OSTERAS O. (2010).** Risk factors for dirty dairy cows in Norwegian freestall systems. *Journal of Dairy Science*, **93**, 5216– 5224.
- RYSANEK D., BABAK V. and ZOUHAROVA M. (2007).** Bulk tank milk somatic cell count and sources of raw milk contamination with mastitis pathogens. *Veterinarni Medicina*, **52** (6), 223–230.

- SANTANA E.H.W., BELOTI V. and M'ULLER E.E. (2004).** Milk contamination in different points of the dairy process: (ii) mesophilic, psychrotrophic and proteolytic microorganisms *Semina Ciencias Agrarias*, **25**, 349–358.
- SCHUKKEN Y.H., WILSON D.J., WELCOME F., GARRISON-TIKOFSKY L. and GONZALEZ R.N. (2003).** Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research*, **34(5)**, 579–596.
- SCHULTZ M.M., HANSEN J.B., STEUERNAGEL G.R. and KUCK A.L. (1990).** Variation of milk fat, protein and somatic cells for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, **73**, 484–493.
- SEEGERS H., FOURICHON C. and BEAUDEAU F. (2003).** Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*, **34**, 475–491.
- SEMEREAB T. and MOLLA B. (2001).** Bacteriological quality of raw milk of camel (*Camelus dromedarius*) in afar region (Ethiopia). *Journal of Camel Practice and Research*, **8 (1)**, 51–54.
- SERIEYS F. (1995).** Concentration cellulaire du lait individuel de vache : influence de l'état d'infection mammaire, du numéro, du stade de lactation et de la production laitière. *Annales de Recherches Vétérinaires*, **16**, 255–261.
- SERIEYS F. (1997).** Le Tarrissement de la Vache Laitière. 2^{ème} Ed., France Agricole, Paris.
- SERIEYS F., AUCLAIR J. et POUTREL B. (1987).** Influence des infections mammaires sur la composition chimique du lait. In : « Le lait Matière Première de l'Industrie Laitière ». CEPIL - INRA, Paris.
- SEVI A., MASSA S., MUSCIO A., DELL'AQUILA S.D.D. and CATALANO S. (1998).** Litter treatment with bentonite or paraformaldehyde: effects on air quality and on milk yield of Comisana ewes. *Zootecnica Nutrizione Animale*, **24**, 213–224.
- SEVI A., ALBENZIO M., MUSCIO A., CASAMASSIMA D. and CENTODUCATI P., (2003).** Effects of litter management on airborne particulates in sheep houses and on the yield and quality of ewe milk. *Livestock Production Science*, **81**, 1–9.
- SHIM E., SHANKS R. and MORIN D. (2004).** Milk loss and treatment costs associated with two treatment protocols for clinical mastitis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **87**, 2702–2708.
- SIMONET M. and CATTEAU M. (2005).** *Yersinia enterocolitica*. In : « Bactériologie Alimentaire ; Compendium d'hygiène des aliments » 2^{ème} Ed., Economica, Paris.
- SOL J., SAMPIMON O.C., HARTMAN E. and BARKEMA H.W. (2002).** Effect of preculture freezing and incubation on bacteriological isolation from subclinical mastitis samples. *Veterinary Microbiology*, **85 (3)**, 241–249.
- SOLER A., PONSELL C., DE PAZ M. and NUNEZ M. (1995).** The microbiological quality of milk produced in the Balearic Islands. *International Dairy Journal*, **5 (1)**, 69–74.
- SOLTNER D. (1990).** Alimentation des Animaux Domestiques. Tome 1 : Les principes de l'alimentation pour toutes les espèces. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 19^{ème} Ed., Brossuire, France.
- SORYAL K.A., ZENG S.S., MIN B.R. and HART S.P. (2004).** Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk domiati cheese. *Small Ruminant Research*. **52**, 109–116.

- SRAÏRI M.T. et KESSAB B. (1998).** Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc. *INRA Productions Animales*, **11 (4)**, 321–326.
- SRAÏRI M.T. and LYOUBI R. (2003).** Typology of dairy farming systems in Rabat suburban region of Morocco. *Archivos de Zootecnia*, **52**, 47-58.
- SRAÏRI M.T., HASNI ALAOUI I., HAMAMA A. et FAYE B. (2005).** Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **156 (3)**, 155-162.
- SRAÏRI M.T., BENHOUDA H., KUPER M. and LE GAL.P Y. (2009).** Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain. *Tropical Animal Health Production*, **41**, 259–272
- SRAÏRI M.T, BENYOUCEF M.T. and KRAIEM K. (2013).** The dairy chains in North Africa (Algeria, Morocco and Tunisia): from self sufficiency options to food dependency? *Springer Plus*, **2 (162)**, 1-13.
- STILES M.E. and HOLZAPLEF W.H. (1997).** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, **36**, 1-29.
- STOLL W. et POSIEUX R. (2003).** Vaches laitières: l'alimentation influence la composition du lait. *Agriculture*, **15 (9)**, 1-19.
- SUREL O. et ALI-HAIMOUD-LEKHAL D. (1999).** Composition de la matière grasse du lait de vache et influence des traitements technologiques. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **150 (9)**, 681- 690.
- SUSMEL P., SPANGHERO M. and MILLS C.R. (1989).** Intensification of cattle milk production in Mediterranean countries: low forage systems. *Options Méditerranéennes*, **6**, 79-90.
- SUSSMAN M. (1997).** *Escherichia coli*, Mechanisms of Virulence. Cambridge University Press, United Kingdom.
- SUTTON J.D. (1984).** Feeding and milk fat production. *Animal Production*, **9**, 43-51.
- SUTTON J.D. (1989).** Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, **72**, 2801–2814.
- TASCI F. (2011).** Microbiological and chemical properties of raw milk consumed in Burdur. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **10 (5)**, 635-641.
- TEGIFFEL M.C., BEUMER R.R., VANDAM W.F., SLAGHUIS B.A. and ROMBOUITS F. M. (1995).** Sporidical effect of disinfectants on *Bacillus cereus* isolated from the milk processing environment. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 421–430.
- TOLLE A. (1980).** The microflora of the udder. International Dairy Federation, **120 (4)**.
- TORMO H., ALI HAIMOUD-LEKHAL D. et LOPEZ C. (2007).** Flore microbienne des laits crus de chèvre destinés à la transformation fromagère et pratiques des producteurs. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **14**, 87-90.
- TORMO H., AGABRIEL C., LOPEZ C., ALI HAIMOUD-LEKHAL C. and ROQUES C. (2010).** Relationship between the production conditions of goat's milk and the microbial profiles of milk. *International Journal of Dairy Science*, **6**, 13-28.
- VACHEYROU M., NORMAND A.C., GUYOT P., CASSAGNE C., PIARROUX R. and BOUTON Y. (2011).** Cultivable microbial communities in raw cow milk and potential transfers from stables of sixteen French farms. *International Journal of Food Microbiology*, **146**, 253-262.

- VALTORTA S.E., GALLARDO M.R., SBODIO O.A., REVELLI G.R., ARAKAKI C., LEVA P.E., GAGGIOTTI M. and TERCERO E.J. (2008).** Water salinity effects on performance and rumen parameters of lactating grazing Holstein cows. *International Journal of Biometeorology*, **52(3)**, 239-247.
- VEISSEYRE G. (1979).** Technologie du Lait. La Maison Rustique, Paris.
- VERDIER-METZ I., GAGNE G., BORNES S., MONSALLIER F., VEISSEIRE P., DELBÈS-PAUS P. and MONTEL M.C. (2012).** Cow teat skin, a potential source of diverse microbial populations for cheese production. *Applied and Environmental Microbiology*, **78(2)**, 326-333.
- VERDIER-METZ I., MICHEL V., DELBES C. and MONTEL M.C. (2009).** Do milking practices influence the bacterial diversity of raw milk? *Food Microbiology*, (**26**), 305–310.
- VERNOZY-ROZAND C. (2005).** *Escherichia coli* producteurs de shigatoxines. In : « Bactériologie Alimentaire ; compendium d'hygiène alimentaire », 2ème Ed., Economica, Paris.
- VERTES C., HODEN A. et GALLARD Y. (1989.)** Effet du niveau d'alimentation sur la composition chimique et la qualité fromagère du lait de vaches Holstein et Normandes. *INRA Productions Animales*, **2**, 89-96.
- VIGNOLA C. (2002).** Science et Technologie du Lait, Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- WADDELL LA., RAJIĆ A., SARGEANT J., HARRIS J., AMEZCUA R., DOWNEY L., READ S. and MCEWEN S.A. (2008).** The zoonotic potential of *Mycobacterium avium* spp. *paratuberculosis*: a systematic review. *Canadian Journal of Public Health*, **99**, 145-155.
- WALKER G.P., DUNSHEA F.R. and DOYLE P.T. (2004).** Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein. *Australian Journal of Agricultural Research*. **55(10)**, 1009-1028.
- WHEELER B. (1996).** Guide d'alimentation des vaches laitières. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, Canada.
- WISEMAN D.W. and APPLEBAUM T. (1983).** Distribution and resistance to pasteurisation of aflatoxin MI in naturally contamination, whole milk, cream and skin milk. *Journal of Food Production*, **46(6)**, 530-532.
- WONG A.C.L. et CERF O. (1995).** Les biofilms : vers la maîtrise de l'hygiène des surfaces du matériel laitier. *International Dairy Federation*, **302**, 45-50.
- WU J., LONG S.C., DAS D. and DORNER S.M. (2011).** Are microbial indicators and pathogens correlated? A statistical analysis of 40 years of research. *Journal of Water and Health*, **9**, 265–278.

Annexes

Annexe 1 : Enquêtes à passage unique

Questionnaire d'enquête destiné à l'éleveur

Date de l'enquête:...../...../..... Commune :.....
Wilaya :.....

Nom et Prénom de l'éleveur:.....

Informations générales :

1-Sur l'éleveur :

Nombre d'année d'ancienneté dans la pratique de l'élevage bovin laitier (en tant qu'éleveur)
.....

2-Sur l'exploitation :

Statut juridique de la ferme: étatique : E.A.C E.A.I privée

Superficie fourragère (S.F).....ha. Part de la parcelle louée dans la SF... ..%.

3-Sur le troupeau :

Structure du cheptel bovin le jour du passage :

Effectif du troupeau : têtes.

Race des vaches laitières en % : PN PR locale Autre
(préciser)

Dont nombre de vaches laitières :.....têtes

Dont nombre de vaches en lactation:têtes

Dont nombre de vaches tarées :..... têtes

Nombre de vêlages sur 2 années :.....

3-1- Production laitière (de la campagne en cours):

Quantité journalière de lait produite par le troupeau:..... (Kg) (D'après les factures de la laiterie)

Durée moyenne de lactation.....mois.....jours.

A qui vendez – vous le lait ? laiterie voisinage

Nom de la laiterie à laquelle vous livrez le lait.....

Statut juridique de cette laiterie: étatique privée autre (préciser)

Depuis combien de temps travaillez –vous avec cette laiterie ?.....années

Les contrôles de qualité sont- ils effectués pour le lait de votre élevage ? oui non

Si oui, qui effectue ces contrôles ? Laiterie Etat autre (préciser)

3-2-Alimentation : (pour vaches en lactation)

Type de fourrage destiné aux VL	mode de distribution			superficie (ha)
	sec	vert	ensilé	
Avoine				
Orge				
Luzerne				
Trèfle				
Sorgho				
Maïs fourrager				
.....				
.....				
Pâturage (oui ou non)				

Quelle est la ration alimentaire de base (type d'aliment distribué au moment de l'enquête) pour les vaches en lactation ?

Quantité moyenne distribuée par vache traite / jour (matière brute)Kg.

Utilisez –vous l'aliment concentré ?

Si oui, est –il acheté ou produit dans la ferme ?

Quelle est la quantité moyenne de concentré distribuée pour les vaches en lactation / jour (matière brute).....Kg. (le jour de l'enquête)

3-3-Abreuvement :

Quelles sont vos ressources en eau? Eau potable citerne puits autre (préciser)

A-t-elle fait l'objet d'une analyse microbiologique ? oui non

3-4-Reproduction :

Mode de reproduction des VL : insémination artificielle monte naturelle

Intervalle moyen vêlage – vêlage :mois (dates séparant les deux derniers vêlages des VL du troupeau)

4-Gestion de la conduite du troupeau :

4-1-Type de bâtiment d'élevage:

Stabulation libre stabulation semi-entravée étable entravée

Local de traite (si la traite ne se fait pas à l'étable).....

Y a-t-il une source d'aération pour le bâtiment d'élevage : oui non

4-2-Installation de traite :

La traite est : manuelle automatique

Existe t- il une salle de traite ? oui non

Disposez – vous d'un tank à lait ? ? oui non

Existent- ils d'autres bâtiments pour le stockage des :

- fourrages secs : oui non

- Ensilage oui non

Avez-vous un box de vèlage ? oui non

4-3- Autres équipements :(Cocher la réponse)

- De récolte et de conservation des fourrages

- D'irrigation

- De fabrication des aliments

4-4- Pathologies :

Quelles sont les maladies fréquentes au sein de votre élevage laitier? (les énumérer en fonction de leur

importance) :

1-digestives 2- respiratoires 3-mammaires 4-parasitaires 5-boiteries

6- problèmes de reproduction 7-causes non identifiées

Qui est responsable en matière de pathologie ? Vous - même technicien d'élevage

vétérinaire d'Etat vétérinaire privé

Reconnaissez – vous les mammites ? oui non

Si oui, votre reconnaissance est : bonne moyenne

Technique de détection des mammites cliniques par l'éleveur : modification de la mamelle

modification du lait autre (préciser) ...

5-Informations générales sur la traite :

Nombre de traite(s)/ jour : une seule deux traites

Nombre de trayeurs: 1 2 3

Mode de renouvellement de la litière : accumulation évacuation (quand elle devient sale)

Fréquence de désinfection du bâtiment :

Produits utilisés.....

Evacuation des déjections des animaux (nombre de fois/jour) :.....

Lieu d'évacuation des déjections :.....

Fréquence de contrôle de l'installation de traite par une personne compétente ?.....

Date du dernier contrôle :.....

Problèmes posés lors du dernier contrôle et réparations effectuées :.....

Fréquence de nettoyage de la salle de traite :.....

Le nettoyage consiste en : un balayage lavage à l'eau désinfection

Moyens et produits utilisés pour cette désinfection :.....

Annexe 2 : Enquêtes à passages mensuels

Questionnaire traite proprement dite (le jour des prélèvements)

Date :...../...../.....Commune :.....

Wilaya :.....

Nom et Prénom de l'éleveur:.....

1-Déroulement de la traite :

Nombre total de vaches laitières le jour du prélèvement :.....

Dont le nombre de vaches traites ce même jour :.....

Note moyenne de propreté des vaches destinées à la traite (à évaluer selon les tables de l'INRA de France)..... (A observer par l'enquêteur)

Nombre de vaches en traitement pour mammites le jour de la visite :

Les vaches avec mammites cliniques sont traites : avec une griffe spéciale

En dernier sans distinction

La traite est initiée: par la tétée du veau à la main autre (préciser)

(A observer par l'enquêteur)

Le petit veau tête pendant la traite : oui non (A observer par l'enquêteur)

Le pis est nettoyé après que le veau ait tété : oui non (A observer par l'enquêteur)

Elimination des premiers jets : oui non (A observer par l'enquêteur)

L'élimination se fait sur : sur le sol dans un récipient autre (préciser) (A observer par l'enquêteur)

Attachement de la queue de la vache : oui non (A observer par l'enquêteur)

Heure de début de traite :Heure de fin de traite :

Durée totale moyenne de la traite de toutes les vaches.....

Le lait est filtré : oui non (A observer par l'enquêteur)

Note moyenne de propreté du filtre : (Note de 1 à10)..... (A observer par l'enquêteur)

2- Trayeur : (A observer par l'enquêteur)

Note moyenne de propreté de la tenue du trayeur : (Note de 1 à10).....

Port d'habits réservés à la traite : oui non

Port des gants pour la traite : oui non

Lavage des mains en début de traite : oui non

Si oui, à l'eau seule : froide tiède à l'eau et savon autre (préciser)

Séchage des mains en début de traite : oui non

3- Environnement de la traite :

La traite se déroule dans des conditions calmes : oui non (A observer par l'enquêteur)

L'éclairage du local de traite est suffisant: oui non (A observer par l'enquêteur)

Note moyenne de propreté de l'étable, (à évaluer selon les tables de l'INRA de France)
.....

(A observer par l'enquêteur)

Date de dernière désinfection du bâtiment :

Type de litière : Absence paille sciure autre (préciser)

Période de l'année durant laquelle vous utilisez ce type de litière.....

Stockage de la litière : à l'abri sous bâche sans protection (A observer par l'enquêteur)

Note moyenne de propreté de la salle de traite : (selon une grille d'appréciation portant les notes de 1 à10)..... (A observer par l'enquêteur)

Note moyenne de propreté de la machine à traire : (selon une grille d'appréciation portant les notes de 1 à10)..... (A observer par l'enquêteur)

Etat des manchons : bon mauvais (déformations) (A observer par l'enquêteur)

Note moyenne de propreté des manchons: (selon une grille d'appréciation portant les notes de 1 à10).....(Faire passer le doigt à l'intérieur s'il y a des résidus il faut cocher)

Note moyenne de propreté des récipients utilisés pour recueillir le lait : (selon une grille d'appréciation portant les notes de 1 à10).....(Faire passer le doigt à l'intérieur s'il y a des résidus sur le doigt il faut cocher)

Note moyenne de propreté du matériel : (Note de 1 à10)..... (Faire passer le doigt à l'intérieur s'il y a des résidus il faut cocher)

Note moyenne de propreté de la cuve de réfrigération : (Note de 1 à10)..... (Faire passer le doigt à l'intérieur s'il y a des résidus il faut cocher)

4-Lavage de l'installation de traite et du local :

Nettoyage de la mamelle avant la traite: oui non (A observer par l'enquêteur)

Si oui, par : douchette lingettes individuelles lingettes collectives (A observer par l'enquêteur)

Eau de nettoyage : froide tiède chaude (A observer par l'enquêteur)

Désinfectant : aucun eau de javel savon autre (préciser)

Moyen de séchage : aucun serviette en papier individuelles serviette en papier collectives

serviette à usage unique serviette multi- usages autre (préciser)

Lavage des serviettes : après chaque traite chaque jour autre (préciser)

Utilisation du pré – trempage: oui non

Utilisation du post –trempage: oui non

Lavage de la machine à traire : après chaque traite chaque jour autre (préciser)

Désinfection des trayons après la traite : oui non

Lavage du matériel : oui non

Moyens utilisés pour le nettoyage et la désinfection :

- Eau seulement : froide chaude tiède

- Avec : - désinfectants : eau de javel chaux autre (préciser)

- détergents : produits pour vaisselle autre (préciser)

Entreposage du matériel de traite après lavage dans : un local à l'étable

Le stockage du lait se fait dans : Tank réfrigéré Tank non réfrigéré bidon autre (préciser) (A observer par l'enquêteur)

Le local de stockage du lait est: -Séparé de la salle de traite: oui non (A observer par l'enquêteur)

Annexe 3 : Protocole des analyses fourragères

1. Détermination de la matière sèche (M.S)

Avant d'effectuer les analyses; l'échantillon doit être broyé finement (1 à 2 cm de long). Ensuite conservé dans un flacon hermétiquement fermé. La teneur en matière sèche des aliments est déterminée conventionnellement par le poids de ces aliments après dessiccation dans une étuve à circulation d'air.

1.1.Mode opératoire

Dans une capsule en porcelaine séchée et tarée au préalable, introduire 2 à 5 g de l'échantillon à analyser. Porter la capsule dans une étuve à air, réglée à $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, laisser durant 24 h.

Refroidir au dessiccateur et peser. Remettre 1 h à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée. Continuer jusqu'à poids constant. La teneur en matière sèche est donnée par la relation suivante:

$$\text{MS \%} = (\text{X} / \text{Y}) \times 100$$

Y : Poids de l'échantillon humide

X : Poids de l'échantillon après dessiccation.

2. Détermination des matières minérales (MM)

La teneur en matières minérales d'une substance alimentaire est conventionnellement, le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération.

2.1. Mode opératoire

Peser au four à moufle la capsule + résidu qui a servi à la détermination de la M.S par dessiccation à l'étuve. Chauffer progressivement, afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse pendant: 1 h 30 mn à 200°C .

2 h 30 mn à 600°C .

L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète de charbon formé jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc ou gris. Refroidir au dessiccateur la capsule contenant le résidu de l'incinération, peser.

$$\text{Teneur en M. M (\% MS)} = (\text{A} \times 100) / (\text{B} \times \text{MS})$$

A : Poids des cendres.

B : Poids de l'échantillon sec

MS : Teneur en matière sèche (en P cent).

3. Détermination de la cellulose brute (CB)

La teneur en CB est déterminée par une méthode conventionnelle : la méthode de WEENDE.

3.1. Mode opératoire

Peser 1 g de l'échantillon. L'introduire dans un ballon de 500 ml, muni d'un réfrigérant. Ajouter 100 ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5 g d'acide sulfurique pour 1000 ml.

Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle -ci pendant 30 mn. Agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse. Séparer ce ballon du réfrigérant. Transvaser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible de produit dans le ballon. Centrifuger jusqu'à clarification totale du liquide.

Laver le résidu à l'eau bouillante dans le ballon et dans le tube, en centrifugeant à chaque fois, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides (entraîner le moins possible de produit à chaque lavage).

Introduire le résidu dans le même ballon, le détacher du tube à centrifuger avec 100 ml de solution bouillante contenant 12,5 g de soude pour 1000 ml. Faire bouillir aussi durant 30 mn. Ensuite filtrer sur creuset préalablement pesé. Passer à l'étuve réglée à 105 °C le creuset + résidu jusqu'à poids constant.

Effectuer les pesées après refroidissement au dessiccateur, puis incinérer dans le four à « moufle » à au dessiccateur et peser à nouveau. La différence de poids entre les deux pesées 400 °C durant 5 h, refroidir représente les matières cellulosiques : une grande partie de la cellulose vraie, une partie à la lignine et des résidus d'hémicellulose.

$$\text{Teneur en CB (\% MS)} = (A - B) \times 100 / (C \times MS)$$

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation,

B : Poids du creuset + résidu après incinération.

C : Poids initial de l'échantillon.

4. Détermination des matières azotées totales (MAT)

L'azote total est dosé par la méthode de KJELDAHL.

4.1. Mode opératoire

4.1.1. Minéralisation

Opérer sur une prise d'essai de 0,5 à 2 g de substance (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon). Introduire dans un matras de 250 ml (Eviter que les particules adhèrent à la paroi). Ajouter environ 2 g de catalyseur (250 g de K₂ SO₄ ; 250 g de Ca SO₄, 5g Se) et 20 ml d'acide sulfurique. Porter le matras sur le support d'attaque et poursuivre le chauffage jusqu'à décoloration du liquide et obtention d'une coloration verte stable. Laisser refroidir, puis ajouter peu à peu avec précaution 200 ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau. Rincer l'agitateur. Laisser refroidir, compléter au trait de jauge.

4.1.2. Distillation

Transvaser 10 à 50 ml du contenu de matras (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon) dans l'appareil distillatoire. Rincer la burette graduée. Dans un bêcher destiné à recueillir le distillat ; introduire 20 ml de l'indicateur composé de :

Pour 1 litre de solution : - 20 g d'acide borique.
- 200 ml d'éthanol absolu.
- 10 ml d'indicateur contenant :

- 1/4 de rouge de méthyle à 0,2 % dans l'alcool à 95 °

- 3/4 de vert de bromocrésol à 0,1 % dans l'alcool à 95 °

Verser lentement dans le ballon de l'appareil distillatoire 50 ml de lessive de soude. Mettre l'appareil en position de marche. Laisser l'attaque de faire jusqu'à obtention d'un volume de distillât de 100 ml au moins (l'extrémité inférieure de la colonne réfrigérante de l'appareil distillatoire doit plonger dans la solution d'acide borique. (Pour éviter les pertes).

Tirer en retour par de l'acide sulfurique N/20 ou N/50 jusqu'à ré-obtention de la couleur initiale de l'indicateur.

$$\text{Teneur en MAT (\% MS)} = N (g) \times 6,25$$

Annexe 4 : Calendriers fourragers des fermes étudiées (n=11/12).

Exploitation 1

Mois / fourrages	Octobre	novembre	décembre	janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
Foin d'orge, ou foin d'avoine	[Yellow bar]											
Maïs (ensilage)	[Red bar]			[Red bar]								
Trèfle					[Red bar]							
Concentré fermier	[Blue bar]											
Orge en vert	[Yellow bar]						[Yellow bar]					
Pâturage (chaumes)										[Purple bar]		

Exploitation 2

Foin d'avoine ou de vesce-avoine	[Yellow bar]											
Trèfle					[Red bar]							
Sorgho									[Green bar]			
Concentré	[Blue bar]											
Avoine en vert		[Light green bar]										
Pâturage résidus des récoltes)									[Purple bar]			

Exploitation 3

Foin d'orge			[Yellow bar]									
Foin d'avoine	[Yellow bar]											
Avoine en vert			[Light green bar]									
Concentré	[Blue bar]											
Pâturage (repeusses d'herbes)							[Purple bar]					

Exploitation 4

Foin d'avoine	[Yellow bar]											
Avoine en vert		[Light green bar]										
Trèfle				[Red bar]								
Luzerne									[Pink bar]			
Concentré	[Blue bar]											
Fourrages naturels hachés							[Purple bar]					

Exploitation 5

Foin d'avoine	[Yellow bar]											
Orge en sec	[Yellow bar]											
Orge en vert				[Yellow bar]								
Sorgho									[Green bar]			
Concentré	[Blue bar]											

Exploitation 6

Foin d'avoine	[Yellow bar]											
Orge en vert		[Yellow bar]										
Trèfle				[Red bar]								
Sorgho	[Green bar]								[Green bar]			
Concentré	[Blue bar]											

Exploitation 7

Mois fourrages	octobre	novembre	décembre	janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
	Foin d'avoine	[Yellow bar from Oct to Sep]										
Orge en vert					[Yellow bar from Feb to Apr]							
Trèfle					[Red bar from Feb to Apr]							
Luzerne									[Pink bar from Jun to Aug]			
Sorgho									[Green bar from Jun to Sep]			
Mais en grains secs moulus	[Red bar from Oct to Dec]											
Concentré	[Blue bar from Oct to Sep]											
Pâturage (résidus de récolte)									[Purple bar from May to Sep]			

Exploitation 8

Foin d'avoine	[Yellow bar from Oct to Sep]											
Trèfle				[Red bar from Jan to Apr]								
Luzerne									[Pink bar from Jun to Aug]			
Sorgho									[Green bar from Jun to Sep]			
Ensilage de maïs		[Red bar from Nov to Feb]										
Concentré	[Blue bar from Oct to Sep]											
Pâturage (repousses d'herbes et résidus de récoltes)						[Purple bar from Mar to Jun]						

Exploitation 9

Foin d'orge						[Yellow bar from Mar to Sep]						
Foin d'avoine	[Yellow bar from Oct to Jan]											
Trèfle				[Red bar from Feb to Apr]								
Sorgho									[Green bar from Jun to Sep]			
Concentré fermier	[Blue bar from Oct to Sep]											
Pâturage (jeunes repousses et résidus de récolte)					[Purple bar from Feb to Jun]							

Exploitation 10

Foin de vesce-avoine	[Yellow bar from Oct to Sep]											
Avoine en vert	[Yellow bar from Oct to Nov]											
Trèfle				[Red bar from Feb to Apr]								
Sorgho									[Green bar from Jun to Sep]			
Concentré	[Blue bar from Oct to Sep]											

Exploitation 12

Foin d'avoine	[Yellow bar from Oct to Sep]											
Orge en vert			[Yellow bar from Jan to Feb]									
Sorgho									[Green bar from Jun to Sep]			
Concentré	[Blue bar from Oct to Sep]											