

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE



THESE

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat
en : Sciences Biologiques
Option : Biochimie

THEME :

Etude de la qualité du lait de brebis collecté dans la région de Djelfa : effet des facteurs de production sur ses caractéristiques, évolution au cours de l'entreposage réfrigéré, aptitudes technologiques.

présentée par : YABRIR Benalia

Devant le jury :

Président :	Mr Djenane Djamel	Professeur	UMM Tizi-Ouzou
Rapporteur :	Mr Mati Abderrahmane	Professeur	UMM Tizi-Ouzou
Examineurs :	Mr Kecha Mouloud	Professeur	UAM Béjaïa
	Mr Niar Abdellatif	Professeur	UIK Tiaret
	Mr Riba Amar	Maître de Conférences A	UMB Boumerdes
	Mr Mesbahi Mahmoud	Maître de Conférences A	UMM Tizi-Ouzou

Année universitaire : 2013/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

DEDICACES

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA MERE, QUE DIEU LE TOUT PUISSANT LA PROTEGE

A MA FEMME

A MES ENFANTS : SAID, ILYES, ISMAIL, ET FATIHA

A MES FRERES ET MA SŒUR

A TOUS CEUX QUI CROIENT EN LA SCIENCE

REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'aurait pas pu être ce qu'il est, sans le concours et la précieuse collaboration de toutes les personnes qui y ont participé : je tiens ici à les remercier

En premier lieu je remercie vivement mon promoteur, le Professeur Abderrahmane MATI, qui a su, à sa façon, me conseiller et m'orienter pendant toutes ces années. Merci pour votre disponibilité et de la confiance que vous m'avez accordée en me laissant une impressionnante liberté de travail et de décision. Ça fait plaisir de travailler avec vous.

Je remercie vivement les membres de ce jury :

Monsieur D. DJENANE, professeur UMM de Tizi-Ouzou

Monsieur M. Kecha, Professeur UAM de Bejaia

Monsieur A. NIAR, Professeur UIK de Tiaret

Monsieur A. RIBA, Professeur UMB de Boumerdes

Monsieur M. MESBAHI, Maître de conférences UMM de Tizi-Ouzou

Je suis très honoré que vous ayez accepté de faire partie de ce jury et merci pour l'intérêt que vous portez à mon travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer

Je tiens également à exprimer ma gratitude à :

Monsieur L. Magtouf, Directeur du laboratoire régional vétérinaire de Laghouat, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire afin de réaliser la partie microbiologique sans oublier mesdames S. Bait et F. Tobbiche.

Monsieur A. Bouzidi, maître de recherche au centre de recherche nucléaire de Birine (Djelfa), pour sa disponibilité à mon égard, ses compétences ainsi que pour son aide technique si précieuse dans le dosage des éléments minéraux par SAA.

Monsieur M. Bourouis, directeur du centre Algérien de contrôle de la qualité et de l'emballage pour son accueil dans le laboratoire d'Analyses fines et pour le dosage des acides gras par CPG.

Mesdemoiselles A. Zobiri et N. Hamel pour l'approche technique concernant la partie relative à l'électrophorèse des protéines.

Un immense merci aux membres des équipes des laboratoires internes des unités de production du lait et de ses dérivés : laiterie fromagerie de Boudouaou, laiterie Beni-Tamou de Blida.

Messieurs A. AKAM, A. MOSTEFAOUI, A. LAOUN, L. MECHELFAKH, B. ADLI, M. TRAKA, M. BENAÏSSA, M. LABIAD, Y. TITOUCHÉ et Autres, que j'oublie, qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements pour leurs soutiens, aides et leurs contributions dans la réalisation de cette thèse

Résumé :

L'objectif de l'étude est de cerner les aspects qualitatifs du lait de brebis collecté dans la région de Djelfa (steppe centrale d'Algérie) et provenant des laits individuels et de mélanges des deux principales races ovines du cheptel Algérien : *Ouled-Djellal* et *Rumbi*.

Les analyses effectuées sur le lait de mélange, toutes races confondues, présentent des taux de matières grasses ($6.19\% \pm 2.52$, en moyenne), d'extrait sec total ($16.65\% \pm 3.9$) et de vitamine C (7.46 ± 5.37 mg/l), en deçà des valeurs rapportées dans la littérature, par contre, ces laits ont des teneurs appréciables en protéines ($5.38\% \pm 1.45$) et en lactose ($4.34\% \pm 0.47$), confirmant ainsi sa grande valeur nutritionnelle. Dans cette fraction, les caséines représentent 82% du total protéique et les protéines sériques, 18%. L'analyse de la fraction caséinique et sérique dans plusieurs conditions de séparation électrophorétiques (PAGE-native, PAGE-urée et PAGE-SDS), a donné des profils ayant une grande similitude et homogénéité entre les différents échantillons des laits des deux races de brebis étudiés.

La variabilité de la composition physico-chimique du lait selon l'étage bioclimatique est importante. Les laits individuels ont donné des résultats globalement comparables à ces valeurs. L'analyse de la fraction lipidique a montré que les acides gras (C10, C14, C16, C18, et C18:1) sont majoritaires (totalisent 78 % des acides gras totaux). Les acides gras polyinsaturés sont en minorités. L'analyse de la composition minérale a montré que le calcium, le phosphore et le potassium ont des teneurs les plus élevées (respectivement égales à 2301, 1281 et 1010 ppm). Les oligo-éléments se situent dans l'ordre de grandeur croissant : $Zn < Cu < Fe < Mn < Cr$. Les éléments minéraux se distribuent inégalement entre les phases soluble et colloïdale des laits crus ovins analysés.

La race et la saison ont un effet significatif sur la majorité des paramètres physico-chimiques analysés. Le stade de lactation et l'âge de l'animal ont un effet plus réduit sur les teneurs des différents composés. Le rang de lactation n'a montré aucune incidence.

Les essais réalisés sur l'amélioration des aptitudes à la coagulation du lait recombinaison par l'adjonction de quantités variables de lait de brebis, ont montré que le temps de prise et le temps de coagulation ont tendance à diminuer progressivement au fur et à mesure que la proportion du lait de brebis ajoutée au lait recombinaison augmente et les gels deviennent de plus en plus fermes.

La qualité microbiologique des laits analysés est relativement médiocre, dû en grande partie à l'hygiène des animaux et aux conditions variables de la traite. L'aridité du milieu steppique marque son effet sur la distribution des flores microbiennes entre les étages bioclimatiques. L'entreposage réfrigéré (à 4 et 7 °C) du lait collecté pendant 120h induit le développement de la flore psychrotrophe, avec prédominance de *Pseudomonas*, de façon plus marquée à 7°C.

Mots clés : Lait, brebis, race, *Ouled-Djellal*, *Rumbi*, steppe, étage bioclimatique, analyses physico-chimiques, protéines, matière grasse, éléments minéraux, comportement électrophorétique, entreposage réfrigéré, flore microbienne, aptitude à la coagulation.

Abstract:

The objective of this study was to assess the qualities aspects of raw milk sheep collected in the region of Djelfa (Algerian middle steppe) which come from individual milk and mixtures of the two main breeds of Algerian sheep livestock: *Ouled-Djellal* and *Rumbi*.

Analysis of the milk mixture, all breeds combined, has fat content ($6.19\% \pm 2.52$, average), total solids ($16.65\% \pm 3.9$) and vitamin C (7.46 ± 5.37 mg/l), below values reported in the literature, for against these milks have significant protein content ($5.38\% \pm 1.45$) and lactose ($4.34\% \pm 0.47$), confirming its high nutritional value. In this fraction, caseins account for 82% of total protein and whey protein for 18%. The analysis of casein and serum fraction in several conditions of electrophoretic separation (native-PAGE, urea-PAGE and SDS-PAGE) gave profiles with high similarity and consistency between different samples of ewe's milk of two breeds studied.

The variability of milk composition according to bioclimatic stage is important. Individual milks gave broadly comparable results to those values. Analysis of the lipid fraction showed that fatty acids (C10, C14, C16, C18, and C18:1) were majority (totalize an average of 78% of total fatty acids). Polyunsaturated fatty acids are minorities. The analysis of the mineral composition showed that calcium, phosphorus and potassium have the highest levels (respectively, 2301, 1281 and 1010 ppm). The average contents of trace elements in this study arranged according to the following order $Zn < Cu < Fe < Mn < Cr$. Mineral elements are unevenly distributed among soluble and colloidal phases of ewe's raw milk analyzed.

This study showed that the majority of physico-chemical parameters were affected by breed and season. The stage of lactation and age of ewes had a smaller effect on the levels of different compounds. However, no significant effect was observed of lactation number.

Tests on improving skills of coagulation of recombinant milk by adding varying amounts of ewe's milk showed that the curing time and clotting time tend to decrease progressively as and when the proportion of the sheep milk added to recombinant milk increases and gels are becoming stronger.

The microbiological quality of milk analyzed is relatively poor, largely due to animal hygiene and variable milking practices. The arid steppe environment marks its effect on the distribution of microbial flora between stages bioclimatic. The refrigerated storage (4 and 7°C) of collected milk during 120h induces the development of psychrotrophic flora, predominantly *Pseudomonas*, more marked at 7°C.

Keywords: Milk, ewe, breed, *Ouled-Djellal*, *Rumbi*, steppe, bioclimatic stage, physico-chemical analysis, protein, fat, minerals, electrophoretic compartment, refrigerated storage, microbial flora, coagulation.

ملخص

تهدف هاته الدراسة الى تحديد الجوانب النوعية لحليب الغنمالذي تم جمعه في منطقة الجلفة (السهوب الوسطى الجزائرية). العينات عبارة عن حليب فردي و حليب ممزوج من سلالتين رئيسيتين من أغنام الماشية الجزائرية: اولاد جلال و رامبي.

اثبتت نتائج التحاليل المخبرية لمزيج الحليب، بغض النظر عن السلالات، انه يحتوي على نسبة دهون تقدر ب (6.19±2.52%)، مواد صلبة كلية (16.65±3.9%) و فيتامين ج (7.46±5.37%) وهي تعتبر منخفضة مقارنة بالقيم المتواترة في مختلف المراجع العلمية الا أنه يحتوي على كمية معتبرة من البروتين (5.38±1.45%) و سكر الحليب (34±2.52%) مما يؤكد قيمته الغذائية العالية في هذا الجزء تقدر نسبة الكازيين ب 82% من البروتين الكلي ونسبة مصل البروتين ب 18%. بعد عزل البروتينات و تمييزها باستعمال تقنية *électrophorèse* في عدة شروط الفصل الكهربائي (PAGE-SDS, PAGE-urée, PAGE-native) اظهرت التحاليل نسبة عالية من التشابه و الاتساق بين مختلف عينات الحليب لكل من سلالتي الغنم اللتين تمت دراستهما.

يظهر تأثير المناخ الحيوي بوضوح على التباين في التركيبة الكيماوية للحليب. تحاليل الحليب الفردي أعطت نتائج اجمالية متقاربة مع قيم مزيج الحليب. من جهة أخرى، أثبتت تحاليل الكسر الدهني أن الاحماض الدهنية (C18:1, C18, C16, C14, C10) تمثل الاغلبية بنسبة تقدر ب 87% من مجموع الدهون. أما الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة تمثل الاقلية. أظهر تحليل التركيب المعدني أن الكالسيوم، الفوسفور و البوتاسيوم يمثلون أعلى النسب (على التوالي: 2301، 1281 و 1010 جزء من المليون). العناصر النزرة يمكن ترتيبها تصاعديا كالتالي: الزنك>النحاس>الحديد>المنغنيز>الكروم. تتوزع العناصر المعدنية بشكل غير متساو بين الفصل المذيب و الفصل الغروي لحليب الغنم الخام المدروس.

يظهر جليا التأثير النوعي للسلالة و الموسم على الغالبية العظمى من المكونات الفيزيائية و الكيماوية التي تم تحليلها. أما تأثير مرحلة الرضاعة و عمر الحيوان فهو محدود نسبيا على مختلف المركبات. غير أن رتبة الرضاعة لم تظهر أي تأثير.

قمنا في هاته الدراسة بمحاولة تحسين عملية تخثر الحليب المركب بإضافة كميات متفاوتة من حليب الغنم الخام . أظهرت النتائج أن وقت ظهور أولى الحبيبات ووقت التخثر يميل الى الانخفاض تدريجيا كلما ازدادت كمية حليب الغنم المضافة الى الحليب المركب و تكون مصحوبة بزيادة في صلابة المواد الهلامية.

أثبتت التحاليل الجرثومية رداءة المنتج نسبيا. ويعود السبب في ذلك الى صحة الحيوان و أساليب الحلب المختلفة. كما أظهرت النتائج تأثير المناخ الحيوي للبيئة السهبية على توزيع المجموعات الجرثومية بين مختلف طوابق المناخ الحيوي. ان عملية التخزين المبرد (4 و 7°) لمدة 120 ساعة للحليب الذي تم جمعه، شجع نمو البكتيريا المحبة للبرودة و على الخصوص *Pseudomonas*، أكثر وضوحا في درجة حرارة 7° مئوية.

كلمات بحث: الحليب، النعجة، السلالة، اولاد جلال، رامبي، السهوب، طوابق المناخ الحيوي، تحاليل فيزيائية و كيميائية، البروتينات، الدهن، المعادن، السلوك الكهربائي، التخزين المبرد، المجموعات الجرثومية، القدرة على التخثر.

Liste des abréviations

α-La	α -Lactalbumine
α_s-CN	caséine α_s
β-Lg	β -Lactoglobuline
β-CN	caséine β
κ-CN	caséine κ
γ-CN	caséine γ
2-6-DPIP	2-6-dichlorophenolindophenol
AG	acide gras
AGCC	Acide gras à chaîne courte
AGS	Acide gras saturé
AGI	Acide gras insaturé
AGMI	Acide gras monoinsaturé
AGP	Acide gras polyinsaturé
BSA	Albumine Sérique Bovine
Cfu	Colonies formant unité
CMP	Caséino-macropéptide
CN	Caséine
CNT	caséines totales
CPG	Chromatographe en phase gazeuse
EMAG	Esters méthyliques d'acides gras
FFPA	Free Fatty Acid Phase
FID	Détecteur à ionisation de flamme
GG	Globule gras
Iath	Indice d'athérogénéité
Ie	Indice d'estérification
Ig	Immunoglobuline
Ii	Indice d'iode
Is	Indice de saponification
LB	Lait de brebis
Lf	Lactoferrine
LP	Lactoperoxydase

Liste des abréviations (suite)

LR	Lait recombiné
MM	Masse Moléculaire
MG	Matière grasse
MAT	Matières azotées totales
NC	Azote caséinique
NNC	Azote non caséinique
NNP	Azote non protéique
NP	Azote protéique
NPS	Azote des protéines solubles
NT	Azote total
OD	Ouled-Djellal
pHi	Point Isoélectrique
ppm	Partie par million
PM	Poids Moléculaire
PP	Protéose peptone
PT	Protéines Totales
PS	Protéines du lactosérum
R	Rumbi
RBM	Temps de réduction du bleu de méthylène
SAA	Spectromètre d'absorption atomique
SDS	Dodécylsulfate de sodium
T (%)	(%) d'acrylamide et de bis-acrylamide dans un volume V de tampon
TB	Taux butyreux
TCA	Acide trichloracétique
TEMED	N, N, N', N'-tetraméthyl-éthylène diamine
TP	Taux protéique
Tris	Tris-hydroxy-méthyl-amino-méthane
TSE	solution de tryptone sel

Liste des figures

Figure	Intitulée	Page
1	Délimitation de la steppe algérienne	3
2	Distribution du cheptel national par espèce	5
3	Evolution de la production laitière ovine dans la région de Djelfa	5
4	Effectifs (Millions de têtes) et pourcentage des différentes races locales Algériennes	6
5	Carte de la région d'étude et zonage des prélèvements du lait de mélange	29
6	protocole expérimental suivi pour l'évaluation de la qualité des laits de brebis collectés, A : laits de mélange ; B : Laits individuels.	32
7	Etapes d'isolement des caséines et des protéines sériques du lait ovine	34
8	Etapes suivies pour la réalisation des électrophorèses	36
9	Représentation des conclusions de l'enquête montrant l'importance de la taille du troupeau et classes des éleveurs	43
10	Représentation du mode de conduite du troupeau selon l'enquête	44
11	Répartition de la teneur en vitamine C du lait cru de brebis (n= 74 échantillons)	65
12	Répartition de la teneur en Vitamine C du lait cru ovine des deux races	65
13	Représentation des 10 variables actives sur le premier plan de l'ACP	69
14	Dendrogramme issu de la classification des 56 échantillons de lait	70
15	Effet du coupage sur le temps de prise	74
16	Effet du coupage sur le temps de coagulation	74
17	Effet du coupage sur la fermeté du gel	74
18	Electrophorégramme des protéines sériques du lait de brebis en PAGE-native	77
19	Représentation schématique de l'électrophorégramme des caséines du lait ovine en PAGE-urée	79
20	Electrophorégramme des protéines sériques du lait de brebis en PAGE-SDS	80
21	Electrophorégramme des caséines du lait de brebis en PAGE-SDS	81
22	Fréquence de distribution des différents paramètres microbiologiques	83
23	Représentation des 18 variables actives sur le premier plan de l'ACP	88
24	Dendrogramme de la classification hiérarchique	89
25	Evolution de la flore totale (FTAM) au cours d'un entreposage réfrigéré	97
26	Evolution des flores (psychrotrophe « a » et <i>Pseudomonas</i> « b ») au cours d'un entreposage réfrigéré	98
27	Evolution de la flore protéolytique au cours d'un entreposage réfrigéré	100
28	Evolution des flores lipolytiques (mésophile « a » et psychrophile « b ») au cours d'un entreposage réfrigéré	101

Liste des tableaux

Tableau	Intitulé	Page
I	Composition chimique moyenne du lait de brebis analysé dans plusieurs régions du monde (compilation de plusieurs sources)	9
II	Paramètres physiques de la matière grasse du lait de brebis	15
III	Répartition des éléments minéraux dans le lait de brebis comparée à celle du lait de vache	18
IV	Matériel utilisé lors des analyses	27
V	Milieus de culture et conditions d'incubation des différentes flores recherchées dans le lait de brebis collecté	40
VI	Milieus de culture et conditions d'incubation de la flore du lait de brebis collecté et soumis à une incubation à 4 et 7°C pendant 120h	40
VII	Fiche descriptive des pratiques de la traite	45
VIII	Résultats de l'effet des facteurs de variations sur la composition du lait	48
IX	Distribution de l'azote (%) dans le lait cru ovin analysé et issu des races <i>Rumbi</i> et <i>Ouled-Djellal</i>	50
X	Distribution de l'azote par rapport à l'azote total (%N dans NT)	51
XI	Composés azotés (%) du lait cru ovin analysé	51
XII	Résultats de l'analyse de la matière grasse par chromatographie en phase gazeuse : concentration des acides gras (%) des laits ovin issus des races <i>Ouled-Djellal</i> (OD) et <i>Rumbi</i> (R)	53
XIII	Caractéristiques de la matière grasse du lait cru ovin	57
XIV	Teneur en cholestérol (mg/100g de MG) du lait cru ovin	58
XV	Composition minérale (éléments majeurs en ppm) du lait cru ovin	59
XVI	Composition minérale (oligo-éléments en ppm) du lait cru ovin	60
XVII	Composition minérale (éléments traces en ppm) du lait cru ovin	61
XVIII	Répartition des éléments minéraux dans le lait cru ovin	62
XIX	Teneur en Vitamine C du lait (mg/l)	64
XX	Composition physico-chimique moyenne (%) des laits analysés	66
XXI	Composition chimique moyenne (%) du lait de brebis selon différentes sources	66
XXII	Composition moyenne (%) des laits selon l'étage bioclimatique	68
XXIII	Composition des classes de lait cru ovin	70
XXIV	Contribution des étages bioclimatiques aux classes de la hiérarchie(en%)	71
XXV	Contribution des classes aux étages bioclimatiques (en%)	71
XXVI	Composition moyenne des laits et mélanges de laits	72
XXVII	Corrélations entre les paramètres physico-chimiques et les paramètres de coagulation	76
XXVIII	Poids moléculaires (Da) des protéines sériques du lait ovin comparé à ceux du lait bovin	81

Liste des tableaux (suite)

Tableau	Intitulé	Page
XXIX	Poids moléculaires (Da) des caséines du lait ovine comparé à ceux du lait bovin	82
XXX	Caractéristiques descriptives des flores microbiennes	84
XXXI	Prévalence des contaminants microbiens	86
XXXII	Caractéristiques microbiologiques des classes de lait	89
XXXIII	Pratiques de traite selon les classes de laits	91
XXXIV	Qualité hygiénique des laits des étages bioclimatiques	95
XXXV	Prévalence des contaminants microbiens par étage bioclimatique	96

Sommaire

	pages
Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
I/ Synthèse bibliographique	
1.1. Le milieu steppique et l'élevage ovin	03
1.1.1. Données générales sur la steppe Algérienne	03
1.1.2. Systèmes d'élevage ovin	04
1.1.3. Cheptel ovin et production laitière	04
1.2. Caractéristiques du lait de brebis	07
1.2.1. Paramètres physico-chimiques	07
1.2.2. Composition chimique	09
1.3. Facteurs de variation de la composition du lait	19
1.3.1. Effet de la race	20
1.3.2. Effet du stade de lactation	20
1.3.3. Effet de l'âge et de la parité des brebis	21
1.3.4. Effet de la saison	21
1.3.5. Effet de l'alimentation	21
1.4. Qualité microbiologique	22
1.4.1. Critères d'évaluation et réglementation	22
1.4.2. Sources de contamination du lait	23
1.4.3. Flores microbiennes du lait	23
1.5. Transformations technologiques	26
II/ Matériel et méthodes	
2.1. Matériel	27
2.1.1. Appareillages	27
2.1.2. Autres matériels	27
2.2. Méthodes	28
2.2.1. Enquête préliminaire	28
2.2.2. Provenance et répartition des échantillons	28
2.2.3. Analyses physico-chimiques globales	30
2.2.4. Analyses chimiques et biochimiques spécifiques	30

2.2.4.1. Dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl	30
2.2.4.2. Isolement des grands groupes de protéines	33
2.2.4.3. Comportement électrophorétique.	33
2.2.4.4. Analyse de la fraction minérale	37
2.2.4.5. Analyse de la fraction lipidique	38
2.2.4.6. Dosage de la vitamine C	39
2.2.5. Analyses microbiologiques	39
2.2.6. Amélioration des aptitudes à la coagulation	39
2.2.7. Analyses statistiques	41
III/ Résultats et discussions	42
3.1 Enquête préliminaire	42
3.1.1. Profil des éleveurs	42
3.1.2. Taille et composition des troupeaux	42
3.1.3. Conduite de l'élevage	43
3.1.4. Alimentation et habitat	44
3.1.5. Description des pratiques de traite	44
3.2. Evaluation physico-chimique des constituants du lait	46
3.2.1. Lait individuel	46
3.2.1.1. Composition moyenne	46
3.2.1.2. Facteurs de variation	46
3.2.1.3. Composition azotée	50
3.2.1.4. Composition lipidique	52
3.2.1.5. Composition minérale	58
3.2.1.6. Teneur en vitamine C	64
3.2.2. Lait de mélange	66
3.2.2.1. Qualité physico-chimique	66
3.2.2.2. Variabilité de la composition du lait en fonction de l'aridité du milieu	67
3.2.2.3. Caractéristiques physico-chimiques des étages bioclimatiques	68
3.2.2.4. Typologie des laits	69
3.2.2.5. Amélioration des paramètres de coagulation du lait recombinaison par coupage avec du lait ovin	72

3.3. Isolement et comportement électrophorétique des protéines	76
3.3.1. Comportement électrophorétique des protéines sériques	76
3.3.2. Comportement électrophorétique des caséines	78
3.3.3. Comportement des protéines sériques et des caséines en PAGE-SDS	79
3.4. Evaluation de la qualité microbiologique	83
3.4.1. Qualité microbiologique	83
3.4.2. Influence des pratiques hygiéniques lors de la traite	87
3.4.3. Effet de l'étage bioclimatique	94
3.4.4. Comportement au cours d'un entreposage réfrigéré	96
Conclusion générale	102
Références bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

La production ovine mondiale en viande, lait et laine n'a cessé de croître au cours de ces dernières décennies. Cette évolution, qui s'explique par la valeur économique, sociale et marchande de ces produits se justifie par la demande en protéines animales de plus en plus grande, compte tenu de l'augmentation croissante de la population et du niveau de vie de cette dernière qui requière une alimentation saine, équilibrée et variée.

Pour répondre à ses besoin et en dehors de l'espèce bovine qui couvre une bonne partie des productions, la brebis est bien implantée dans différentes régions du monde et fourni un lait de grande valeur nutritionnelle car riche en protéines et en matières grasses (environ le double de la teneur enregistrée pour le lait de vache) mais aussi en vitamine et en éléments minéraux. C'est un aliment énergétique très digeste qui possède en plus d'excellentes aptitudes aux transformations technologiques.

En effet, le lait de brebis est utilisé dans certaines régions du monde, en plus de la consommation en lait frais, à la fabrication de divers produits dérivés : fromages de hautes renommées (*Roquefort, Roncal, Manchego...*), car ayant le label d'Appellations d'Origines Contrôlées (AOC), yaourts, crèmes glacés, beurre...etc.

Ces transformations n'ont été rendues possible qu'en ayant un produit initial de bonne qualité, d'où le travail conséquent qui a mené en amont sur la maîtrise des facteurs de variations, tant endogènes (liés à l'animal), qu'exogènes (liés à son environnement : alimentation, pratiques de la traite, saison...etc) et la stabilisation de la qualité du lait.

Dans notre pays, le cheptel ovin, évalué à 21 millions de têtes contribue à hauteur de 15% (0.3 million de tonnes) de la production totale du lait collecté (toutes espèces confondues). Ce cheptel (dont environ la moitié est constitué de brebis) est fortement implanté en zone steppique où les effectifs sont constitués principalement de races locales dont les plus importantes sont *Ouled Djellal, Rembi* et *Hamra* qui sont bien caractérisées sur le plan zootechnique et, notamment, concernant la qualité de leurs viandes, mais malheureusement très peu d'investigations ont trait à leurs productions et à la qualité de leurs laits.

Malgré ces quantités de lait très appréciables qui permettent de réduire un tant soit peu la forte dépendance de notre pays en poudre de lait et autres intrants de fabrication des Laiteries, il n'en demeure pas moins que cette production est très peu utilisée au niveau industriel pour la mise en œuvre de lait de consommation ou sa transformation en produits dérivés mais seulement auto-consommée par les éleveurs ou leurs proches en tant que lait frais, ou transformés en lait fermenté (l'ben), fromages frais (djeben) ou en beurre traditionnel (Smen), alors qu'une bonne partie sert aussi pour nourrir les petits agneaux.

A la lumière de ces données et, en vue d'aller vers des perspectives à court et à moyen terme où cette production, placée au second rang après le lait bovin, serait prise en compte de façon la plus optimale et diversifiée qui soit en permettant une plus grande utilisation de ce lait à l'état frais ou en tant que produit dérivé, il nous a paru nécessaire de mener des investigations en vue de caractériser la qualité des laits collectés, à travers les deux principales races, *Ouled-Djellal* et *Rumbi*, implantées dans la région de Djelfa et tenter de répondre aux questions suivantes que l'on pourrait se poser et sur lesquelles reposent les objectifs scientifiques attendus de ce présent travail :

- quelle est l'appréciation de la qualité du lait ovine collecté sur les plans physico-chimiques et hygiéniques ?
- quel est le niveau et l'impact des facteurs de variation de cette qualité ?
- existe-il des différences significatives entre les laits des deux principales races ovines prise en compte dans cette étude ?
- est-ce qu'il y'a des marqueurs moléculaires qui sont susceptibles de les différencier ?
- qu'en est-il de l'amélioration des aptitudes technologiques des laits recombinaison par l'adjonction de quantités variables de lait ovine ?

I: SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

I : Synthèse bibliographique

1.1. Le milieu steppique et l'élevage ovin

1.1.1. Données générales sur la steppe Algérienne

La steppe est définie selon BOURBOUZ et DONADIEU (1987) comme étant « une formation végétale, primaire ou secondaire, basse et ouverte dans sa physionomie typique et inféodée surtout aux étages bioclimatiques, arides et désertique dont elle est l'expression naturelle ».

En Algérie, cette région, située entre l'Atlas Tellien et l'Atlas saharien, s'étend (figure 1) sur une longueur d'environ 1000 km et une largeur irrégulière allant respectivement de 150 à 300 km d'est en ouest avec des altitudes plus ou moins importantes de 400 à 1200 m.

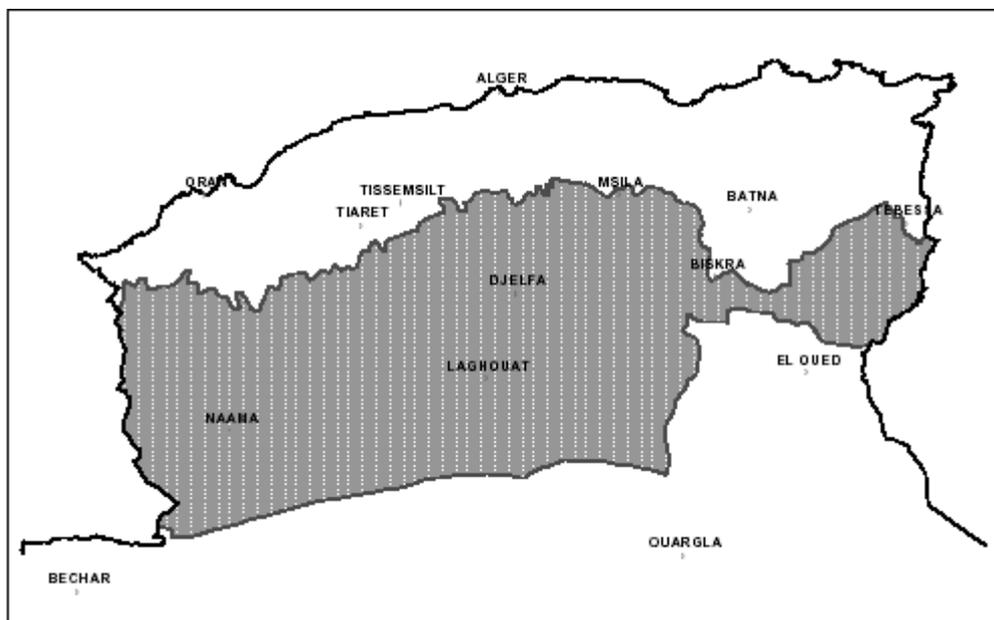


Figure1 : Délimitation de la steppe algérienne (NEDJRAOUI, 2003)

Couvrant une superficie globale de 20 millions d'hectares, elle est limitée au nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au sud, par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) (DJEBAÏLI, 1978 ; DJELLOULI, 1990).

Le climat de la steppe est défini comme étant continental aride, marqué par une pluviosité à la fois faible et variable, évoluant selon les régions entre 100, 300 ou 400 mm de pluies. Dans cette région, on enregistre aussi bien des sécheresses plus ou moins longues, de

violentes précipitations, des températures avoisinant 40° en été et des basses températures en hiver qui provoquent des gelées fréquentes.

Les étages bioclimatiques caractérisant la steppe algérienne s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais (NEDJRAOUI, 2003). Selon le même auteur, quatre grands types de formations végétales dominent la steppe algérienne : la steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*), la steppe à armoise blanche « Chih » (*Artemisia herba helba*), la steppe à Sparte « Sennagh » (*Legeum spartum*) et la steppe à Remt (*Arthrophytum scoparium*).

1.1.2. Systèmes d'élevage ovin

Selon KANOUN *et al* (2007), les systèmes d'élevage au niveau des zones pastorales se basent sur la combinaison de plusieurs sources alimentaires (les parcours, les jachères, les résidus de culture "chaumes", l'orge en vert et la complémentation).

On y distingue plusieurs types, selon la taille et la conduite des troupeaux ainsi que l'alimentation disponible : extensif, semi-intensif et intensif où :

- le système extensif est basé sur l'exploitation de l'offre fourragère gratuite et concerne beaucoup plus les gros éleveurs avec des déplacements relativement importants ;
- le système semi-intensif est caractérisé par une utilisation modéré d'intrants où en plus du pâturage sur jachères et sur résidus de récolte, les animaux reçoivent un complément en orge et en foin. Il concerne essentiellement les éleveurs moyens et se singularise par des déplacements plus restreints (10 à 50 km) (KHALDOUN, 1995).
- le système intensif pratiqué hors sol et de durée limitée (2 à 4 mois généralement) où on engraisse le plus rapidement possible des agneaux dans ces élevages en bergerie ou dans des enclos (ANONYME1, 2003). L'alimentation est constituée pour une grande part de concentré, de foin et de paille.

1.1.3. Cheptel ovin et production laitière

1.1.3.1. Effectif

L'effectif du cheptel ovin a été estimé à 21 404 584 têtes en 2009. Cet effectif représente 78% du cheptel national (à l'exception des équins) (figure 2), suivi par le cheptel caprin avec un taux de 14% ; les bovins ne représentent que 6% et les camelins 1% de l'effectif total (ANONYME 2, 2009).

Dans la wilaya de Djelfa, l'élevage ovin est représenté par un effectif de 2 517 000 têtes, ce qui constitue 11.76% du cheptel ovin national et est de loin le plus important de toutes les wilayas du pays (ANONYME 3, 2009). Les brebis avec un effectif de 1 285 000 têtes, représentent un taux de 51.05% de l'effectif ovin.

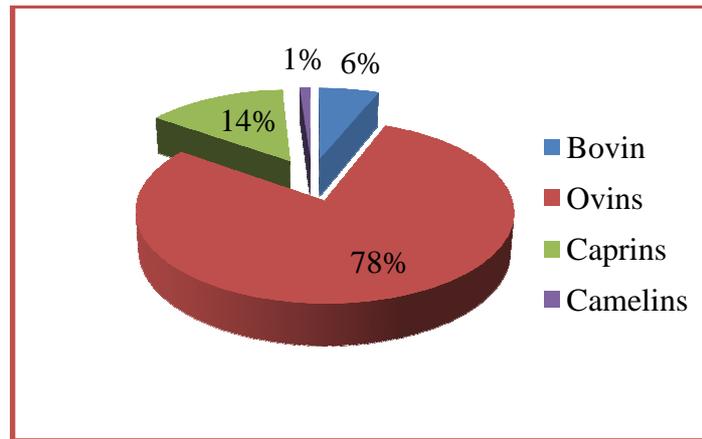


Figure 2 : Distribution du cheptel national par espèce (ANONYME 1, 2003).

1.1.3.2. Production laitière

La production laitière ovine en Algérie a été estimée par la FAO à 320 million de litre en 2011 (ANONYME 4, 2012). Cette importante quantité classe notre pays en premier rang en Afrique du nord, en deuxième (après la Somalie), dans le continent Africain et en onzième rang à l'échelle mondiale (où la Grèce, l'Espagne et l'Italie sont les plus grands producteurs).

La part de la wilaya de Djelfa représente 12.81% de la production laitière ovine nationale, ce qui correspond à une production laitière moyenne de 41 million de litre (ANONYME 5, 2012). Cette production n'a cessé d'augmenter depuis une dizaine d'année comme le montre les relevés portés sur la figure 3.

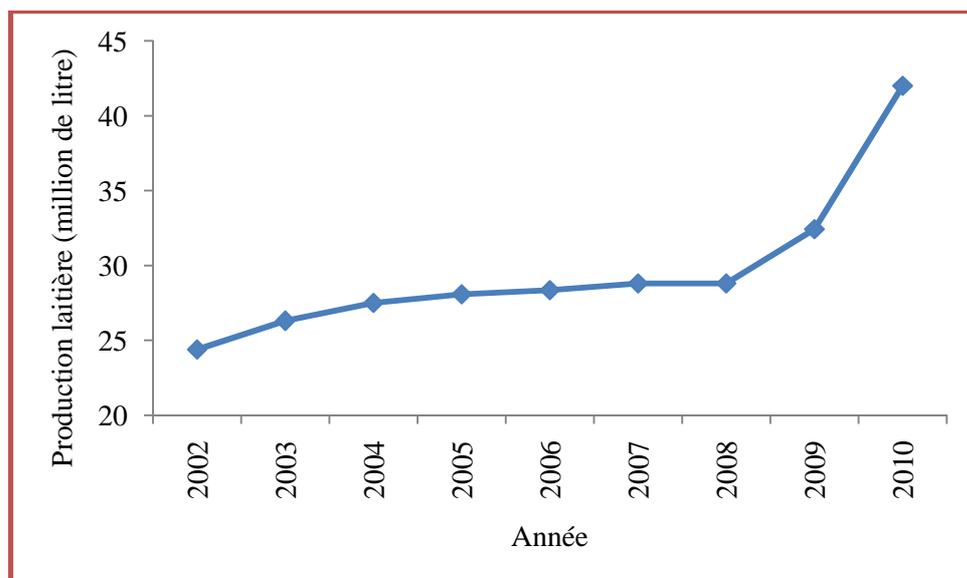


Figure 3 : Evolution de la production laitière ovine dans la région de Djelfa, (ANONYME 5, 2012).

1.1.3.3. Les races ovines algériennes

Les ovins sont essentiellement composés de races locales (BENYOUCEF *et al*, 2000) qui se répartissent inégalement entre races principales (*Ouled-Djellal*, *Rumbi* et *Hamra*) et races secondaires moins abondantes (*Berbère*, *Barbarine*, *D'men* et *Targuia-Sidaou*) (CHELLIG, 1992). La race *Ouled-Djellal* représente, à elle seule, environ 63% de l'effectif total tandis que la race *Rumbi* (11%) détient la deuxième position (ANONYME 1, 2003). La figure 4 illustre la distribution centésimale moyenne des différentes races ovines locales recensées dans notre pays.

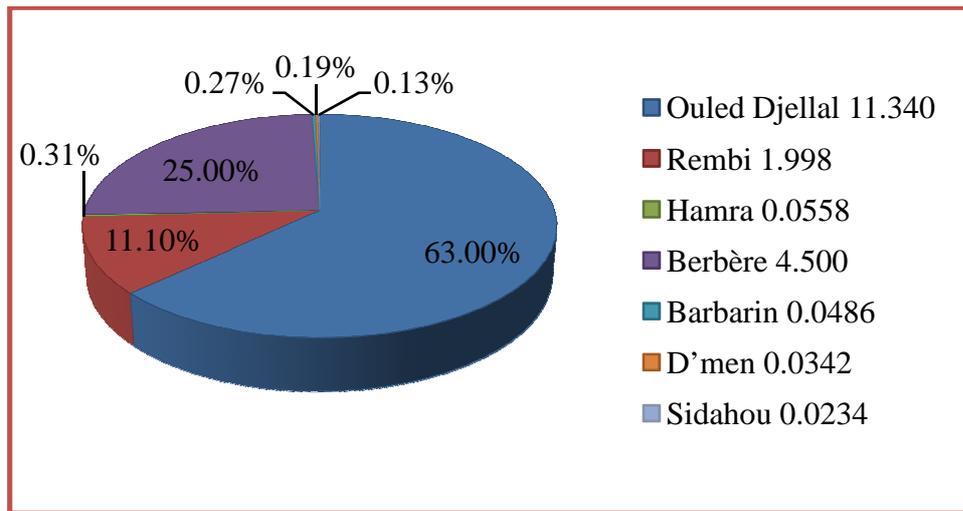


Figure 4 : Effectif (million de têtes) et pourcentage des différentes races locales Algériennes.

1.1.3.3.1. Aperçu sur les races *Ouled-Djellal* et *Rumbi*

La race *Ouled-Djellal*, est entièrement blanche, à laine et à queue fines et à taille haute. Elle est puissante et apte pour la marche. Elle craint cependant les grands froids. C'est une race typique de la steppe et des hautes plaines. Elle comprend trois variétés : *Ouled-Djellal*, *Ouled-Nail* (appelé aussi *Hodnia*) et *Chellala* (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF *et al*, 2000 et ANONYME 1, 2003).

Concernant son aire d'expansion, cette race, bien que localisée principalement dans le centre est Algérien qui est son berceau d'origine, elle s'étend sur une vaste zone allant de Oued Touil (Wilaya de Tiaret et de Laghouat) à la frontière tunisienne (CHELLIG, 1992 ; ANONYME 1, 2003 et ANONYME 6, 2012).

La race *Rumbi* est le plus gros ovin d'Algérie, à tête rouge ou brunâtre, à robe chamoise et à queue fine et moyenne. Cette race n'est pas encore standardisée par l'Institut Algérien de Normalisation, à la différence de *Ouled-Djellal* et d'une autre race dite *Hamra*, qui le sont (ANONYME 6, 2012 ; REBIA, 2010).

La race *Rumbi* occupe la zone intermédiaire entre la race *Ouled-Djellal* à l'Est et la race *Hamra* à l'Ouest (qui va du Chott Chergui à la frontière Marocaine). Elle est limitée à son aire d'extension puisqu'on ne la rencontre nulle part ailleurs. Le berceau de cette race est la zone de Ksar Chellala à Tiaret.

1.1.3.3.2. Performances de production

La production laitière moyenne par jour, toutes races confondues, est évaluée à 400 g pendant 4 à 5 mois (KHELIFI, 1999). Cette production est de l'ordre de 70 - 80 kg (en 6 mois de lactation) pour *Ouled-Djellal* et 55 - 65 kg pour *Rumbi*. La brebis *Hamra* ne produit que 50 à 60 kg pendant 4 à 5 mois (CHELLIG, 1992).

Selon CHELLIG (1992) l'aptitude à la traite est d'une manière générale bonne pour l'ensemble des races où la brebis se laisse traire facilement. Le lait produit sert aux agneaux (en début de lactation) et à la consommation familiale sous diverses formes : (lait frais, lait caillé type « Raïb », petit lait « leben ») ainsi qu'à la fabrication artisanale de beurre (smen), de fromage frais (Djeben) et de fromage sec (Klila), plus particulièrement pour le lait issu de la race *Ouled-Djellal*.

Notons que ces races sont connues avant tout pour la qualité de leur viande, qui est succulente et ayant un goût très relevé (CHELLIG, 1992). Elles produisent aussi de la laine où le poids moyen de la toison varie de 1,5 à 2-2,5 Kg respectivement pour *Ouled-Djellal* et *Rumbi* (KHELIFI, 1999).

1.2. Caractéristiques du lait de brebis

1.2.1. Paramètres physico-chimiques

1.2.1.1. pH et acidité

Le pH global d'un lait frais varie d'une espèce à l'autre. Pour le lait ovin, le pH moyen se situe autour de 6.65 (ASSENAT, 1985). Selon ANONYME 7 (1998), cette valeur varie de 6.50 à 6.85.

Bien que l'amplitude de variation de cette grandeur soit assez faible pour un lait frais, elle est étroitement liée à la composition de ce dernier, plus particulièrement en phosphates, citrates et caséines (MATHIEU, 1998), alors que CHILLIARD et SAUVANT (1987) admettent que le lait de brebis est particulièrement riche en ces constituants.

En plus de ces données, certains auteurs attribuent aussi les fluctuations constatées à l'effet de race (MARTINI et CAROLI, 2003) et au stade de lactation (GONZALO *et al*, 1994 ; PAVIC *et al*, 2002 ; SAHAN *et al*, 2005 ; KUCHTIK *et al*, 2008).

La mesure du pH renseigne beaucoup plus sur la stabilité du lait et celle de ses micelles (MATHIEU, 1998). De plus, il a été relevé que les paramètres rhéologiques, en particulier, le temps de gélification et le temps de raffermissement des gels sont fortement corrélés au pH du lait de brebis (DELACROIX-BUCHER *et al*, 1994).

Sur le plan hygiénique, PIRISI *et al* (2007) considèrent le pH du lait des petits ruminants comme l'un des indicateurs de la qualité du produit, ce qui introduit de facto la nécessité de recourir à cette mesure dès l'arrivée du lait dans les laiteries.

Selon MATHIEU (1998), l'acidité d'un lait frais de brebis se situe entre 18 et 22°D. Elle est supérieure à celle du lait de vache estimée à 15-17°D (CROGUENNEC *et al*, 2008). BALTADJIEVA *et al* (1982) rapportent une acidité de l'ordre de 22°D pour le lait de brebis collecté en Bulgarie et 21°D pour celui collecté en Grèce. Par contre, BORNAZ *et al* (2009) rapportent une valeur de l'ordre de 18°D pour l'acidité du lait ovin en Tunisie.

L'acidité du lait est influencée par certains facteurs tels que les conditions hygiéniques et climatiques (température) ainsi que le stade de lactation (PAVIC *et al*, 2002). Il faut cependant distinguer entre l'acidité naturelle, traduisant la richesse du lait en différents constituants de celle dite développée, due à la formation d'acide lactique (MATHIEU, 1998).

1.2.1.2. Point de congélation

Le point de congélation est le paramètre le plus constant. Il est utilisé pour détecter un éventuel mouillage du lait (le point de congélation s'élève) alors que l'hydrolyse du lactose (éventuelle fermentation lactique) provoque son abaissement (MATHIEU, 1998).

Sa valeur moyenne est estimée pour le lait ovin à -0.570°C (ANONYME 7, 1998). Autour de cette valeur, des fluctuations plus ou moins importantes ont été relevées :

- 0.564 à -0.570°C (PAVIC *et al*, 2002) ;
- 0.560 à -0.86°C (HILALI *et al*, 2011) ;
- $0,575$ à $-0,571^{\circ}\text{C}$ (GONZALO *et al*, 2005).

PAVIC *et al* (2002) ont constaté une diminution du point de congélation vers la fin de la lactation.

1.2.1.3. Densité

La densité moyenne du lait de brebis, à la température de 20°C , se situe à 1.036 (ASSENAT, 1985). BALTADJIEVA *et al* (1982) et ROUISSI *et al* (2006) mentionnent des valeurs similaires variant entre 1.035 et 1.037. Par contre, MARTINI *et al* (2008b) rapportent une valeur plus faible égale à 1,030. Pour le lait bovin, AMIOT *et al* (2002) situe ce paramètre entre 1.028 et 1.035.

La densité du lait dépend étroitement de sa composition, particulièrement de sa richesse en matières sèches dégraissées (CROGUENNEC *et al*, 2008). Dans ce sens, la densité varie au cours de la lactation (ASSENAT, 1985 ; KUCHTIK *et al*, 2008), de façon plus notable si l'on considère les mois de lactation plus que les semaines (SIMOS *et al*, 1996).

L'écémage augmente la densité du lait par contre le mouillage la diminue (AMIOT *et al*, 2002).

1.2.2. Composition chimique

Le lait de brebis, au même titre que le lait de bufflonne, se singularise par des teneurs en lipides et protides (Tableau I) en moyenne deux fois plus élevées que celles rencontrées dans les laits des autres espèces laitières (humain, bovin, caprin, camelin...), lui conférant ainsi une très bonne valeur nutritionnelle.

Tableau I : Composition chimique moyenne du lait de brebis analysé dans plusieurs régions du monde (compilation de plusieurs sources)

Constituants (%)				Pays	Références
EST	MG	Protéines	Lactose		
17.8	6.86	5.74	4.59	GRECE	BALTADJIERA <i>et al</i> (1982)
19.54	8.10	5.83	4.72	BULGARIE	
17.75-17.96	6.43-6.65	5.64-5.97	4.74-4.95	GRECE	POLYCHRONIDOU <i>et</i> VAFOPOULOU (1985)
18.4	7.19	5.69	4.66	FRANCE	ASSENAT (1985)
/	7.4	5.35	4.66	FRANCE	PELLEGRINI <i>et al</i> (1994)
19.74	7.16	6.32	5.27	URUGUAY	KREMER <i>et al</i> (1996)
/	6.25-9.60	5.84-8.40	4.26-5.23	GRECE	SIMOS <i>et al</i> (1996)
19.10	8.46	4.88	4.84	ARGENTINE	ALTHAUS <i>et al</i> (2001)
17.30-18.20	7.10-7.55	4.49-4.86	4.86-5.07	ARGENTINE	SOSA <i>et al</i> (2001)
16.7	5.6	5.2	4.5	MEXIQUE	OCHOA-CORDERO <i>et al</i> (2002)
19.11	7.52	5.9	4.55	CROATIE	PAVIC <i>et al</i> (2002)
17.54	6.61	5.68	4.34	TURQUIE	SAHAN <i>et al</i> (2005)
/	7.06	5.47	4.65	ITALIE	BIANCHI <i>et al</i> (2004)
18.98-19.11	7.49-7.60	6.55-6.40	3.89-4.05	TUNISIE	ROUSSI <i>et al</i> (2006)
20.26-21.01	8.68-8.72	6.39-6.64	4.21-4.59	ESPAGNE	JARAMILLO <i>et al</i> (2008)
15.59-20.68	4.96-7.80	4.69-6.66	4.43-5.00	TCHEQUE	KUCHTIK <i>et al</i> (2008)
	6.75-7.85	5.51-5.54	3.49-3.61	TUNISIE	MAAMOURI <i>et al</i> (2008)
17.57	6.41	5.77	4.50	ITALIE	MARTINI <i>et al</i> (2008b)
17.75	5.18	5.15	/	EGYPTE	ABD ALLAH <i>et al</i> (2011)
17.25-19.02	5.92-7.5	5.29-5.63	4.41-4.9	SYRIE	HILALI <i>et al</i> (2011)
15.71-16.13	6.62-6.84	5.08-5.11		ROMANIE	MIERLITA <i>et al</i> (2011a)
	7.7	6.37	4.97	ESPAGNE	RODRIGUEZ <i>et al</i> (2010)
	6.31	6.23	5.12	TURQUIE	YILMAZ <i>et al</i> (2011)

Ce lait est de couleur blanc nacré, plus visqueux et deux fois plus minéralisé que celui de la vache. Il présente une odeur, dite de suint, discrète quand il est récolté dans de bonnes conditions. La composition moyenne du lait de brebis, rapportée dans Tableau I, a fait l'objet de plusieurs études dans différents pays.

En raison de l'importance de chaque composé constitutif du lait sur l'appréciation de sa qualité, nous donnerons ci-après les indications relatives à leur évaluation quantitative, leur variation selon les facteurs intrinsèques et extrinsèques et leurs différentes implications.

1.2.2.1. Lactose

Le lactose est le sucre spécifique du lait et est un des constituants importants de sa matière sèche. Selon les valeurs rapportées par la bibliographie, ce glucide est l'un des constituants les plus stables et ne subit que de faibles variations, comparativement aux autres constituants majeurs. En effet, la valeur la plus faible (3.49%) a été enregistrée par MAAMOURI *et al* (2008) en Tunisie par contre celle la plus élevée (5.27%) est rapportée par KREMER *et al* (1996) en Uruguay. L'amplitude de l'écart entre le maximum et le minimum est assez réduite (1.78%).

Les variations enregistrées à ce niveau sont liées, selon ASSENAT (1985), à de multiples facteurs tels que les conditions climatiques, l'alimentation, la conduite du troupeau et la sélection. Cependant, le même auteur signale qu'il peut exister des différences importantes dans la teneur en lactose entre le lait d'animaux pris individuellement.

Notons que la teneur en lactose du lait de brebis est soit inférieure ou égale à celle du lait de vache (CHILLIARD et SAUVANT, 1987).

1.2.2.2. Matières azotées

Les différents constituants azotés du lait sont représentés par la fraction protéique (qui renferme environ 95% de l'azote total du lait) et la fraction azotée non incluse dans les protéines ou azote non protéique (ANP) qui en renferme environ 5%. Cette dernière est de nature hétérogène car elle comprend de nombreux produits de dégradation du métabolisme de l'animal et de la mamelle (JOURNET et REMOND, 1980).

1.2.2.2.1. L'azote non protéique

La fraction de l'azote non protéique (ANP), qui est un des reflets de l'activité métabolique, est constituée de composés divers (acides aminés libres, urée, acide urique, créatine, créatinine, ammoniacque...) qui n'ont pas pour la majorité d'entre-eux une valeur nutritionnelle (JOURNET *et al*, 1975). Cette fraction, du fait qu'elle existe à des teneurs variables entre les espèces laitières, doit être prise en compte dans les dosages pour la détermination de la teneur en protéines (GRAPPIN, 1992 ; MEHAIA *et al*, 1995).

Dans le lait de brebis, la teneur en ANP varie de 0.04% (PIRISI *et al*, 2001) à 0.8% (PARK *et al*, 2007) bien supérieur à celle rapportée par CERBULIS et FARRELL (1975) pour le lait de vache (0.028%).

1.2.2.2.2. L'azote protéique

Les protéines du lait sont des constituants essentiels et vitaux en raison de leur grande valeur nutritionnelle, de leurs propriétés biologiques et de leurs qualités techno-fonctionnelles recherchées (BARLOWSKA *et al*, 2011).

Selon son organisation tridimensionnelle, la fraction protéique du lait peut être scindée en deux grands groupes de protéines :

- la première, qui représente environ 80%, des protéines totales est de type micellaire et peu organisées. Ce sont les caséines, qui ont la particularité de précipiter entièrement à leur pH isoélectrique ;

- la seconde (environ 20 % restant), comprend des protéines relativement organisées, pour la plupart de type globulaires à savoir les protéines du lactosérum.

Le taux de protéines totales du lait bovin est de l'ordre de 3.3% (AMIOT *et al*, 2002). Mais cette valeur peut varier sensiblement en fonction de la race et de la nature de l'alimentation utilisée.

Dans le cas du lait de brebis, le taux de protéines totales est estimé, selon BALTADJIEVA *et al* (1982) et MARTINI *et al* (2008b), à 5.71 (lait collecté en Italie), 5.7 (lait Grec) et 5.83% (lait Bulgare). ASSENAT (1985) et PELLEGRINI *et al* (1994) ont avancé des valeurs plus faibles (5.35 et 5.51%) pour le lait de brebis collecté en France.

1.2.2.2.2.1. Caséines

D'un point de vue nutritionnel, les caséines constituent une source relativement bon marché d'acides aminés (aa), notamment d'acides aminés essentiels non synthétisés par l'organisme, de calcium alimentaire et de phosphore pour le nouveau-né (HOLT et SAWYER, 1988). La transformation des caséines en fromage est l'une des plus importantes transformations technologiques dans le domaine des industries agro-alimentaire (HINRICHS, 2004). Les caséines sont actuellement recherchées aussi pour leurs propriétés fonctionnelles que pour les activités biologiques de leurs peptides constitutifs (CAYOT et LORIENT, 1998).

1.2.2.2.2.1.1. Aspects quantitatifs

Le lait de brebis est plus riche en caséines que le lait des autres ruminants (vache, chèvre, chamelle notamment) (CAYOT et LORIENT, 1998). Leur taux, se situe entre 3.38% (RASSU *et al*, 2007) et 7.75% (POTOCNIK *et al*, 2011) avec une valeur moyenne de 4.50% (BALTADJIEVA *et al*, 1982 ; ASSENAT, 1985 ; PELLEGRINI *et al*, 1994).

Les caséines du lait ovine constituent 74.1 (PELMUS *et al*, 2012) à 83% (PARK *et al*, 2007) des protéines présentes. Comme dans le lait de référence, elles regroupent plusieurs protéines dont les caséines α_{s1} , α_{s2} , β et κ . sont majoritaires.

Ces fractions caséiniques se distinguent les unes des autres par leur taille et leur composition en acides aminés (LEONIL *et al*, 2001). Elles se retrouvent dans lait essentiellement sous formes de particules sphériques dites micelles de dimensions légèrement réduites par rapport à celles du lait de chèvre (193 vs 260 nm, PARK *et al*, 2007) et (210 vs 260 nm, POTOCHNIK *et al*, 2011 ;) mais supérieures à celle du lait de vache (193 vs 180 nm, PARK *et al*, 2007) et (210 vs 182 nm, POTOCHNIK *et al*, 2011).

La teneur en caséine α_{s2} (ou α_{s2} -CN) semble être inférieure à celle de la caséine α_{s1} (ou α_{s1} -CN) (14.7 vs 15.5%, ASSENAT, 1985 ; 12.0-16.4 vs 33.9-38.8%, MOATSOU *et al*, 2004 ; 19.31 vs 23.43%, PELMUS *et al*, 2012). D'après ASSENAT (1985), le lait de brebis est plus riche en α_{s1} -CN (30.2%) que le lait de chèvre (12.6%) mais plus pauvre que celui de la vache (45.5%). Les caséines α_{s1} , α_{s2} ovines présentent les plus hauts niveaux de phosphorylation (GIAMBRA, 2011).

La caséine β (ou β -CN) est la fraction la plus abondante avec des teneurs qui varient entre 33.72 (PELMUS *et al*, 2012) et 37-42.3% (MOATSOU *et al*, 2004) par rapport à la caséine totale. Pour ASSENAT (1985), le pourcentage de β -CN représente presque la moitié de la caséine totale (47.1%).

Concernant la caséine κ (κ -CN), bien qu'elle détient le rôle clef dans la coagulation du lait par la présure (CAYOT et LORIENT, 1998), elle est présente dans le lait ovine mais avec des teneurs plus faibles (7.3, ASSENAT, 1985 ; 9.1-10.8%, MOATSOU *et al*, 2004) à l'exception des résultats trouvés par PELMUS *et al* (2012) pour qui, la teneur en κ -CN est estimée à 23.54%. La caséine κ possède plusieurs niveaux de glycosylation (GIAMBRA, 2011).

Notons que quelques fragments peptidiques (caséine γ), provenant de l'hydrolyse enzymatique de la caséine β par la plasmine, peuvent s'associer à la micelle (CROGUENNEC *et al*, 2008).

1.2.2.2.1.2. Aspects moléculaires

La composition en acides aminés des caséines a été étudiée et leur séquences ont été établies (JOLLES *et al*, 1974 ; SOULIER *et al*, 1975 ; RICHARDSON et MERCIER, 1979 ; GINGER et GRIGOR, 1999) (Annexe 1).

Le séquençage des caséines α_{s1} , α_{s2} ovines permet d'énumérer 199 acides aminés (aa) pour α_{s1} -CN avec une masse molaire de 22.7KDa et 208 pour α_{s2} -CN avec une masse molaire de 24.7KDa (PARK *et al*, 2007).

SHALICHEV et TANEV (1972) ont isolé, purifié et déterminé quelques caractéristiques chimiques et physico-chimiques des caséines α_s ainsi que leur composition en aa. Les caséines β_1 et β_2 ont le même polypeptide et sont constituées de 207 (RICHARDSON et MERCIER, 1979) à 209 aa (PARK *et al*, 2007).

La séquence primaire de κ -CN a été déterminée par JOLLES *et al*, (1974). Cette protéine, constituée d'une seule chaîne polypeptidique, compte 172 aa avec une masse molaire de 19.1KDa. (SOULIER *et al*, 1975) estiment que la taille de la molécule peut varier de 169-172 aa. Selon AMIGO *et al* (2000), aucun variant génétique n'a été observé pour cette protéine. Selon eux, les variations relevées par certains auteurs sont dues probablement aux divers degrés de glycosylation et de phosphorylation.

L'hétérogénéité de la caséine a été relevée et établie depuis 1937 grâce à son fractionnement par électrophorèse (MATHIEU, 1998). Pour le lait ovine, cette hétérogénéité est déterminée, selon AMIGO *et al* (2000), soit par la présence de variants génétiques ou par d'autres facteurs tels que le niveau de phosphorylation, la variation de la glycosylation de la fraction κ -CN et la coexistence des formes de protéines à différentes longueurs de chaînes.

Les caséines ovines sont caractérisées à l'instar de leurs homologues bovines par un polymorphisme génétiques. Ainsi, cinq variants de (α_{s1} -CN) notés (A, B, C, D, E) ont été identifiés par CHIANESE *et al* (1996).

Deux variants de la caséine α_{s2} (A et B) sont décrits (PARK *et al*, 2007). Ils se différencient par le remplacement des acides aminés Asn₄₉ et Lys₂₀₀ respectivement par Asp et Asn. Un autre variant de la caséine α_{s2} a été trouvé par CHIANESE *et al* (1993) pour la race ovine *Manchega*.

La caséine β se présente sous deux formes β_1 et β_2 (RICHARDSON et MERCIER, 1979) qui se différencient par le nombre de groupe phosphate (6 pour β_1 et 5 pour β_2). Enfin, ALAIS et JOLLES (1967) ont isolé et purifié deux variants de κ -CN (A et B).

Il est admis que plus la teneur en caséines augmente, plus l'aptitude du lait à la transformation fromagère est meilleure. C'est ainsi que le ratio caséines/protéines totales est considéré comme critère conditionnant la qualité fromagère du lait (ASSENAT, 1985).

Par ailleurs, il semble que la nature de α_{s1} -CN soit déterminante, comme dans le cas du lait caprin, pour la qualité fromagère du lait de brebis (AMIGO *et al*, 2000).

1.2.2.2.2. Protéines solubles

Les protéines solubles ou protéines du lactosérum varient de 0.95 (PELLEGRINI *et al*, 1994) à 1.44% (BALTADJIEVA *et al*, 1982) et représentent environ 17-25.84% de l'ensemble des protéines du lait de brebis (ASSENAT, 1985 ; PARK *et al*, 2007 ; PELMUS *et al*, 2012). Ce pourcentage est similaire à celui rencontré dans le lait de vache (15 à 28%, POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

Ces protéines sont essentiellement représentées par la β -lactoglobuline (β -Lg), l' α -lactalbumine (α -La), les immunoglobulines (Ig), la sérum albumine (SA), les protéose-peptones (Pp), et d'autres protéines mineures tels la lactoferrine (Lf), la plasmine, la lactoperoxydase (Lp)...etc.

La β -Lg est la plus dominante parmi les protéines sériques dans le lait excepté le lait humain et camelin (où elle est peu présente ou absente, BARLOWSKA *et al*, 2011). Elle représente environ 50 à 60% des protéines solubles totales (ASSENAT, 1985 ; PELMUS *et al*, 2012).

La structure primaire de la β -Lg ovine permet de distinguer 162 aa et une masse molaire de 18.1KDa (FERNANDEZ-ESPLA *et al*, 1993 ; PARK *et al*, 2007), nombre identique à celui de l'espèce bovine (CAYOT et LORIENT, 1998 ; CROGUENNEC *et al*, 2008).

Trois variants génétiques pour cette protéine ont été identifiés dans le lait ovin : A, B et C (KOLDE et BRAUNITZER, 1983 ; ERHARDT, 1989 ; SCHLEE *et al*, 1993). RECIO *et al* (1997), en analysant 574 échantillons de lait Italien, ont pu mettre en évidence cinq phénotypes (A, B, AB, AC et BC) dans le lait de la race *Merino* et seulement trois dans celui de la *Lacha*. En 1993, FERNANDEZ-ESPLA *et al* (1993) ont pu isoler les variants génétiques de la β -Lg et mettre en évidence l'hétérogénéité de la β -Lg A.

Selon PARK *et al* (2007), l' α -La dans le lait ovin et caprin est homologue à celle du bovin. C'est une métalloprotéine renfermant un atome de Ca par molécule. Son importance physiologique réside dans la synthèse du lactose. Deux variants génétiques ont été identifiés α -La A et α -La B (SCHMIDT et EBNER, 1972) bien que ce dernier soit rare et spécifique à certaines races (AMIGO *et al*, 2000). L' α -La est une petite protéine sous forme de monomère de 123 aa et une masse molaire de 13.8KDa (MERCIER *et al*, 1978). Les structures primaires de la β -Lg et de l' α -La figurent en Annexe 2.

Le taux d' α -La, dans le lait ovin est variable selon les auteurs : POTOČNIK *et al* (2011) ainsi que MOATSOU *et al* (2005) l'estiment entre 8.97 et 17%. ASSENAT (1985) rapporte quant à lui un taux égal à 25.1%.

POTOCNIK *et al* (2011) signalent que le lait ovin contient 3.6-5.1% d'albumine sérique et 5.6% de protéoses-peptones par rapport aux protéines solubles.

1.2.2.3. Matière grasse

1.2.2.3.1. Composition et variabilité

Le lait de brebis est réputé pour sa richesse en matière grasse. Cette dernière varie largement en fonction de plusieurs facteurs. Certains sont liés à l'alimentation (qualité et quantité de l'aliment), d'autres sont d'ordre non nutritionnel (génétiques, stade de lactation, parité, saison,...) (PEREA *et al*, 2000 ; GARGOURI, 2005 ; LOCK *et al*, 2005 et SANZ SAMPELAYO *et al*, 2007).

La matière grasse laitière de la brebis se caractérise par certains paramètres physiques qui la distinguent de celle de la vache (tableau II).

Tableau II: Paramètres physiques de la matière grasse du lait de brebis, ASSENAT (1985).

paramètre \ Espèce	Brebis	Vache
Point de fusion	29 – 31 °C	29 – 34 °C
Point de solidification	12 – 13 °C	19 – 24 °C
Indice de Reichert-Meissel ^a	25 – 31	25 – 33
Indice de Polenske ^b	4.3 – 6.6	1.5 – 3
Indice d'iode ^c	30 – 35	32 – 42
Indice de saponification ^d	230 – 245	220 – 232

^a: proportion des acides volatils solubles

^b: proportion des acides volatils insolubles

^c: nombre de doubles liaisons (acides insaturés)

^d: grandeur moléculaire moyenne des acides gras

Le taux des lipides varie entre 4.96 (KUCHTIK *et al*, 2008) et 9.60% (SIMOS *et al*, 1996). Ces valeurs sont bien supérieures à celle rapportée sur le lait de vache (2.8-4.8%) ou encore de la chèvre (4.1-4.5) (HUEBNER, 2012). Selon ce dernier auteur, l'absence de β -carotène dans la matière grasse laitière du lait ovin contribue à la blancheur de ce dernier.

La matière grasse laitière est constituée essentiellement de triglycérides (98%). Les diglycérides, mono-glycérides et les acides gras libres sont naturellement présents en faibles quantité mais leur proportion peut augmenter en cas de lipolyse (CHILLIARD et LAMBERET, 1984 ; JEANTET *et al*, 2007). De nombreux autres composés sont présents mais à des teneurs beaucoup plus réduites (phospholipides, cholestérol, vitamines) (AMIOT *et al*, 2002).

1.2.2.3.2. Le globule gras

Comme dans tous les laits, la matière grasse est présente sous forme de globules gras (GG) sphériques en émulsion dont la taille et le nombre varient d'une espèce à l'autre. Le diamètre moyen des GG pour le lait ovine est estimé par MARTINI *et al* (2008a) à $5.06 \mu\text{m} \pm 0.435$ avec cependant une prédominance des GG large ($>5 \mu\text{m}$). HUEBNER (2012) l'estime par contre à $3.30 \mu\text{m}$, bien inférieur à celui de la chèvre et de la vache (3.49 et 4.55 respectivement).

Selon VEISSEYRE (1979), il existe, dans le lait bovin, une certaine corrélation entre la teneur en matière grasse des laits et le diamètre moyen de leurs globules gras. Cette corrélation est significative au seuil de 5% pour lait ovine (MARTINI *et al*, 2008b).

La taille des globules gras intéresse aussi bien les physiologistes que les technologues de l'industrie laitière. Les globules gras de dimension réduite sont plus facilement digérés par attaque enzymatique humaine ou microbienne (HUEBNER, 2012) alors que les caractéristiques morphométriques des globules gras sont liées aussi bien au rendement fromager qu'aux paramètres de coagulation du lait (MARTINI *et al*, 2008b) ainsi qu'à la stabilité de l'émulsion laitière (CROGUENNEC *et al*, 2008).

Le nombre de GG est estimé à $2.44 \times 10^9/\text{ml}$ (MARTINI *et al*, 2008a). Dans l'espèce ovine, ce nombre se distribue entre les petits GG (0.32%) ; les GG moyens (43.51%) et les GG larges (56.17%) (MARTINI *et al*, 2008a). Le stade de lactation affecte aussi bien le nombre des GG que leur taille (SALARI et MARTINI, 2009). Le globule gras est entouré d'une membrane dont l'origine, la composition, la structure, les propriétés fonctionnelle et le rôle dans la protection contre la lipolyse ont fait l'objet d'une synthèse bibliographique par DANTHINE *et al* (2000).

1.2.2.3.3. Profil en acides gras

La composition en acides gras (AG) influence aussi bien les propriétés technologiques des matières grasses (par leur point de fusion) que les propriétés organoleptiques des produits laitiers (proportions variables d'AG, oxydation...) (SCHMIDELY et SAUVANT, 2001).

Cette composition subit des fluctuations en relation avec plusieurs facteurs tels que l'alimentation (CASTRO *et al*, 2009 ; CIESLAK *et al*, 2010 ; ABBEDDOU *et al*, 2011), l'environnement (COLLOMB *et al*, 2006 ; PULINA *et al*, 2006) et les facteurs génétiques et/ou physiologiques comme la race, la parité et le stade de lactation (CARTA *et al*, 2008 ; MIERLITA *et al*, 2011a,b ; ROCA FERNANDEZ et RODRIGUEZ, 2012).

L'étude du profil en acides gras du lait de brebis a fait l'objet d'un certain nombre de travaux de recherches (LOCK *et al*, 2005 ; BIONDI *et al*, 2008 ; CARTA *et al*, 2008 ; CASTRO *et al*, 2009 ; MIERLITA *et al*, 2011a, b).

Pour ce lait, le taux des acides gras saturés (AGS), où l'acide palmitique (C16) prédomine, varie de 59.35 (CARTA *et al*, 2008) à 74.28% (BIONDI *et al*, 2008), par contre celui des acides gras insaturés (AGI) varie de 22.77 (CARTA *et al*, 2008) à 35.5% (LOCK *et al*, 2005). Pour le lait bovin, les taux varient respectivement de 60.79 à 39.25% (ALAIS, 1984).

Le lait ovin se caractérise par sa richesse en acides gras à courte chaîne (AGCC) (de C4 à C10) (8.69 ; CASTRO *et al*, 2009 à 25.94% ; BIONDI *et al*, 2008) contre 9.9% pour celui de la vache (ALAIS, 1984). Selon CLARK (2009), la richesse du lait de brebis en acides gras à courte et moyenne chaîne lui confère un caractère organoleptique spécifique qui se caractérise par une saveur piquante et une rancidité plus élevées que celui de la vache.

Les AGI, où l'acide oléique prédomine, sont représentés essentiellement par les acides gras mono-insaturés (AGM) : de 19.88 (MIERLITA *et al*, 2011a) à 27.7% (LOCK *et al*, 2005). Les acides gras polyinsaturés ne représentent que 2.67 (CARTA *et al*, 2008) à 7.8% (LOCK *et al*, 2005), taux inférieurs à ceux du lait de vache estimés à 31.23(AGM) et 8.02% (AGP) (ALAIS, 1984).

La répartition des acides gras à l'intérieur des molécules glycéridiques n'est pas aléatoire (CROGUENNEC *et al*, 2008) et diffère significativement entre le lait de brebis et celui de la vache (ASSENAT, 1985). Les AGCC sont principalement estérifiés en position 3 tandis que les acides gras à chaîne moyenne se retrouvent majoritairement en position 2 du glycérol (CROGUENNEC *et al*, 2008).

1.2.2.4. Matières minérales

Les sels minéraux correspondent aux matières salines sans les anions organiques, essentiellement les citrates (MATHIEU, 1998).

Les minéraux du lait jouent un rôle important sur les plans physico-chimique, technologique et nutritionnel. Ils interviennent dans la stabilité des micelles de caséines (MATHIEU, 1998), dans le processus de coagulation du lait (MAHAUT *et al*, 2003) et dans la diversité de texture des fromages élaborés (CROGUENNEC *et al*, 2008). D'un point de vue nutritionnel, le lait constitue la principale source alimentaire de calcium et de phosphore (MAHAUT *et al*, 2000).

L'impact des éléments minéraux du lait sur l'état de santé des individus est bien mis en évidence par la revue bibliographique de CASHMAN (2006). La relation entre la teneur

dulait en macroéléments (Ca, P et Mg) et la croissance du nouveau-né, a été établie. Selon certains auteurs, le lait ovin est plus riche en ses éléments que les laits bovin, caprin et même humain (GUEGUEN, 1971, 2001 ; DE LA FUENTE *et al*, 1997, CROGUENNEC *et al*, 2008). Le rapport Ca/P est de 1.3 dans les laits des trois espèces de ruminants.

Le lait de brebis, comme celui de vache, renferme des éléments minéraux majeurs (tableau III) dont la teneur est supérieure à 0.1g/l et des oligo-éléments présents à l'état de trace. Dans ces fractions, certaines proportions sont sous forme colloïdale, d'autres sous forme soluble (cas du sodium, potassium et chlorure).

Ainsi, les caséines ont une affinité pour les éléments minéraux et peuvent fixer divers cations grâce aux groupements carboxyliques de leurs résidus aspartyle, glutamyle et phosphoséryle. De ce fait, elles séquestrent 70% du calcium total, la moitié du cuivre et du fer, tout le zinc et le manganèse du lait de vache (MATHIEU, 1998). Selon GAUCHERON (2005), presque la totalité du potassium et du sodium est sous forme soluble.

Tableau III : Répartition des éléments minéraux dans le lait de brebis comparée à celle du lait de vache.

Origine du lait	Eléments minéraux	Ca	P	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn	références
Lait de brebis	Total (mg/l)	2156	1456	193	8.03	1.16	0.41	0.059	DE LAFUENTE <i>et al</i> (1997)
	% soluble	20.78	34.82	55.96	8.34	28.45	34.15	6.78	
Lait de vache	Total (mg/l)	1200	950	115	3.8	0.46	0.15	0.03	CROGUENNEC <i>et al</i> (2008)
	% soluble	30	45	60	16	32	47	18	

Certains auteurs (MAHAUT *et al*, 2000 ; GAUCHERON, 2005 ; CROGUENNEC *et al*, 2008) attribuent la répartition des éléments minéraux entre la phase colloïdale et la phase solvante du lait à plusieurs facteurs tels : pH, température et concentration saline. L'effet du pH et de la force ionique sur la solubilisation du calcium, magnésium et du phosphore colloïdal, donc sur les équilibres minéraux du lait, est mis en évidence par LE GRAET et BRULE (1993).

Contrairement aux éléments majeurs, peu d'études se rapportent aux oligo-éléments présents dans le lait de brebis (Zn, Cu, Fe et Mn). Leur intérêt nutritionnel pour l'homme est cependant capital bien qu'ils peuvent toutefois être toxiques au-dessus d'une certaine concentration comme souligne MATHIEU (1998). Ils jouent un rôle multiple en tant qu'éléments essentiels dans les fonctions hormonales, éléments de structures, cofacteurs

enzymatiques et comme stabilisateurs (FEINENDEGEN et KASPEREK, 1980 cité par ERKAYA et SENGÜL, 2012).

Les variations de la composition minérale du lait, bien qu'elles soient minimes (GUEGUEN, 2001), sont dues essentiellement à des facteurs génétiques ou physiologique (SAHAN *et al*, 2005 ; KHAN *et al*, 2006 ; MWAURA et AKINSOYINU, 2010 ; IVANOVA *et al*, 2011).

RINCON *et al* (1994) cité par PARK *et al* (2007) considèrent que les teneurs en éléments minéraux du lait de brebis sont plus exposés aux variations que celles du lait de vache eu égard à l'apport alimentaire et les mois de l'année.

Les métaux lourds ou éléments toxiques susceptibles de se retrouver dans ce lait reflètent beaucoup plus des contaminations environnementales (ANASTASIO *et al*, 2006). CONI *et al* (1996) citent d'autres facteurs qui influencent la teneur en éléments traces du lait tels l'alimentation, le moment de collecte du lait durant l'année, les conditions environnementales...etc.

1.3. Facteurs de variation de la composition du lait

La composition du lait cru ovin n'est pas stable et est sujette à de multiples variations. Pour cela, plusieurs facteurs ont été rapportés dans la littérature. Certains sont intrinsèques ou liés à l'animal tels :

- race (HAENLEIN, 2002 ; TSIPLAKOU *et al*, 2006 ; MIERLITA *et al*, 2011),
- stade de lactation (SAHAN *et al*, 2005 ; KUCHTIK *et al*, 2008 ; HEJTMANKOVA *et al*, 2012),
- rang de lactation (GONZALO *et al*, 1994 ; PIRAS *et al*, 2007) ;
- numéro de lactation (KREMER *et al*, 1996 ; ORAVCOVA *et al*, 2007) ;
- âge de l'animal (KREMER *et al*, 1996; BERGER *et al*, 2004 ; ABD ALLAH *et al*, 2011) ;
- état de santé des mamelles (BIANCHI *et al*, 2004 ; RAYNAL-LJUTOVAC *et al*, 2007) ;

D'autres sont liés à aux facteurs extrinsèques tels :

- l'alimentation (BOCQUIER et CAJA, 2001 ; PIRISI *et al*, 2001 ; BOVERA *et al*, 2003),
- les pratiques de la traite (NUDDA *et al*, 2002 ; RASSU *et al*, 2007 ; SINAPSIS, 2007), saison (ABD ALLAH *et al*, 2011) ;
- ainsi que divers autres facteurs (SEVI *et al*, 2003 ; MORAND-FEHR *et al*, 2007).

1.3.1. Effet de la race

Plusieurs chercheurs mettent en évidence l'effet de la race sur la composition chimique du lait de brebis. Ainsi, les brebis sélectionnées pour la production laitière présentent des taux faibles en matières grasses en protéines et en extrait sec total. Tel est le cas des races *East Friesian*, *Lacaune* et *Awassi* (BERGER *et al*, 2004).

Le rendement en lait de brebis évolue inversement à la composition chimique du lait, plus particulièrement la teneur en taux butyrique (HAENLEIN, 2002). Par voie de conséquence et selon BENCINI (2001), la production fromagère augmente mais le rendement fromager diminue.

L'effet de la race sur les paramètres du lait est disparate et parfois contradictoire. Selon SOSA *et al* (2001), les protéines, le lactose et les matières solides non grasses sont influencés par la race, contrairement à la matière grasse et les solides totaux. TSIPLAKOU *et al* (2006) ainsi que ABD ALLAH *et al* (2011) ont trouvé un effet significatif de la race sur le TB et l'ESD alors que MIERLITA *et al* (2011a) n'ont pas constaté d'effet sur ces paramètres.

Concernant les caractéristiques physiques, MARTINI et CAROLI (2003) rapportent que la race influe significativement sur le pH. ROUISSI *et al* (2006) relèvent l'effet de la race sur la densité et non pas sur le pH et l'acidité. Ces derniers facteurs ne semblent pas être affectés par la race d'après ABD ALLAH *et al* (2011).

1.3.2. Effet du stade de lactation

Le stade de lactation est l'un des facteurs les plus étudiés qui affectent la composition du lait cru ovin. Les auteurs ont rapporté que plusieurs composés du lait sont significativement influencés par le stade de lactation et ont tendance à augmenter graduellement le long du cycle de lactation (CASOLI *et al*, 1989 ; PLOUMI *et al*, 1998 ; KUCHTIK *et al*, 2008).

En effet, selon certains auteurs (GONZALO *et al*, 1994 ; PAVIC *et al*, 2002), la teneur en matière grasse est plus faible au début de la lactation, comparativement au stade moyen et en fin de lactation. PAVIC *et al* (2002) ont constaté une diminution du point de congélation vers la fin de la lactation. D'autre part, SAHAN *et al* (2005) rapportent un effet significatif de ce paramètre sur l'extrait sec, pH et densité du lait, alors que BIANCHI *et al* (2004) mentionnent un effet sur la teneur du lait en lactose et en protéine. Le stade de lactation affecte tous les paramètres du lait analysés par GONZALO *et al* (1994) ; PAVIC *et al* (2002) ; KUCHTIK *et al* (2008).

1.3.3. Effet de l'âge et de la parité des brebis

Les données rapportées dans la bibliographie concernant l'effet de l'âge de l'animal sur les teneurs en constituants principaux des laits ovin sont assez controversées. En effet, ABD ALLAH *et al* (2011) n'ont pas trouvé d'effet significatif sur les constituants du lait analysé à l'exception de la matière grasse où son pourcentage est faible chez les brebis adultes en comparaison avec les jeunes brebis. A l'inverse, CORBETT (1968) cité par BENCINI (2001) donne des valeurs en MG les plus élevées chez les brebis âgées. HASSAN (1995) n'a pas trouvé d'effet significatif de l'âge de l'animal sur les pourcentages de MG, EST et ESD. Par contre, LATEIF *et al* (1989) signalent qu'il ya un effet significatif de l'âge de la brebis sur la teneur en protéines où les taux les plus élevés sont relevés à l'âge de 3 à 4 ans. Enfin, KREMER *et al* (1996) rapportent un effet significatif de l'âge seulement sur le TB et non pas sur le taux de protéines, lactose et extrait sec dégraissé.

Pour ce qui est du rang de lactation, les résultats obtenus par PIRAS *et al* (2007) ne montrent pas d'effet de la parité sur les pourcentages de protéine et de matière grasse. Par contre, pour GONZALO *et al* (1994) la parité a un effet significatif sur la matière grasse et non sur la teneur en protéine. Enfin BERGER *et al*, (2004) considèrent que la concentration en EST augmente avec la parité.

1.3.4. Effet de la saison

L'effet de la saison sur la composition du lait peut être direct (durée de la journée) (BOCQUIER *et al*, 1997) ou indirect (effet sur l'alimentation pour les brebis nourris essentiellement au pâturage) (PULINA *et al*, 1993). Selon THOMSON *et al* (1982), les températures élevées n'affectent pas la composition chimique du lait. ABD ALLAH *et al* (2011) ont constaté un effet de la saison sur l'EST, l'ESD, les cendres et les protéines mais pas sur le TB. Les valeurs les plus élevées pour l'extrait sec (total et dégraissée) ont été observées pendant les mois de février et mars, alors que pour les protéines, c'est pendant les mois d'octobre et novembre.

1.3.5. Effet de l'alimentation

L'alimentation est l'un des facteurs qui affecte aussi bien la production que la composition du lait chez les brebis laitières (PIRISI *et al*, 2001 ; RONDIA *et al*, 2005 ; CHILLIARD *et al*, 2007 ; VALVO *et al*, 2007). Le TB du lait est généralement corrélé négativement au bilan énergétique des brebis, alors que le TP est corrélé positivement avec celui-ci (BOCQUIER et CAJA, 2001).

GARGOURI (2005) conclut, sur la base d'une synthèse bibliographique établit à partir de travaux parus entre 1986 et 2004, que la complémentation de la ration alimentaires des

brebis laitières en matières grasses protégées n'affecte pas le volume du lait produit mais entraîne généralement une augmentation du TB et une diminution du TP du lait.

Selon cet auteur, les variations constatées dépendent de la dose de lipides incorporés. De plus il a été relevé que la composition en AG du lait de brebis est presque toujours affectée par les lipides alimentaires, avec notamment une diminution de la proportion des AG à chaînes courtes et moyennes et une augmentation des AG à chaînes longues.

Une autre base de donnée a été confectionnée par SCHMIDELY et SAUVANT (2001) où on a essayé d'établir une corrélation entre la composition du lait de brebis (et/ou celle de la MG) avec un facteur expérimental contrôlé qui peut être de différents types :

- soit la quantité de concentré pour des rations à base de fourrage et de concentrés distribués séparément ;
- soit le pourcentage de concentré en rations complètes ;
- soit enfin, l'apport de matières grasses alimentaires.

Le résultat fait apparaître que la modification des proportions de concentré et, plus encore, l'apport de différentes sources de matières grasses protégées ou non peuvent constituer des moyens rapides et puissants pour modifier le TB du lait, la production de matières grasses et leur composition en AG. Les effets de l'alimentation sont souvent masqués par d'autres facteurs d'élevage comme le stade de lactation (BOCQUIER et CAJA, 2001).

1.4. Qualité microbiologique

1.4.1. Critères d'évaluation et réglementation

Sommairement et, nonobstant l'espèce animale considérée, l'appréciation de la qualité hygiénique du lait permet de distinguer un lait propre à la consommation (qui répond aux exigences fixées par un texte réglementaire, notamment l'arrêté interministériel du 18/08/1993, relatif aux spécifications de la présentation des laits de consommation dans notre pays) d'un lait impropre où on peut distinguer plusieurs niveaux d'altération et de souillure :

- moyens de la traite et de collecte du lait, personnel manipulateur et conditions environnementales défectueuse des étables ;
- animal malade, en état de soins (traitements par antibiotiques) ou en état physiologique particulier (juste après la mise bas) ;
- pratiques délictueuses (fraudes tels que mouillage, écrémage ou ajout de conservateurs chimiques).

1.4.2. Sources de contamination du lait

A la sortie de la mamelle, le lait est peu contaminé, s'il est trait d'un animal sain et dans de bonnes conditions hygiéniques (FAYE et LOISEAU, 2002). C'est au cours des opérations de collecte et d'acheminement vers les lieux destinés à consommation ou à la transformation, que le lait se charge d'une population microbienne indésirable.

Les contaminations éventuelles et leur ampleur résultent de plusieurs causes (PITON et RICHARD, 1982; BONFOH *et al* 2006) dont nous pouvons citer :

- l'eau qu'elle soit utilisée pour l'abreuvement ou pour le nettoyage peut constituer une source non négligeable de contamination du lait (GOYON et BADINAND, 2003 et BONFOH *et al*, 2006) ;

- les mamelles sales incorrectement lavées (CHATELIN et RICHARD, 1981);

- le matériel de traite mal nettoyé et/ ou présentant des défauts (CHATELIN et RICHARD, 1981) ;

- la peau des mamelles (PITON et RICHARD, 1982) ;

- la non élimination des premiers jets (BACIC *et al*, 1968 ; MICHEL *et al*, 2001), indispensable normalement pour déceler les mammites subcliniques à la ferme (RAKOTOZANDRINDRAINNY *et al*, 2007) ;

- enfin, la litière et l'air sont les deux composantes du milieu qui contribuent à ensemercer le lait durant la période de traite. Les laits traités manuellement sur litière riche en foin sont relativement chargés en bactéries hétérolactiques (BOUTON *et al*, 2005). TORMO *et al* (2006) préconisent le renouvellement des litières et l'utilisation concomitante de produits jouant sur les paramètres des litières (pH, humidité) pour réduire les charges microbiennes des laits. L'air peut jouer un rôle potentiel comme vecteur des flores des litières (TORMO *et al*, 2006). Plus la durée totale de traite est longue, plus le lait est laissé en contact avec l'air et plus la contamination par les germes de l'environnement est importante (FAYE et LOISEAU, 2002). ZWEIFEL *et al* (2005) ont constaté que plus le nombre d'animaux à la traite augmente, plus la flore totale dénombrée est importante.

1.4.3. Flores microbiennes du lait

Pour les répercussions néfastes qu'elle peut avoir sur la santé du consommateur, la qualité du lait cru repose pour une grande part sur l'importance quantitative et qualitative de la flore microbienne qui s'y trouve dans le lait collecté après la traite.

Cette population microbienne est le résultat de la combinaison :

- d'une flore originelle dont les germes proviennent de l'intérieur de la mamelle à l'issue d'une traite aseptique ;

- d'une flore de contamination dont les germes sont apportés par le milieu extérieur lors de la traite ou des manipulations ultérieures ;
- du développement de la flore originelle et/ou de la flore de contamination selon que les conditions du milieu sont plus ou moins favorables (température par exemple).

Selon HAUET (1993), la signification de la flore du lait, vis-à-vis de la qualité, doit être examinée en fonction de la nature des germes présents, même si le taux global de micro-organismes mésophiles (flore totale) est un indicateur assez discriminant dans cette estimation. En dehors de ce dénombrement initial et systématique des micro-organismes saprophytes de contamination, et en cas de doutes (taux de mésophiles relativement élevés), les différents groupes microbiens nuisibles sont recherchés, notamment les coliformes, la flore pathogène, la flore fongique et la flore thermorésistante. D'autres groupes peuvent être aussi recherchés car ils ont un effet sur la conservation et/ou la transformation du lait (flore lactique, flore psychrotrophe...).

1.4.3.1. Flore totale

La recherche de la flore totale pour un lait cru constitue la base du paiement du lait à la qualité (PIRISI *et al*, 2007) et un bon indicateur global des conditions de collecte et de stockage du lait pour l'exploitation.

Selon la réglementation citée plus haut, les laits collectés dans notre pays sont classés en trois catégories selon le nombre de germes totaux dénombrés :

- catégorie A : moins de 100 000 germes /ml ;
- catégorie B : de 100 000 à 500 000 germes /ml ;
- catégorie C : plus de 500 000 à 2000 000 germes/ml.

Notons que les laits contenant plus de 2 millions de germes/ml sont de ce fait rejetés car impropres à la consommation.

1.4.3.2. Flore coliforme

Cette flore est relative à la famille des *Enterobacteriaceae*. D'après YUCEL et ULUSOY (2006), La présence de bactéries coliformes n'indique pas nécessairement une contamination fécale directe du lait mais plus précisément un indice de mauvaises conditions hygiénique et sanitaire au moment de la traite et pendant les manipulations ultérieures.

1.4.3.3. Flore pathogène

Cette flore regroupe divers germes pathogènes, dont la persistance et/ou le développement dans le lait et ses dérivés peuvent constituer un risque pour la santé du consommateur (HAUET, 1993). Elle est représentée essentiellement par *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* sécrétrice de shiga-toxine, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp,

Yersinia enterocolitica, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium* spp, *Brucella* spp et d'autres germes (OLIVER *et al*, 2009 ; D'AMICO et DONNELLY, 2010).

La majorité de ces espèces sont détruites par un traitement thermique de pasteurisation à l'exception de certaines spores et toxines thermostables (MONSALIER, 1994). La flore pathogène est présente originellement dans le lait d'un animal malade (mammites par exemple ou autres infections) ou provenir d'une contamination par l'environnement (sol, aliments et eaux).

1.4.3.4. Flore fongique

Elle peut être considérée comme flore d'intérêt technologique (MICHEL *et al*, 2001) comme elle peut être considérée comme flore d'altération (WALKER, 1988) mais peut être redoutable si elle est toxigène.

1.4.3.5. Flore thermorésistante

Elle correspond aux micro-organismes résiduels après un traitement de pasteurisation (63°C pendant 30 minutes ou 72°C pendant 15 secondes). En industrie laitière, cette population est représentée par les genres *Clostridium* et *Bacillus* (AIT- ABDELWAHEB, 2001). Les équipements mal nettoyés ou mal désinfectés sont à l'origine de cette flore (CHATELIN et RICHARD, 1981).

1.4.3.6. Flore psychrotrophe

C'est une flore capable de se développer à basse température (inférieurs à 10°C : cas de la réfrigération du lait à la ferme). Elle est constituée essentiellement des germes appartenant à la famille des *Pseudomonaceae*, mais aussi à la famille des *Enterobacteriaceae* (*Enterobacter*), comme on trouve également certains thermorésistants sporulés du genre *Bacillus* (HAUET, 1993).

Ces germes peuvent produire des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence une diminution de la qualité du lait et des produits laitiers pouvant aller jusqu'à l'apparition de défauts graves rendant les produits inconsommables (CHILLIARD et LAMBERET, 1984 ; ANONYME7, 1998 ; POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

1.4.3.7. Flore lactique

C'est la flore la plus importante par son nombre et par son activité. Les genres *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc* sont les plus représentés et jouent des rôles primordiaux, car il s'agit de la flore utile exploitée en technologie laitière pour ses propriétés acidifiantes et aromatisantes qui résultent de la fermentation lactique. De plus, les substances inhibitrices sécrétées par certaines souches lactiques et l'acidification du lait tendent à inhiber sensiblement le développement de nombreux germes indésirables.

1.5. Transformations technologiques

Selon DELACROIX-BUCHET *et al* (1994), le lait de brebis se distingue du lait de vache par sa richesse en composants fromagers, ce qui se matérialise par un rendement fromager plus élevé. A la coagulation, il donne un caillé ferme avec certaines spécificités d'aspect et de gout. La pâte de ces fromages est en général plus blanche avec absence de goûts amers (ASSENAT, 1985). Certains auteurs (STORRY *et al*, 1983 ; DELACROIX-BUCHET *et al*, 1994 ; UBERTALLE *et al*, 1990) ont mentionné une corrélation très significative de la composition physico-chimique du lait sur les paramètres rhéologiques des fromages (temps de gélification, vitesse de raffermissement et fermeté des gels).

Le lait de brebis est destiné pour une grande part à la fabrication de fromages typiques à longue conservation, de très bonne qualité et à grande réputation (CASU et BOYAZOGLU, 1990) dont nous pouvons citer quelque uns parmi les plus réputés selon les pays de fabrication :

- en France, l'un des fabriques les plus côtés, est le *Roquefort* fabriqué exclusivement à partir du lait de brebis et ayant le label d'Appellation d'Origine contrôlée (AOC). Ce produit laitier très prisé par les consommateurs est affiné dans les caves de la zone éboulis rocheux de Roquefort (PINCHON, 1989) ;

- en Espagne, il existe trois sortes de fromage pur lait de brebis dont l'AOC a été approuvée : le fromage *Roncal*, le fromage *Manchego* et le fromage *Idiazabal* (FERNANDEZ, 1990) ;

- le plus important des fromages ovins fabriqués en Italie est le *Pecorino Romano*, auquel s'ajoutent le *Fiore Sardo*, le *Pecorino Sicilano* et le *Canestro Pugliese*, tous à dénomination d'origine contrôlée (LEDDA, 1990) ;

- le fromage *Serra da Estrela* est fabriqué à partir du lait frais de brebis au Portugal (BARBOSA, 1990) ;

- enfin, en Grèce, le fromage *Feta* est fabriqué à partir du lait de brebis et de chèvre (KALANTZOPOULOS, 1990).

MANFREDINI et MASSARI (1989) rapportent qu'il existe plus de 100 types de fromage au lait de brebis fabriqués dans les treize pays méditerranéens (enquête réalisée dans les années quatre-vingt, par KALANTZOPOULOS et KOMBARAKI pour le compte de l'IDF). En dehors de la transformation fromagère et, notamment dans le bassin méditerranéen, le lait de brebis est parfois consommé en l'état ou transformé en yoghourt ou encore en beurre et crème, traditionnellement ou à l'échelle industrielle (PANDYA et GHODKE, 2007).

II: MATERIEL ET METHODES

II: Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Appareillage

Ce travail a été soutenu par un certain nombre de moyens matériels répertoriés sur le tableau IV et dont la disponibilité varie selon l'établissement considéré.

Tableau IV : Matériel utilisé lors des analyses

nature	désignation	Localisation
Appareillage	- Unité de minéralisation (Buchi K-435, Switzerland) et de distillation d'azote (Gerhardt Vapodest 10, GB) - Cryoscope (model 403, USA)	Laboratoire de Biochimie Université de Djelfa
	- Chromatographe en phase gazeuse (CPG) (Thermo Finnigan GC)	Laboratoire du CACQUE d'Alger
	- Unité d'électrophorèse sur mini cuves verticales (Hoeffer SE200, USA) comprenant : - une cuve verticale 10 x 10cm et 10x08 cm ; - générateur de courant (250V) - plaques de verre et en hydroxyde d'alumine - Lyophilisateur à plateaux (Telstar, Espagne)	Laboratoire LABAB Université de Tizi-Ouzou
	- Spectromètre d'absorption atomique à flamme (Perkin Elmer AA.400) - Colorimètre DR/890 - Four à moufle	Centre de Recherche Nucléaire de Birine (CRNB)
	- Milkoscan (FT120, Denmark)	Laboratoire de la Laiterie de Blida
	- Gélograph (OBI) - Butyromètre (Gerber) - Centrifugeuse (Gerber)	Laboratoire de la Laiterie- Fromagerie de Boudouaou
	- Etuves microbiologiques - Compteur de colonies - Autoclave	Laboratoire Régionale Vétérinaire de Laghouat

2.1.2. Autres matériels

Les analyses réalisées ont nécessité aussi l'utilisation de matériel complémentaire indispensable dont :

- petit équipement scientifique (pH-mètre, lacto-densimètre, balance de précision, dessiccateur, agitateurs, bain Marie, membranes de dialyse à seuil de coupure de 10 000 Da...);
- verrerie et consommable de laboratoire ;
- produits chimiques usuels ;
- réactifs spécifiques (réactifs pour électrophorèse, réactif de Liebermann, réactif de Wijs, solution étalon pour SAA...);
- milieux de culture et produits biologiques (présure, lait en poudre « medium heat », kit de protéines étalons préparé au laboratoire LABAB et constitué de l'albumine sérique bovine, de l' α -Lactalbumine, de la β -Lactoglobuline et de l'ovalbumine.

2.2. Méthodes

2.2.1. Enquête préliminaire

Aux fins de cerner l'ensemble des facteurs qui ont impact sur la qualité du lait collecté, une fiche d'enquête (questionnaire) a été réalisée (Annexe 3) après avoir synthétisé les informations et les avis du personnel en charge de ces élevages (ingénieurs agronomes, vétérinaires, éleveurs et cadres des services agricoles et vétérinaires). Cette fiche est structurée en deux volets :

- questionnaire relatif au système d'élevage ovin ;
- questionnaire relatif aux pratiques de la traite.

2.2.1.1. Questionnaire relatif au système d'élevage ovin

La fiche regroupe un ensemble de questions qui tentent d'explorer et de mieux comprendre le système d'élevage en milieu steppique et plus particulièrement dans la région de Djelfa, dont les caractéristiques géographiques et bioclimatiques sont résumées (Annexe 4). Ce volet comprend plusieurs points :

- renseignements généraux sur l'éleveur (âge et niveau d'instruction) et sur son troupeau (taille du troupeau, âge moyen du troupeau, effectif des brebis, races...);
- caractéristiques du bâtiment d'élevage (lieu, type de stabulation, hygiène du bâtiment...);
- nature de l'alimentation utilisée (nature du fourrage, type et mode de conservation des fourrages, période et durée de pâturage, aliment concentré, disponibilité en eau...).

2.2.1.2. Questionnaire relatif aux pratiques de la traite

Une fiche a été réalisée auprès de chaque éleveur au moment du prélèvement. Les questions ont porté sur les pratiques de la traite (périodicité, nombre de traite par jour, moment de la traite, quantité de lait par brebis estimée par les éleveurs, type de traite, hygiène des mamelles, lieu de la traite, élimination des premiers jets et nombre de brebis à la traite.

2.2.2. Provenance et répartition des échantillons

Deux types de lait ont été utilisés lors des analyses dans les différents laboratoires. Le premier est un lait de mélange de plusieurs brebis, toutes races confondues. Au total cinquante-sept (57) échantillons de lait ont été prélevés et distribués entre les étages bioclimatiques (figure 5) de la région comme suit : douze provenant du semi-aride, treize de l'aride inférieur et seize échantillons de chacun des étages aride moyen et aride supérieur.

Le deuxième type consiste en un lait individuel. Cent soixante-sept échantillons de lait ont été collectés à partir de deux races: *Ouled-Djellal* (75) et *Rumbi* (92).

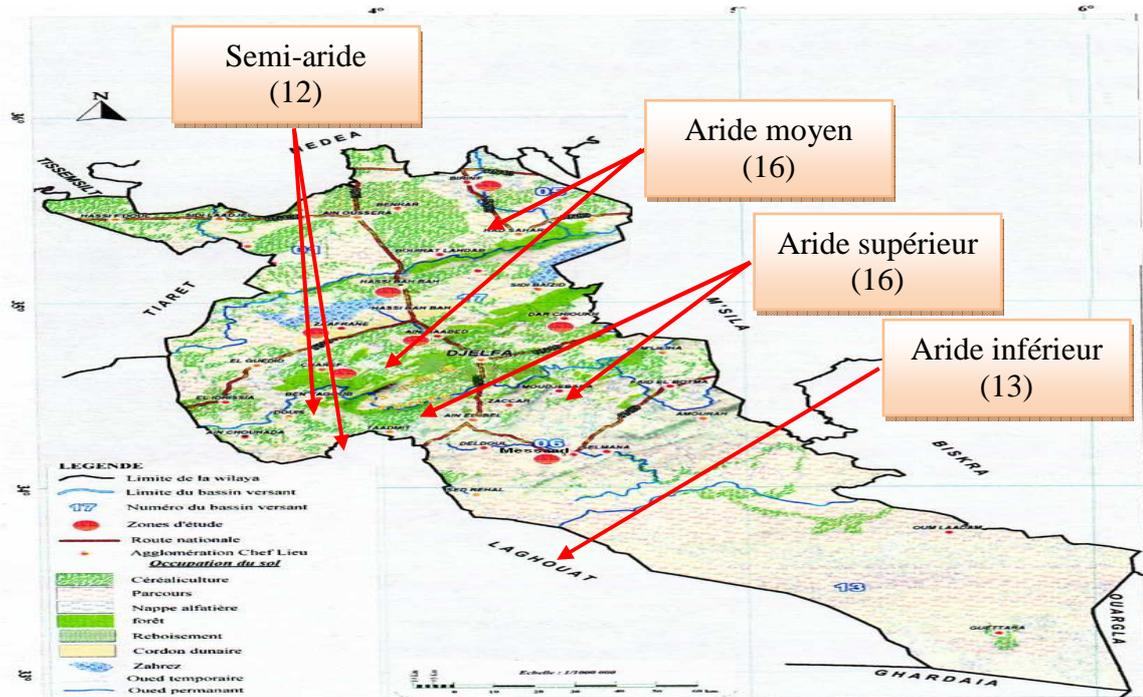


Figure 5: Carte de la région d'étude et zonage des prélèvements du lait de mélange, (57) : nombre d'échantillons prélevés.

2.2.2.1. Lait de mélange

Les prélèvements de lait ont été effectués pendant une période très courte (du 10/04 jusqu'au 01/05/2010) afin de travailler sur des laits d'animaux en pâturage et de réduire l'effet saison. Le lait provient de la traite du soir, après le retour du troupeau à la bergerie ou tôt le matin avant la sortie des animaux. C'est un lait de mélange. La traite est manuelle. Les échantillons de lait prélevés sont recueillis dans des flacons en verre opaque stériles et conservés à 4°C. Ils sont acheminés aussitôt ou le lendemain matin au laboratoire dans une glacière et conservés à 4°C.

2.2.2.2. Lait individuel

Les échantillons du lait cru individuel provenaient de brebis de deux races: *Ouled-Djellal* (OD) (75 échantillons) et *Rumbi* (R) (92) conduites dans un même troupeau. L'élevage est conduit en mode semi-intensif où l'alimentation est basée essentiellement sur les parcours steppiques. Les brebis sont traites le soir après le retour du troupeau à la bergerie. Pour chaque brebis, sont notés : le rang de lactation, le stade de lactation (début, moyen ou fin) et l'âge. Les prélèvements sont effectués pendant deux périodes de l'année : l'hiver et le printemps. Les échantillons sont transportés au laboratoire dans des glacières et conservés à 4°C. La durée entre la traite et les analyses ne dépasse pas 24 heures.

2.2.3. Analyses physico-chimiques globales

Comme indiqués sur les schémas récapitulatifs du protocole expérimental suivi (figure 6), les paramètres physico-chimiques analysés sont relatifs à la détermination des paramètres suivants :

- le pH du lait, effectué par pH- métrie ;
- l'acidité Dornic, réalisée par titrage acido-basique à l'aide de la soude Dornic (N/9) ;
- la densité, à l'aide d'un lacto-densimètre (ANONYME 8, 1998) ;
- le point de congélation, par cryoscopie ;
- le taux butyreux, le taux protéique et le lactose, sont évalués par spectrophotométrie infrarouge à l'aide d'un appareil type MilkoScan FT120 ;
- l'extrait sec total par étuvage à 103°C +/- 2°C pendant 3 heures ;
- l'extrait sec dégraissé est calculé par différence entre l'extrait sec total et le taux de matière grasse ;
- enfin, la détermination des cendres totales par incinération de la matière sèche à 525±25°C pendant 4heures.

2.2.4. Analyses chimiques et biochimiques spécifiques

2.2.4.1. Dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl

2.2.4.1.1. Principe

La méthode (ANONYME 8, 1998) consiste à transformer l'azote organique ($R-NH_2$) en azote minéral ($(NH_4)_2 SO_4$) sous l'action oxydative de l'acide sulfurique concentré et à chaud en présence de catalyseur ($CuSO_4, 5H_2O + K_2SO_4$). L'ammoniac est ensuite déplacé par distillation en présence d'hydroxyde de sodium à 32% (piégé dans une solution d'acide borique à 4%) et neutralisé enfin par une solution d'acide chlorhydrique 0.1N.

2.2.4.1.2. Dosage et détermination des différentes fractions azotées

Le dosage de l'azote total (NT) est effectué sur le lait entier, sans aucun traitement préalable. Pour l'azote non protéique (NNP), le dosage est effectué sur le filtrat après action de l'acide trichloracétique à 15% (final). L'azote non caséinique (NNC) est dosé sur le filtrat après acidification par l'acide acétique à 10% à pH 4.6 (SHAHANI et SOMMER, 1951).

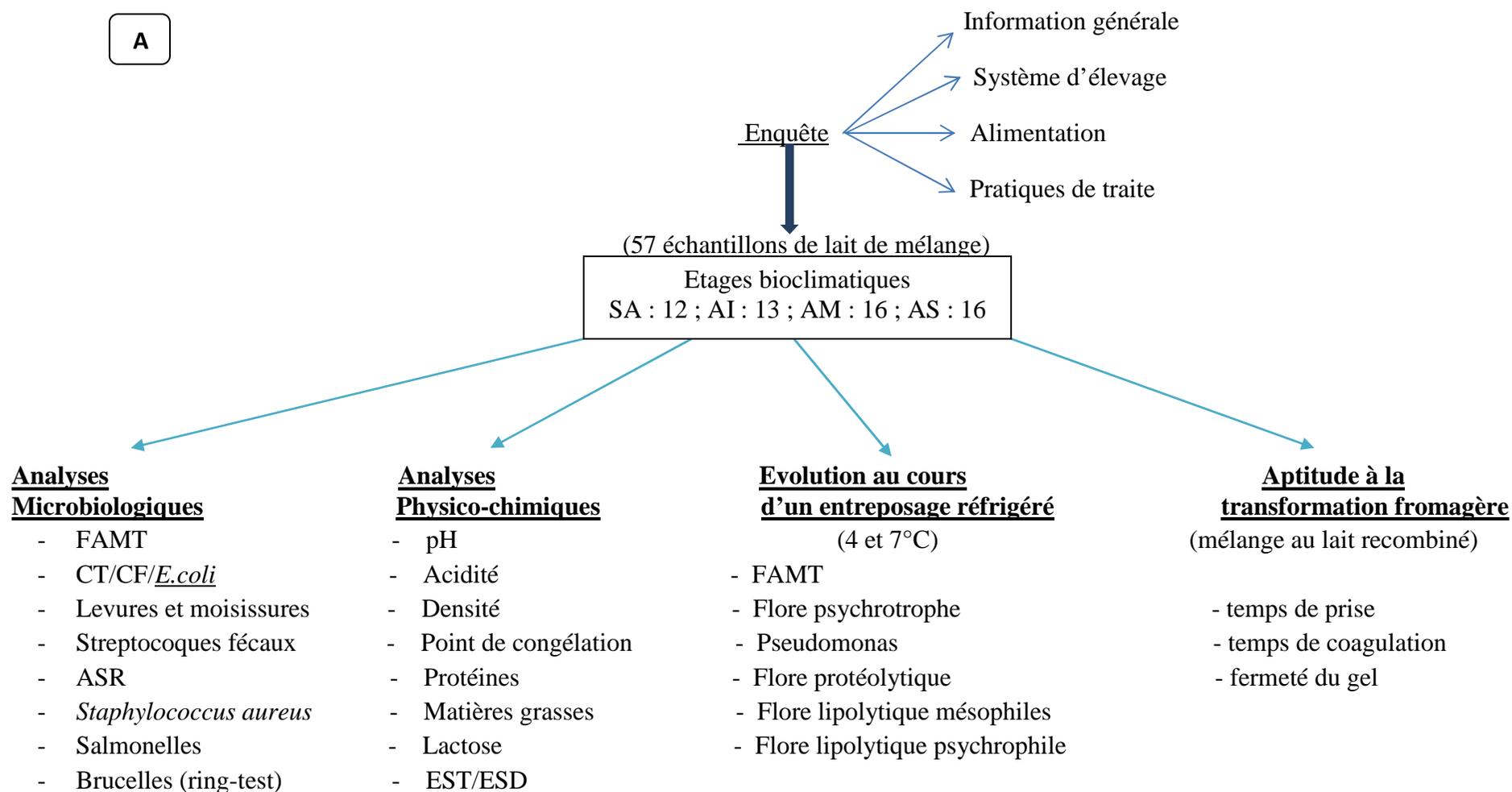
Les autres fractions azotées sont calculées comme suit :

Azote protéique (NP) = NT – NNP ;

Azote caséinique (NC) = NT – NNC ;

Azote des protéines solubles (NPS) = NNC – NNP.

A



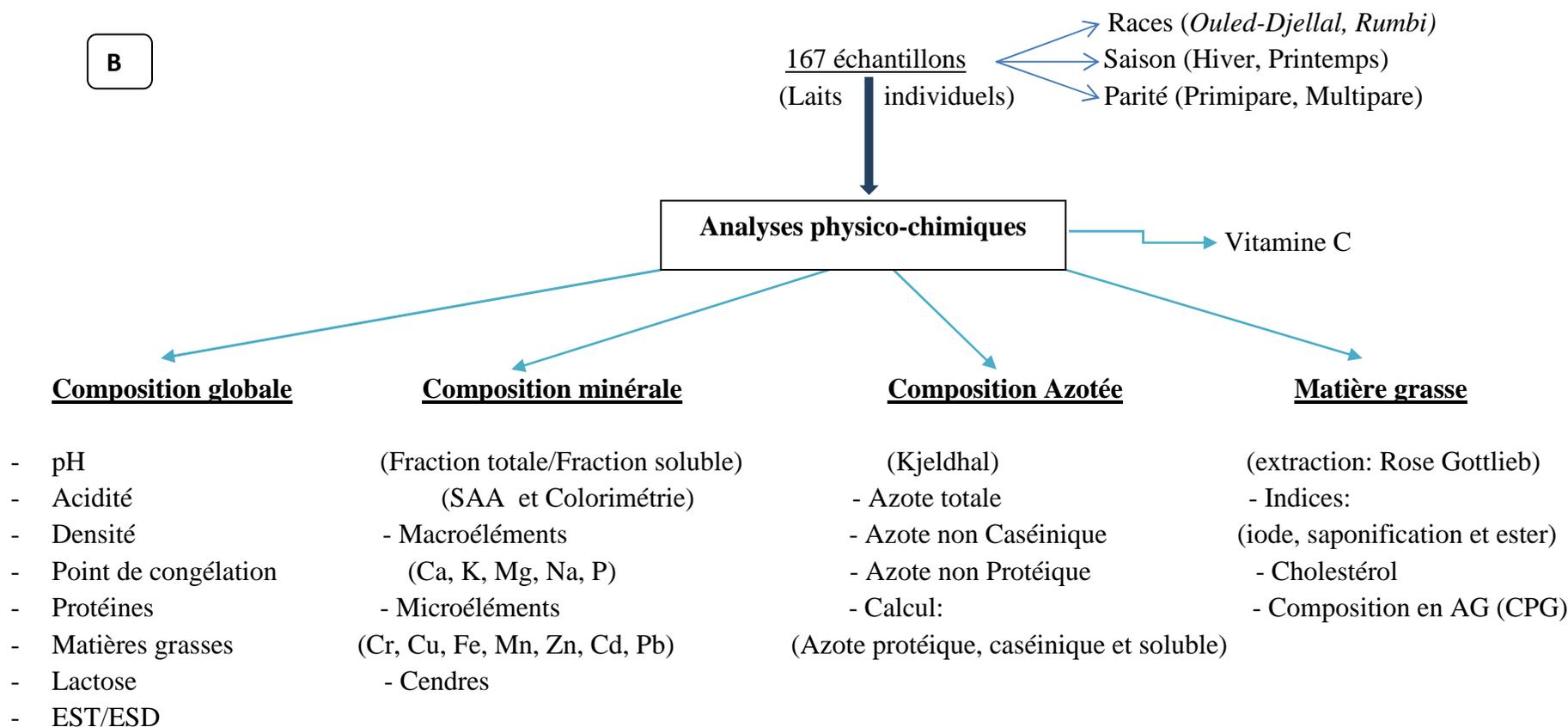


Figure 6 : protocole expérimental suivi pour l'évaluation de la qualité des laits de brebis collectés, A : laits de mélange ; B : Laits individuels.

2.2.4.1.3. Détermination de la teneur protéique

Les teneurs azotées des différentes fractions analysées sont converties en teneurs protéiques en utilisant un facteur de conversion égal à 6,38 comme préconisé par CERBULIS et FARELL (1975).

2.2.4.2. Isolement des grands groupes de protéines

2.2.4.2.1. Ecrémage du lait :

Le lait est chauffé et agité légèrement pendant 10 min au bain-Marie à 30-35°C afin de permettre la remontée de la matière grasse en surface, ensuite il est écrémé par centrifugation à 3500 x g pendant 20min à 4°C (figure 7). Il est ensuite filtré à travers de la laine de verre. L'opération est répétée 2 à 3 fois.

2.2.4.2.2. Isolement des caséines et des protéines sériques

A partir du lait écrémé, les caséines sont séparées des protéines sériques par précipitation à leur point isoélectrique (pH 4.6) en ajoutant goutte à goutte de l'acide chlorhydrique 4N, suivie d'une centrifugation à 4000 x g pendant 20 minutes à 25°C. Le culot contenant les caséines est récupéré dans un volume minimal d'eau distillée. Cette opération est répétée 3 fois, au même titre que le surnageant contenant les protéines sériques, pour éliminer toute trace de contamination après avoir ajusté le pH à 7 par addition de l'hydroxyde de sodium 1N et acidification et centrifugation dans les mêmes formes.

Les deux grands groupes de protéines obtenus (caséines et protéines du lactosérum) sont dialysés (membrane à seuil de coupure égal à 10 000 Dalton) pendant 48h à 4°C contre l'eau distillée, renouvelée deux fois par jour. Elles sont ensuite congelées en fine couche dans des coupelles puis lyophilisées et conservées sous cette forme jusqu'à leur utilisation.

2.2.4.3. Comportement électrophorétique

Les particules chargées soumises à un champ électrique se déplacent en fonction de leur charge, de leur taille et géométrie ainsi que des conditions du milieu. Cette disposition est mise à profit pour la séparation des entités protéiques contenues dans un mélange.

La séparation des protéines des laits collectés a été réalisée en procédant à différents types d'électrophorèse sur gels de polyacrylamide (PAGE) : en conditions natives, en présence d'agents dissociant et/ou dénaturant, selon la nature des protéines en présence et des objectifs recherchés.

Le gel de polyacrylamide est formé par copolymérisation d'acrylamide (monomère) ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$) et de N, N'-méthylène-bisacrylamide ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}_2$) (agent de réticulation) en présence de catalyseurs : le persulfate d'ammonium et le Tétraméthyléthylène-diamine (TEMED).

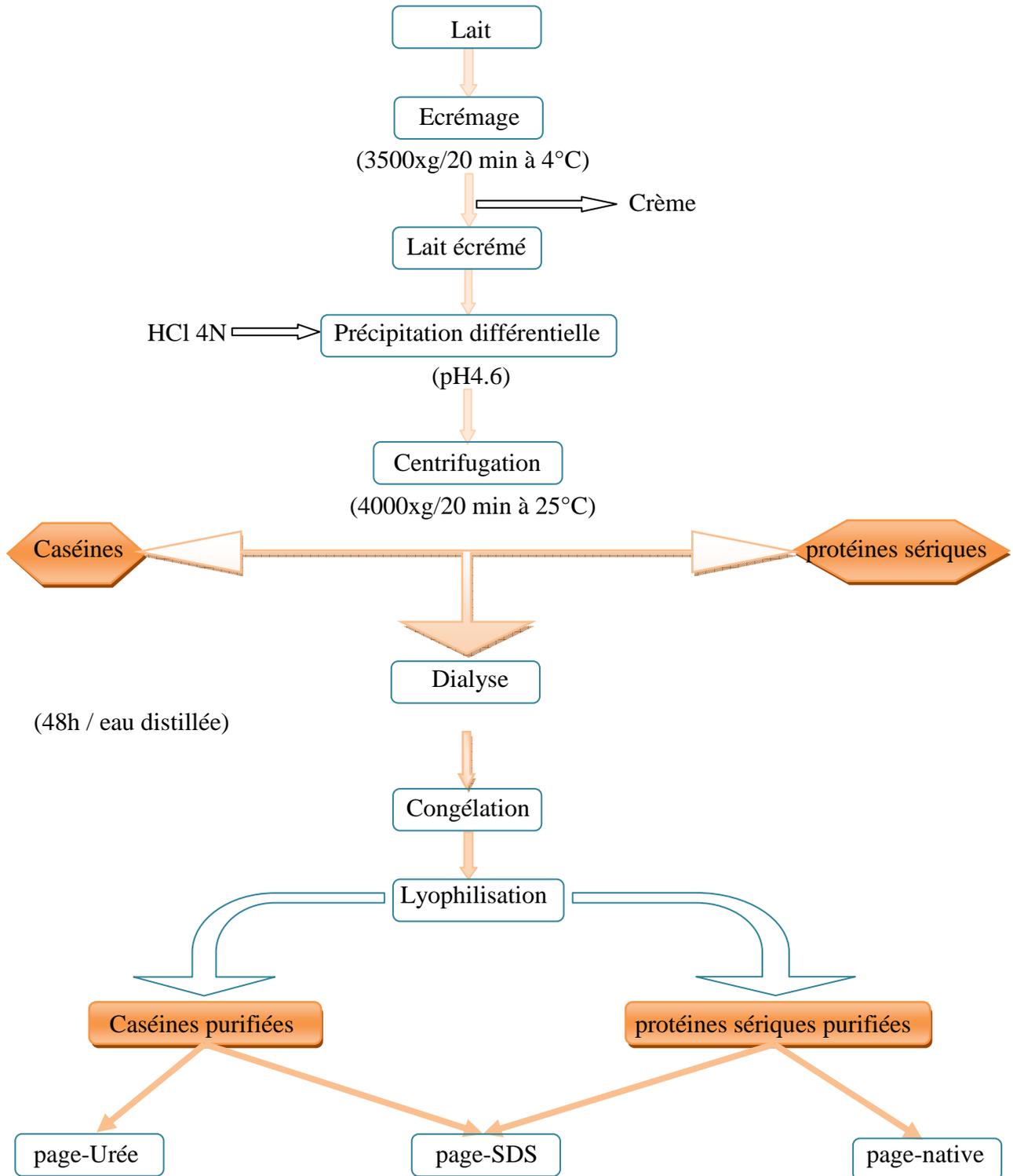


Figure 7 : Etapes d'isolement des caséines et des protéines sériques du lait ovin.

La porosité du gel, qui détermine le déplacement des molécules protéiques, est contrôlée par la concentration en acrylamide et son comonomère. La structure du gel est définie par les indices T (taille des pores) et C (concentration du gel) définis comme suit :

$$T (\%) = 1/v \times (a + b) \times 100 \quad ; \quad C (\%) = 1/(a+b) \times b \times 100$$

où a = acrylamide (g) ; b = N, N, N', N'-tetraméthylène-bis-acrylamide (g) ;

v = volume de tampon (ml).

En appliquant des protocoles mis au point sur le lait bovin, nous avons réalisé au préalable des essais d'optimisation en faisant migrer des protéines du lait de brebis et en procédant à la modification de certains paramètres électrophorétiques (porosité du gel, temps de migration, ampérage, voltage, conditions de coloration/ décoloration...).

Les électrophorèses ont été conduites sur un système de mini-cuves verticales 10x10 et 10x8cm (Hoefer SE 200) en voltage et ampérage constants. Après la migration, les protéines sont fixés (avec l'acide trichloracétique, 12%), colorées avec le bleu de Coomassie et décolorés en utilisant un mélange (eau/méthanol/acide acétique). Les étapes de réalisation des séparations sont récapitulées sur la figure 8.

2.2.4.3.1. Electrophorèse en conditions non dissociantes et non dénaturantes

L'électrophorèse sur gels de polyacrylamide en conditions non dissociantes et non dénaturantes (PAGE-native) est bien adaptée pour la séparation des protéines globulaires comme celles qui existent dans le sérum du lait. Pour cela, nous avons utilisé la méthode de HILLIER (1976) avec un gel ayant une porosité (T= 12% et C= 2.7%). Le tampon de gel est composé de TRIS/ HCl (pH 8,9). Le tampon d'électrode contient du TRIS, 5 mM, glycine, 77 mM (pH 8,3). Les échantillons protéiques (2mg/ml) sont solubilisés dans une solution contenant le tampon de gel et de l'eau distillée auxquels est ajouté du glycérol (50 %). Les conditions opératoires sont données en annexe 5.

2.2.4.3.2. Electrophorèse en présence de SDS et de 2-Mercaptoéthanol

2.2.4.3.2.1. Principe

Cette électrophorèse est pratiquée pour faire migrer les protéines du mélange uniquement selon leur taille et forme moléculaire. Pour cela, un détergent anionique (le Dodécyl sulfate de sodium ou SDS) est utilisé pour solubiliser les molécules et leur conférer une charge globale négative, qui annulera de fait l'effet de la charge et laisser seulement le paramètre de la taille comme seul caractère discriminant. De plus, un agent réducteur des ponts disulfure est utilisé et un traitement thermique des échantillons à 100°C pendant quelques minutes permet de désorganiser les structures tridimensionnelles, les déplier et dissocier les sous-unités sous forme d'entités monomériques (DAMERVAL *et al*, 1993).

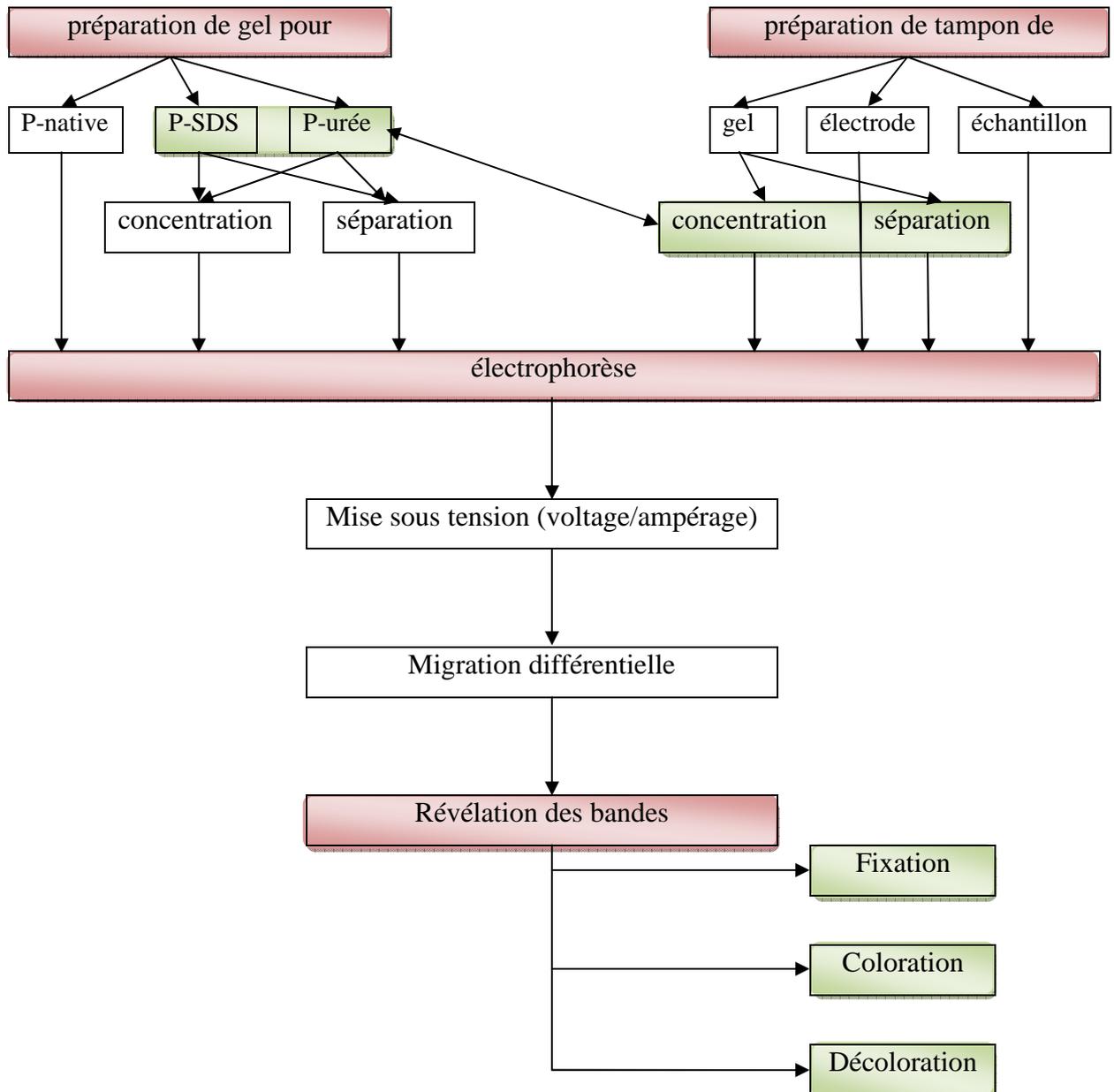


Figure 8 : Etapes suivies pour la réalisation des électrophorèses.

2.2.4.3.2.2. Conditions opératoires

Nous avons utilisé la méthode décrite par LAEMMLI et FAVRE (1973) en système discontinu avec un gel de concentration (T= 4% ; C= 2.7%) en tampon Tris-HCl, pH6.8 et un gel de séparation (T= 17% ; C= 2.7%) en tampon Tris-HCl, pH8.8 (Annexe 5).

Des protéines de poids moléculaires connus, préparés au laboratoire, ont servi pour tracer la courbe d'étalonnage : $\text{Log PM} = f(\text{distance parcourue})$ (Annexe 6). Le mélange de protéines utilisées pour calibrer le gel est constitué de l'Albumine sérique bovine (66.000 Da), l'Ovalbumine (45.000 Da), la β -Lactoglobuline (18.000 Da) et l' α -Lactalbumine (14.000 Da).

2.2.4.3.3. Electrophorèse en présence d'urée et de 2-Mercaptoéthanol

En condition native, les caséines, du fait de leur structure micellaire, sont difficiles à séparer. Dans ce cas, on a recours à l'utilisation agent dissociant comme l'urée et d'un agent de réduction des ponts S-S (le β -mercapto-éthanol).

Nous avons utilisé la méthode préconisée par SHALABI et FOX (1987) avec un gel de concentration (T= 4.8% ; C= 2.7%) contenant de l'urée à 5.7 mol/l et un gel de séparation (T= 13% ; C= 4.15%) contenant la même concentration en urée. Les tampons de gels sont identiques à ceux de la PAGE-SDS et le tampon d'électrodes à celui de la PAGE-native (Annexe 5).

2.2.4.4. Analyse de la fraction minérale

2.2.4.4.1. Préparation des échantillons

Les éléments minéraux sont dosés sur l'échantillon entier (fraction totale) et sur le filtrat après une coagulation présure (mélange enzymatique constitué de chymosine, 80% et pepsine, 20%) et centrifugation à 4000 x g pendant 10 mn (fraction soluble) (De LA FUENTE *et al*, 1996). Les échantillons sont préparés conformément au protocole décrit par MILES *et al* (2001).

2.2.4.4.2. Détermination des éléments minéraux

En se référant à (ANONYME8, 1998), les dosages sont réalisés selon l'élément considéré soit :

- par spectrométrie d'absorption atomique (SAA), équipé d'une lampe à cathode creuse spécifique pour chaque élément. Ceci a été le cas pour les macroéléments (Ca, Mg, Na, K), les microéléments (Cu, Fe, Mn, Cr) et les métaux lourds (Pb, Cd) ;
- ou par colorimétrie pour le P et le Zn.

Pour les éléments majeurs, des dilutions ont été effectuées sur les prises d'essai par contre, il n'y a pas eu de dilution avec les oligoéléments. Les résultats sont exprimés en ppm. La lecture est effectuée aux longueurs d'onde suivante : Ca (623nm), Mg (285.2nm), Na (589nm), K (768nm), Cu (324.75nm), Fe (248.3nm), Mn (279.5nm), Cr (357.9nm), Pb (283.3nm), Cd (228.8nm).

Pour le dosage du calcium et du magnésium, une solution de chlorure de lanthane est ajoutée au milieu réactionnel pour éviter toute interférence.

Pour chaque élément, nous avons tracé la courbe d'étalonnage correspondante en ayant recours aux solutions standards ISO (Atomic spectroscopy standard) de concentrations initiales 1000ppm. Des dilutions sont ainsi préparées aux concentrations respectives de 0.5, 1 et 2ppm.

2.2.4.5. Analyse de la fraction lipidique

La détermination de la matière grasse correspond à un dosage par pesée après extraction éthéro-ammoniacale conformément à la méthode ROSE-GOTTLIEB (ANONYME8, 1998). L'extraction de la matière grasse est réalisée par addition successive d'ammoniaque (pour dissoudre la caséine et rompre l'émulsion de MG), d'alcool éthylique à 95% (pour désagréger les cénapses lipido-protidiques), d'éther éthylique (pour dissoudre les matières grasses) et d'éther de pétrole (pour provoquer un relargage de l'eau). L'extraction est répétée deux fois de suite.

2.2.4.5.1. Déterminations des indices

La détermination des indices permet de caractériser la matière grasse extraite en évaluant la longueur des chaînes d'acides gras, la présence probable des doubles liaisons (degré d'insaturation). Les indices de saponification (I_s) et d'iode (I_i) sont déterminés par titrage (GAVRILOVIE *et al*, 1996).

2.2.4.5.2. Profil en acides gras

2.2.4.5.2.1. Préparation des esters méthyliques d'acides gras

La formation des esters méthyliques d'acides gras (EMAG) constitue une phase préalable indispensable à la chromatographie (MORDRET, 1992). Le principe consiste en une méthanolyse en milieu alcalin (saponification des AG) suivie d'une méthanolyse en milieu acide (transformant les savons en AG) puis en esters. Les esters méthyliques ainsi formés sont extraits par un solvant apolaire puis injectés dans le chromatographe.

2.2.4.5.2.2. Conditions chromatographiques

Le chromatographe (Chromatographie en Phase Gazeuse, CPG) utilisé est un « thermo Finnigan GC trace », équipé d'une colonne capillaire de type FFPA (Free Fatty Acid Phase) de 30 mètre de longueur et 0.25mm de diamètre interne. L'azote est utilisé comme gaz vecteur avec un débit de 5.4ml/min et à pression constante de 150 Kpa. La détection est assurée par un détecteur à ionisation de flamme (FID). Pour l'intégration des pics, le logiciel Chromcard a été utilisé.

Les conditions chromatographiques fixées sont les suivantes :

- température de l'injecteur: 210°C ;
- température du détecteur : 230°C ;
- température de la colonne (45°C/ 3 min, 20°C/min jusqu'à 190°C puis maintenue à cette température pendant 30 minutes).

2.2.4.5.2.3. Dosage du cholestérol

Le cholestérol est dosé par spectrophotométrie visible à une longueur d'onde de 550 nm conformément aux protocoles décrits par NAUDET et HAUTFENNE (1986) et BARRETO (2005). Le principe repose sur une réaction colorée spécifique des 3 β -hydroxystéroïdes possédant une double liaison en 5-6. Le réactif spectral de Liebermann laisse se développer une coloration verte stable au bout de 25 min à l'obscurité lorsqu'il est en contact avec une solution chloroformique de l'échantillon. En parallèle, une courbe d'étalonnage du cholestérol est établie pour permettre de déterminer la concentration de ce dernier dans le lait (Annexe 7).

2.2.4.6. Dosage de la vitamine C

Le dosage de la vitamine C s'inspire du protocole décrit par WILLBERG, cité par VLADESCO et PRAHOVEANU (1939). Le principe repose sur la réduction par l'acide ascorbique d'un colorant : le 2-6-dichlorophenolindophenol (2-6-DPIP). La solution de DCPIP est étalonnée avec une solution de vitamine C de concentration connue.

2.2.5. Analyses microbiologiques.

La flore microbienne recherchée et dénombrée a porté sur : (i) la qualité microbiologique globale liée aux pratiques de la traite ; (ii) l'état et l'évolution de la qualité microbienne au cours d'un stockage à basse température du lait cru.

Les méthodes d'analyses employées sont celles décrites par BEERNS et LUQUET (1987), LARPENT (1997), GUIRAUD (1998) et BONNEFOY *et al* (2002).

A partir de la solution mère, des dilutions sériées (jusqu'à 10^{-4}) ont été réalisées par une solution de tryptone sel (TSE). L'évaluation des groupes de flore a été réalisée par recherche/dénombrement sur milieux de culture appropriés.

Les échantillons recueillis, dans le cadre de la qualité microbiologique globale, ont été soumis aux analyses répertoriées sur le tableau V.

Les échantillons du lait entreposés à basse température (4 et 7°C) pendant 120 heures, ont été soumis au dénombrement des groupes microbiens cités dans le tableau VI.

2.2.6. Amélioration des aptitudes à la coagulation

Un mélange (lait ovin/lait recombinaé) est préparé en additionnant 40, 55, 70 et 85% (v/v) du lait recombinaé avec du lait ovin. Chaque mélange est soumis à l'action de la présure. Les paramètres de coagulation ont été suivis sur un appareil type Gélograph (OBI) (LENOIR *et al*, 1997 ; RAMET et SCHER, 1997). Cet appareil permet de mesurer le temps de prise, le temps de coagulation et la fermeté du gel. Le lait ou mélange de lait (50ml), préalablement chauffé à 35°C, est emprésuré avec 0,5ml de présure.

Tableau V: Milieux de culture et conditions d'incubation des différentes flores recherchées dans le lait de brebis collecté.

Flore dénombrée	Milieux de culture	Température et durée d'incubation	Observation
FAMT	Gélose PCA	30°C pdt 72h	Colonies lenticulaires
Flore coliforme	Gélose VRBL	30°C pdt 24h (CT) 44°C pdt 24h (CF)	<i>Escherichia coli</i> est mise en évidence par le test IMVIC
streptocoques fécaux (SF)	milieu de Rothe milieu de Litsky	37°C pdt 24 à 48h 37°C pdt 24h	Test de présomption Test de confirmation
clostridium sulfitoréducteur	gélose viande-foie + alun de fer+ sulfite de sodium	37°C pdt 24 à 48h	Le lait est chauffé 10minutes à 80°C puis refroidi
flore fongique (levures et moisissures)	milieu glucosé à l'oxytetracycline (OGA)	20-25°C pdt 3 à 5 j	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Baird-Parker + plasma de lapin	37°C pdt 24 à 48h	
salmonelles,	bouillon (SFB) milieu Hecktoen	37°C pdt 24h 37°C pdt 24h	Pour l'enrichissement Pour l'isolement
<i>Brucella</i>	méthode immunologique	/	test de l'anneau « ring-test »
populations microbiennes	réduction du bleu de méthylène (RBM)	Temps de décoloration	Lait pré-incubé à 12-18°C pdt 16-18h

Tableau VI: Milieux de culture et conditions d'incubation de la flore du lait de brebis collecté et soumis à une incubation à 4 et 7°C pendant 120h.

Flore dénombrée	Milieux de culture	Température et durée d'incubation	Lecture
FAMT	Gélose PCA	30°C pdt 72h	Colonies lenticulaires
Flore psychrotrophe	Gélose GN	6.5±0.5°C pdt 10j	Colonies blanches
Pseudomonas	Gélose au cétrimide	37°C pdt 48h	Colonies pigmentées bleues ou bleues vertes
Flore protéolytique	Gélose au lait écrémé	30°C pdt 72h	Colonies entourées d'un halo clair
Flore lipolytique mésophile	Gélose au tween 80	30°C pdt 72h	Colonies bleues bien espacées
Flore lipolytique psychrophile	Gélose au tween 80	7°C pdt 7 à 10 j	Colonies bleues bien espacées

Selon LENOIR *et al* (1997), l'aptitude du lait à la coagulation est définie par le temps de floculation (ou temps de prise : temps séparant l'addition de l'enzyme et l'apparition de premiers flocons), la vitesse de raffermissement du gel et sa fermeté maximale.

L'aptitude à la coagulation est déterminée comme suit : pH d'emprésurage (pH initial du lait), température d'emprésurage (35°C), dose de présure (0.5ml) pour un volume de lait égal à 50ml. En parallèle, chaque type de lait est soumis aux analyses physico-chimiques suivantes : pH (pH-métrie), acidité (titrage), densité (thermo-lactodensimètre), teneur en matière grasse (méthode acidobutyrométrique dite de Gerber), teneur en extrait sec total (par dessiccation) et dégraissé (par soustraction de la MG de l'EST).

2.2.7. Analyses statistiques

L'analyse statistique est effectuée en trois phases (VILAIN, 1999) :

- une phase exploratoire descriptive (analyses descriptives uni variées) ;
- une phase confirmative (méthode inferentielle) ;
- une phase structurale descriptive par des analyses des structures multivariées (typologie).

Toutes les analyses sont réalisées à l'aide du logiciel Statistica, version 6.0 édition 2003.

2.2.7.1. Analyses descriptives uni variées

Cette phase consiste en la description des paramètres analysés les uns séparément des autres (moyenne, écart-type, minimum/maximum par paramètre et la répartition des valeurs) et à réaliser des tests de corrélation (corrélation de Pearson) pour analyser les liens entre les variables (paramètres).

2.2.7.2. Analyse inferentielle

Pour tester l'effet d'un facteur de variation, nous avons procédé à l'analyse de la variance (ANOVA) "test de Fisher-snedecor" à un facteur et la comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls. Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5 %.

2.2.7.3. Analyses exploratoires multivariées

Afin de voir comment se structurent les variables (celles qui sont associées et celles qui ne le sont pas, celles qui sont dans le même sens de celles qui s'opposent) et pour voir la répartition des individus en matière de ressemblance ou de dissemblance, nous avons procédé à une analyse en composante principale (ACP) (PHILIPPEAU, 1986 et SAPORTA, 1990).

Cette analyse est suivie d'une classification automatique (classification ascendante hiérarchique "CAH") pour déterminer les profils de lait, ce qui a permis la réalisation d'une typologie en tenant compte de l'ensemble de la composition et des caractéristiques physico-chimique du lait.

III: RESULTATS

ET

DISCUSSIONS

III: Résultats et discussions

3.1. Enquête préliminaire

L'enquête préliminaire opérée auprès des éleveurs a porté sur plusieurs indications susceptibles de cerner le thème abordé, notamment celles se rapportant aux profils des éleveurs, à la taille et à la composition des troupeaux, à la conduite de l'élevage, à l'alimentation et à l'habitat ainsi qu'aux pratiques de la traite.

3.1.1. Profil des éleveurs

L'âge moyen de plus de 40% des éleveurs est compris entre 51 et 65ans. 21% des éleveurs sont âgés (plus de 65ans) contre 17.54% dont l'âge est inférieur à 35ans. Le reste des éleveurs est considéré comme adulte pour un âge compris entre 35 et 50ans. Plus de 70% des éleveurs sont analphabètes, le peu qui reste ont un niveau qui oscille entre le primaire et le moyen.

3.1.2. Taille et composition des troupeaux

La taille des troupeaux est l'un des critères de classement des éleveurs (KANOUN-MEGUELLATI et YAKHLEF, 2008). Les éleveurs enquêtés peuvent être regroupés en trois classes (petit, moyen et gros éleveurs) selon l'importance de l'effectif ovin détenu (figure 9) :

- les petits éleveurs possédant moins de 100 têtes ne dépassent pas les 23% de l'effectif total enquêté,
- les éleveurs moyens, dont la taille des troupeaux varie de 100 à 300 têtes, représentent 68%,
- et les gros éleveurs possédant plus de 300 têtes (jusqu'à 1000 têtes voir plus) ne représente que 9% de la population enquêtée.

Ces classes d'éleveurs ont été aussi constatées par KANOUN-MEGUELLATI et YAKHLEF (2008) dans la région de Djelfa et ont été à la base de l'enquête menée par ces derniers. Entre autre PIQUET (2008) considère que, la sauvegarde des races d'animaux domestiques est le fait de petits éleveurs aux moyens limités qui sont très attachés à leurs animaux.

Plus de deux tiers (59.69%) des éleveurs possèdent un troupeau jeune (dont l'âge varie entre 3 et 4 ans) alors que le un tiers (33.33%) en possède un troupeau âgé (entre 5 et 6 ans). Pour la majorité des éleveurs (84%), l'effectif des brebis dépasse 70% dont l'âge moyen coïncide avec celui du troupeau.

Le troupeau ovin est constitué d'une population hétérogène qui résulte d'un brassage entre les ovins des berceaux de races limitrophe ; La race *Ouled-Djellal* dite blanche domine en matière d'effectif, à laquelle s'ajoutent les races *Rumbi* et *Taâdmit*.

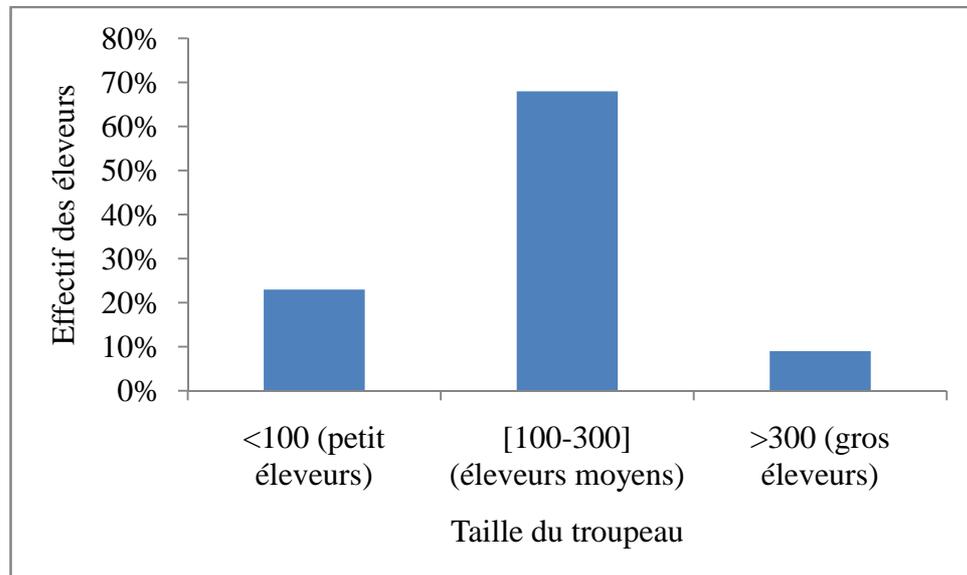


Figure 9: Représentation des conclusions de l'enquête montrant l'importance de la taille du troupeau et classes des éleveurs.

3.1.3. Conduite de l'élevage

Les résultats de l'enquête montrent que l'utilisation des parcours est variée. Cette variété, due essentiellement à l'effectif du troupeau, est marquée par des conduites des troupeaux en trois modes (sédentarisme, semi-sédentarisme et transhumance) (figure 10) :

- la transhumance n'est pratiquée que par 7.02% des éleveurs enquêtés et qui sont de gros éleveurs,
- le sédentarisme est dominant et est pratiqué par 70.17% des éleveurs qui représentent la totalité des petits éleveurs et une partie importante des éleveurs moyens,
- Le semi-sédentarisme est une pratique courante chez les éleveurs moyens (22.81%).

Selon BOURBOUZE et DONADIEU (1987), seuls les petits troupeaux qui profitent des résidus de récolte et du soutien d'une main-d'œuvre familiale attentive, peuvent être sédentaire ; les autres troupeaux doivent se déplacer. Ses déplacements ont été mis en évidence par MEDOUNI *et al* (2004), dans la région d'Ain-Oussera au nord et par KANOUN-MEGUELLATI et YAKHLEF (2008) dans les communes d'El-Guedid et d'Ain El Ibel situées respectivement à l'Ouest et au Sud de la wilaya de Djelfa.

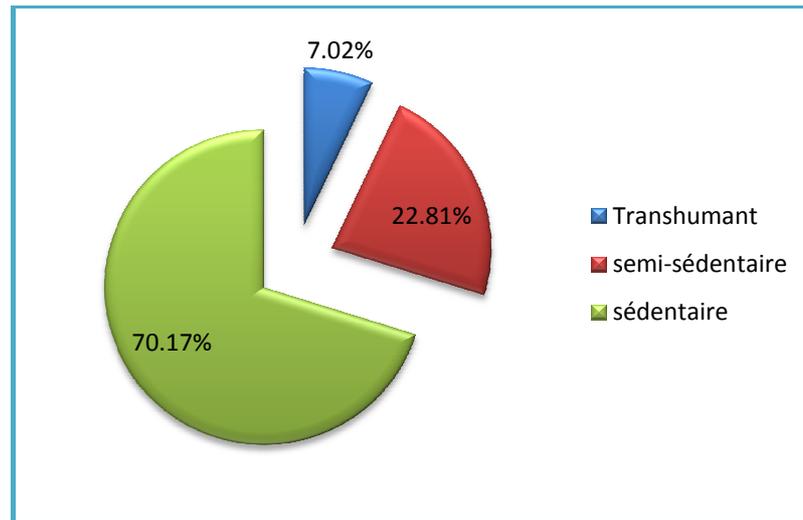


Figure 10 : Représentation du mode de conduite du troupeau selon l'enquête.

3.1.4. Alimentation et habitat

Tous les éleveurs pratiquent le pâturage, le long du jour, durant toute l'année, à l'exception des périodes où il fait très froid. Pendant la période estivale les troupeaux sortent deux fois par jour, tôt le matin puis tardivement l'après-midi. La complémentation, à base de concentré (orge grain et son de blé ou encore concentré minéral vitaminé CMV) généralement acheté sur le marché informel ou auprès des offices de l'état tel que : ONAB, CCLS et ERIAD, est pratiquée lorsque les parcours ne couvrent pas les besoins du cheptel, plus particulièrement en période sèche. Cette dernière est de pratique courante chez les gros éleveurs de la région semi-aride de Chelef, surtout pendant la période de faible disponibilité alimentaire (YAKHLEF et TAHERTI,1999).

La disponibilité de l'eau d'abreuvement est conditionnée par la saison. L'eau est distribuée à volonté pour plus de 61% des cas.

3.1.5. Description des pratiques de traite

Le tableau VII décrit les pratiques de traite telle qu'elles sont opérées par les éleveurs. Sur les 51 éleveurs enquêtés, 62.7% d'entre eux pratiquent la traite quotidiennement, le reste ne la pratique qu'occasionnellement ou parfois périodiquement. Elle a lieu généralement une fois par jour rarement deux fois et essentiellement le soir après le retour du troupeau à la bergerie.

La traite est généralement complète et est pratiquée soit par la femme du propriétaire, soit par le berger; le propriétaire ne traite les brebis que très rarement.

Les mamelles sont rarement lavées, si non, c'est seulement avec de l'eau sans ressuage. La traite a lieu soit à l'air libre, soit à l'étable et les premiers jets ne sont éliminés que pour 25.5% et dans ce cas, ils sont envoyés sur le sol.

Le nombre de brebis à la traite est généralement inférieur à 50. La majorité des éleveurs estime que la quantité du lait produite par jour dépasse 0.5litre.

Tableau VII : Fiche descriptive des pratiques de la traite.

Pratiques de traite	Effectif (51)	
	Nombre	%
Traite :		
quotidienne	32	62.7
périodique	9	17.6
occasionnelle	10	19.6
nombre de traite /jour :		
une fois	34	66.7
deux fois	17	33.3
moment de la traite :		
le matin	11	21.6
matin et soir	17	33.3
le soir	23	45.1
quantité du lait / brebis /j :		
moins de 0.25l	8	15.7
0.25l – 0.50l	20	39.2
Plus de 0.50l	23	45.1
Type de traite :		
complète	37	72.6
incomplète	14	27.4
Trayeur		
berger	18	35.3
propriétaire	5	9.80
femme	28	54.9
Lavage des mamelles		
oui	16	31.4
non	35	68.6
Lieu de traite :		
étable	26	51
air libre	25	49
Elimination des premiers jets:		
oui	13	25.5
non	38	74.5
Nombre de brebis à la traite :		
0 - 20	23	45.1
20 - 50	24	47.1
50 – 100	4	7.80

3.2. Evaluation physico-chimique des constituants du lait

3.2.1. Lait individuel

3.2.1.1. Composition Moyenne

L'analyse de la composition chimique des échantillons du lait individuel prélevés montre une composition moyenne suivante (exprimée en %): protéine (5.10 ± 1.21), matière grasse (6.02 ± 3.48), lactose (4.76 ± 0.72), extrait sec total (16.91 ± 3.55) et extrait sec dégraissé (10.90 ± 1.44) (tableau VIII). Ces valeurs se retrouvent au-dessous de celles rapportées par plusieurs auteurs (BALTADJIEVA *et al*, 1982; PAVIC *et al*, 2002 ; SAHAN *et al*, 2005 et ROUISSI *et al*, 2006) sauf pour le lactose qui semble être plus élevé. Les caractéristiques physico-chimiques, exprimées par le point de congélation, la densité et le pH présentent des moyennes respectives suivantes -0.58°C , 1036.78 et 6.76. Ces données se rapprochent généralement de ceux évoqués par d'autres chercheurs (PAVIC *et al*, 2002; PARK *et al*, 2007; KUCHTIK *et al*, 2008 ; HILALI *et al*, 2011).

3.2.1.2. Facteurs de variation (objet d'un article : Annexe 9.1)

Plusieurs facteurs sont à l'origine de la variation de la composition du lait cru ovin analysé (tableau VIII). Parmi ceux-ci, on cite : la race, le stade de lactation, âge et parité des brebis et la saison.

3.2.1.2.1. Effet de la race

Les résultats du tableau VIII confirment l'hypothèse émise par plusieurs auteurs concernant l'effet de la race sur la composition du lait de brebis. La race *R* produit un lait plus riche en protéines, en lactose, en extrait sec dégraissé que celui produit par la race *OD* ($p < 0.001$). Le lait de cette dernière contient plus de matière grasse ($p < 0.001$).

Selon HAENLEIN (2002), il existe une relation négative entre le rendement laitier et la composition chimique du lait, en particulier la teneur en TB. Ainsi, les brebis sélectionnées pour la production laitière présentent des taux faibles en matières grasses en protéines et en extrait sec total, ce qui est le cas par exemple des races *East Friesian*, *Lacaune* et *Awassi* (BERGER *et al*, 2004).

L'influence de la race est disparate et parfois même contradictoire pour quelque variable. Par exemple :

- ABD ALLAH *et al* (2011) ont trouvé un effet significatif de la race sur le TB et l'ESD en comparant les races *Rahmani* et *Chios* Égyptiennes ;
- MIERLITA *et al* (2011) n'ont pas trouvés d'effet sur les taux protéique, butyreux et solides totaux en confrontant les races *Spanca* et *Turcana* Roumaines ;

- TSIPLAKOU *et al*(2006) n'ont trouvé d'effet significatif que sur la matière grasse et les solides totaux en comparant les quatre races *Awassi*, *Lacaune*, *Friesland* et *Chios* Grecques soumises au même régime alimentaire.

Concernant les caractéristique physiques, le lait de la race *R* est plus dense et présente un faible point de congélation que celui de la race *OD* ($p < 0.001$). L'EST et le pH semble être indifférent ($p > 0.05$). Nos résultats s'accordent avec ceux de ROUISSI *et al* (2006) pour la densité; ABD ALLAH *et al* (2011) pour le pH. A l'inverse, MARTINI et CAROLI (2003) rapportent que la race influe significativement le pH.

3.2.1.2.2. Effet du stade de lactation

Les résultats de notre étude montrent que le stade de lactation n'influe significativement que le taux butyreux ($p \leq 0.05$) et le point de congélation ($p \leq 0.01$). Au début de la lactation, la teneur en matière grasse est plus faible comparativement au stade moyen et en fin de lactation. Ce résultat coïncide avec celui trouvé par certains auteurs (GONZALO *et al*, 1994 ; PAVIC *et al*, 2002). Le point de congélation augmente au stade moyen de lactation puis diminue en fin de lactation. PAVIC *et al* (2002) ont aussi constaté une diminution du point de congélation vers la fin de lactation.

Les autres paramètres sont relativement stable et indépendant du stade de lactation ($p > 0.05$). Cette constatation se retrouve soit en accord soit en désaccord, en fonction du paramètre considéré, avec l'ensemble des travaux de recherche menés ultérieurement. Ainsi, SAHAN *et al* (2005) rapportent un effet significatif du stade de lactation sur l'extrait sec, pH et densité du lait, alors que BIANCHI *et al* (2004) mentionnent l'effet du stade de lactation sur la teneur du lait en lactose et en protéine. Entre autre, le stade de lactation affecte tous les paramètres du lait analysés par GONZALO *et al* (1994) ; PAVIC *et al* (2002) ; KUCHTIK *et al* (2008).

Tableau VIII : Résultats de l'effet des facteurs de variations sur la composition du lait.

Facteur de variation	moyenne \pm écart-type								
	Effectif	Protéine (%)	MG (%)	Lactose (%)	EST (%)	ESD (%)	PDC(°C)	Densité	pH
Moyenne	167	5.10 \pm 1.21	6.02 \pm 3.48	4.76 \pm 0.72	16.91 \pm 3.55	10.90 \pm 1.44	-0.58 \pm 0.07	1036.78 \pm 8.16	6.76 \pm 0.20
Race		***	***	***	ns	***	***	***	ns
<i>Rumbi</i>	92	5.41 \pm 1.26	5.35 \pm 3.67	4.93 \pm 0.71	16.78 \pm 3.75	11.43 \pm 1.52	-0.60 \pm 0.06	1039.26 \pm 9.43	6.77 \pm 0.21
<i>Ouled-Djellal</i>	75	4.71 \pm 1.04	6.83 \pm 3.07	4.54 \pm 0.67	17.07 \pm 3.32	10.24 \pm 1.31	-0.55 \pm 0.07	1033.73 \pm 4.82	6.74 \pm 0.19
Rang de lactation		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Primipare	14	5.07 \pm 1.19	5.91 \pm 3.88	4.52 \pm 0.69	16.47 \pm 3.60	10.56 \pm 1.25	-0.57 \pm 0.07	1035.27 \pm 5.56	6.67 \pm 0.16
Multipare	153	5.10 \pm 1.22	6.03 \pm 3.46	4.78 \pm 0.72	16.95 \pm 3.56	10.93 \pm 1.57	-0.59 \pm 0.07	1036.92 \pm 8.37	6.77 \pm 0.20
Stade de lactation		ns	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
Début	97	5.19 \pm 1.30 ^a	5.42 \pm 3.49 ^a	4.82 \pm 0.74	16.48 \pm 3.76	11.06 \pm 1.66	-0.60 \pm 0.06 ^a	1037.95 \pm 9.58	6.77 \pm 0.02
Moyen	49	5.11 \pm 1.10 ^{ab}	6.59 \pm 3.05 ^b	4.63 \pm 0.77	17.39 \pm 3.18	10.80 \pm 1.36	-0.55 \pm 0.07 ^b	1035.65 \pm 5.13	6.75 \pm 0.20
Fin	21	4.60 \pm 0.98 ^b	7.42 \pm 3.90 ^b	4.73 \pm 0.46	17.78 \pm 3.22	10.36 \pm 1.27	-0.65 \pm 0.02 ^a	1033.99 \pm 5.69	6.76 \pm 0.17
Age (ans)		*	**	ns	**	**	ns	*	***
≤ 2	35	4.74 \pm 1.05 ^a	6.08 \pm 2.87 ^a	4.53 \pm 0.52 ^a	16.31 \pm 2.81 ^a	10.23 \pm 1.03 ^a	-0.55 \pm 0.06 ^a	1034.10 \pm 4.11 ^a	6.68 \pm 0.13 ^a
≤ 3 et > 2	44	5.21 \pm 1.08 ^{ab}	4.16 \pm 2.65 ^b	5.04 \pm 0.83 ^b	15.49 \pm 2.87 ^{ac}	11.34 \pm 1.43 ^{bc}	-0.59 \pm 0.05 ^{bc}	1038.87 \pm 5.33 ^{bc}	6.82 \pm 0.19 ^{bc}
≤ 4 et > 3	42	4.99 \pm 1.23 ^a	7.01 \pm 3.94 ^a	4.66 \pm 0.67 ^a	17.70 \pm 3.93 ^{bad}	10.69 \pm 1.54 ^a	-0.57 \pm 0.09 ^{abc}	1035.14 \pm 5.95 ^a	6.74 \pm 0.19 ^{ad}
≤ 5 et > 4	15	4.65 \pm 0.99 ^a	6.83 \pm 2.92 ^a	4.65 \pm 0.36 ^{ab}	17.15 \pm 2.48 ^{ae}	10.32 \pm 1.06 ^a	-0.58 \pm 0.04 ^{abd}	1034.06 \pm 4.40 ^{ad}	6.71 \pm 0.15 ^{ae}
> 6	31	5.70 \pm 1.44 ^b	6.84 \pm 3.89 ^a	4.80 \pm 0.83 ^{ab}	18.42 \pm 4.30 ^{be}	11.58 \pm 1.94 ^c	-0.61 \pm 0.08 ^{cd}	1040.37 \pm 14.71 ^{dc}	6.81 \pm 0.27 ^{cde}
Saison		***	**	***	ns	***		***	***
Hiver	73	6.30 \pm 0.75	5.19 \pm 3.14	4.47 \pm 0.63	17.07 \pm 3.48	11.89 \pm 1.44	-0.58 \pm 0.07	1040.69 \pm 9.88	6.82 \pm 0.22
Printemps	94	4.16 \pm 0.44	6.66 \pm 3.62	4.98 \pm 0.71	16.78 \pm 3.63	10.12 \pm 1.13	/	1033.74 \pm 4.71	6.71 \pm 0.17

ns: non significatif, *: P< 0.05, **: P< 0.01, ***: P< 0.001, a, b, c: P< 0.05.

3.2.1.2.3. Effet de l'âge et de la parité des brebis

L'âge de l'animal affecte beaucoup plus la composition du lait à l'exception du lactose et le point de congélation. Le TB et l'ESD sont les plus influencés. Les teneurs les plus élevées ont été enregistrées à l'âge de 4ans pour le TB et de plus de 6 ans pour l'ESD. Celles les plus basses sont observées respectivement à l'âge de 3ans et à l'âge de 2 ans. Entre autre, plus l'animal est âgé (> 6ans), plus son lait est riche en protéines, EST, dense et moins il est acide contrairement aux jeunes animaux (moins de 3 ans).

Notre résultat se trouve en désaccord avec celui d'ABD ALLAH *et al* (2011) qui n'ont pas trouvé d'effet significatif sur les constituants du lait analysé à l'exception de la matière grasse où son pourcentage est faible chez les brebis adultes en comparaison avec les jeunes brebis; à l'inverse, CORBETT (1968) cité par BENCINI (2001) rapporte la teneur la plus élevée en MG chez les brebis âgées. Aussi HASSAN (1995) n'a pas trouvé d'effet significatif de l'âge de l'animal sur les pourcentages de la matière grasse, l'EST et l'ESD par contre LATEIF *et al*(1989) signalent l'effet significatif de l'âge de la brebis sur la teneur en protéines où cette dernière marque sa teneur la plus élevée à l'âge de 3à4ans et qui coïncide avec notre résultat. D'autre part, KREMER *et al* (1996) signalent un effet significatif de l'âge seulement sur le TB et non pas sur le TP, lactose et l'ESD. Il semble que nos résultats et ceux trouvés dans la littérature sont disparates et parfois même contradictoires.

Pour ce qui est du rang de lactation, aucun effet significatif n'a été trouvé pour l'ensemble des paramètres étudiés. Notre résultat s'aligne avec celui de PIRAS *et al* (2007) mais est en désaccord avec celui de GONZALO *et al* (1994) pour la teneur en matière grasse et avec celui de BERGER *et al* (2004) pour la concentration en EST.

3.2.1.2.4. Effet de la saison

La saison a un effet significatif sur tous les paramètres analysés à l'exception de l'EST. Le lait d'hiver semble être plus riche en TP, ESD, plus dense et moins acide que celui produit en printemps. Ce dernier est plus gras et plus sucré que celui de l'hiver. La saison exerce son effet sur la composition du lait directement (durée de la journée) (BOCQUIER *et al*, 1997) ou indirectement (effet sur l'alimentation pour les brebis nourris essentiellement au pâturage) (PULINA *et al*, 1993). Bien que THOMSON *et al* (1982), ne voient pas d'effets des températures élevées sur la composition chimique du lait. Contrairement à notre résultat, ABD ALLAH *et al*(2011) ont constaté un effet de la saison sur l'EST, l'ESD, cendres et protéines mais pas sur le TB.

3.2.1.3. Composition azotée (objet d'un article publié : Annexe 9.2)

3.2.1.3.1. Distribution de l'azote dans le lait

La distribution moyenne de l'azote entre les différentes fractions du lait des deux races est illustrée sur le tableau ci-dessous.

Tableau IX: Distribution de l'azote (%) dans le lait cru ovin analysé et issu des races *Rumbi* et *Ouled-Djellal*.

Paramètre	Race (moyenne ± écart-type)		P*	Moyenne	Lait bovin**
	<i>Rumbi</i>	<i>Ouled-Djellal</i>			
NT***	1.01±0.18	0.96±0.15	ns	0.99±0.17	0.58
NNP	0.09±0.03	0.09±0.04	ns	0.09±0.04	0.028
NP	0.93±0.17	0.87±0.12	ns	0.90±0.15	0.55
NC	0.76±0.16	0.71±0.12	ns	0.74±0.14	0.45
NPS	0.20±0.06	0.19±0.05	ns	0.19±0.06	0.10

*: Analyse de la variance (ns: non significatif) ; **: CERBULIS and FARRELL (1975) ;

***: NT: azote total, NNP : azote non-protéique ; NP : azote protéique, NC : azote caséinique, NPS : azote des protéines solubles.

Nous constatons d'une part que la race n'a aucun effet sur les différentes fractions azotées du lait de brebis et que d'autre part que la teneur de toutes les fractions azotées du lait bovin est plus faible par rapport à notre résultat. La teneur moyenne du lait en azote total estimée à 0.99% se rapproche de celle trouvée par ROUISSI *et al*(2006) en Tunisie et KONDYLI *et al* (2012) en Grèce mais se trouve très inférieure comparativement à celles rapportées par RASSU *et al*(2007) ; BORNAZ *et al*(2009) et POTOČNIK *et al* (2011) pour diverses races.

Le contenu en azote non protéique de nos échantillons de lait (0.09%) se trouve une fois supérieur à ceux rapportés par PIRISI *et al*(2001) et ROUISSI *et al*(2006) pour les races *Sarda* et *Sicila-Sarde*, une autre fois inférieur à ceux rapportés par BORNAZ *et al*(2009) et BOVERA *et al* (2003) pour les mêmes races. D'après DePETERS et FERGUSON (1992), la race n'affecte que très faiblement l'azote non protéique et que ce dernier n'a ni valeur nutritionnelle (sauf pour les acides aminés libres, vitamines du groupe B et les nucléotides) (MEHAIA *et al*, 1995) ni valeur commerciale qui justifie sa rémunération dans le système du paiement du lait à la qualité (GRAPPIN, 1992).

L'azote protéique varie de 0.87% (lait de brebis de la race *OD*) à 0.93% (pour celui de la race *R*) avec une valeur moyenne de 0.90%. L'azote protéique renferme l'azote caséinique (0.76 vs 0.71%; *R* vs *OD*) et l'azote des protéines solubles (0.20 vs 0.19%; *R* vs *OD*).

La distribution de l'azote par rapport à l'azote total figure dans le tableau suivant en comparaison avec celle du lait bovin.

Tableau X: Distribution de l'azote par rapport à l'azote total (%N dans NT).

Paramètre	Race (moyenne ± écart-type)		P*	Moyenne	Lait bovin**
	<i>Rumbi</i>	<i>Ouled-Djellal</i>			
NNP/NT***	8.67±2.84	9.15±3.53	ns	8.91±3.17	4.90
NP/NT	91.33±2.84	90.85±3.53	ns	91.09±3.17	95.1
NC/NT	74.66±5.63	74.42±4.27	ns	74.54±5.10	77.9
NPS/NT	19.14±3.39	19.60±3.8	ns	19.37±3.56	22.1

*: Analyse de la variance (ns: non significatif) ; **: CERBULIS AND FARRELL (1975);

***: NT: azote total, NNP : azote non-protéique, NP : azote protéique, NC : azote caséinique, NPS : azote des protéines solubles

3.2.1.3.2. Matières azotées du lait

La teneur moyenne des différentes matières azotées du lait cru ovin est reportée dans le tableau suivant.

Tableau XI : Composés azotés (%) du lait cru ovin analysé

Paramètre	Race (moyenne ± écart-type)		P*	Moyenne	Lait bovin**
	<i>Rumbi</i>	<i>Ouled-Djellal</i>			
TN*6.38 (MAT)	6.47±1.17	6.12±0.96	ns	6.30±1.07	3.72±0.63
Protéines	5.91±1.10	5.54±0.76	ns	5.73±0.95	3.54±0.60
Caséines	4.84±0.99	4.55±0.74	ns	4.70±0.87	2.89±0.51
Protéines solubles	1.26±0.40	1.20±0.32	ns	1.23±0.14	0.63±0.13***

*: Analyse de la variance (ns: non significatif) ; **: CERBULIS et FARRELL (1975) ; ***: protéines solubles vraies

La teneur moyenne en matière azotée totale (MAT) est estimée à 6.30% ±1.07 et varie de 6.12 (*OD*) à 6.47% (*R*). Elle est plus élevée que celle rapportée par PELLEGRINI *et al* (1994) (5.63%) et ASSENAT(1985) (5.78%) en France, par BIANCHI *et al* (2004) (5.47 à 6.23%) en Italie, mais légèrement inférieure à celle rapportée par ROUISSI *et al* (2006) (6.4 à 6.55%) en Tunisie.

Les différents constituants azotés du lait sont regroupés en deux grandes fractions : la fraction protéique qui renferme environ 91% des matières azotées totales du lait, et la fraction non protéique qui en renferme environ 9%

La fraction protéique est distribuée entre les caséines (82%) et les protéines solubles (21%) (Ratio identique à celui cité par ASSENAT (1985) (82.4% et 17.8% respectivement pour les caséines et les protéines solubles).

Pour la fraction protéique totale, les résultats obtenus montre une valeur moyenne de l'ordre de $5.73\% \pm 0.95$ pour une variation allant de 5.54 (*OD*) à 5.91% (*R*). Cette valeur se rapproche de celles avancées par MARTINI *et al* (2008a) (5.71%) en Italie, par BALTADJIEVA *et al* (1982) en Grèce (5.74%) et en Bulgarie (5.83%); elle est supérieure à celles rapportées par PELLEGRINI *et al* (1994) (5.35%) et ASSENAT (1985) (5.51%) en France.

Les caséines, protéines du fromage se retrouvent avec une valeur moyenne de $4.70\% \pm 0.87$ encadrée par les valeurs 4.55% (*OD*) et 4.84% (*R*). Cette valeur se rapproche de celles avancées par MARTINI *et al* (2008a) (4.73%) en Italie, elle est plus élevée que celle rapportée par PELLEGRINI *et al* (1994) (4.41%) et ASSENAT (1985) (4.55%) en France et par BALTADJIEVA *et al* (1982) en Grèce (4.32%) et en Bulgarie (4.51%) et BIANCHI *et al* (2004) (4.17 à 4.67%) en Italie, mais légèrement inférieure à celle rapportée par ROUISSI *et al* (2006) en Tunisie (4.97 à 5.16%). Plus la teneur en caséines augmente, plus l'aptitude du lait à la transformation fromagère est meilleure. C'est ainsi que le ratio CAS/PT est considéré comme critère conditionnant la qualité fromagère du lait (ASSENAT, 1985).

Les protéines solubles ou protéines du lactosérum sont présentes avec une teneur moyenne de $1.23\% \pm 0.14$ et oscillent entre 1.20 (*OD*) et 1.26% (*R*). Cette valeur se rapproche de celle de BIANCHI *et al* (2004) (1.03 à 1.46%) en Italie. Elle est plus élevée que celle rapportée par PELLEGRINI *et al* (1994) (0.95%) et ASSENTAT (1985) (0.97%) en France, mais légèrement inférieure à celle rapportée par BALTADJIEVA *et al* (1982) en Grèce (1.44%) et en Bulgarie (1.33%).

3.2.1.4. Composition lipidique

3.2.1.4.1. Profil en acides gras

Le profil moyen en acides gras des échantillons du lait cru ovin des deux races est illustré dans le tableau XII. Les chromatogrammes de quelques échantillons du lait sont rassemblés en Annexe 8.

A la lecture des chromatogrammes, on remarque l'existence de 18 pics dont cinq sont les plus représentés : acide palmitique (24.41%), acide oléique (24.18%), acide stéarique

(10.84%), acide myristique (10.42%), acide caprique (8.30%). Ces acides gras totalisent en moyenne 78.15% des acides gras totaux. A l'exception des résultats obtenus par LOCK *et al* (2005) et BIONDI *et al* (2008) où l'acide butyrique domine par rapport à l'acide caprique, l'importance quantitative de ces acides gras fut aussi observée par plusieurs auteurs (ZHANG *et al*, 2006 ; CARTA *et al*, 2008 ; TALPUR *et al*, 2008 ; CASTRO *et al*, 2009 ; HILALI *et al*, 2011 ; MIERLITA *et al*, 2011a et b).

Tableau XII : Résultats de l'analyse de la matière grasse par chromatographie en phase gazeuse : concentration des acides gras (%) des laits ovins issus des races *Ouled-Djellal* (OD) et *Rumbi* (R).

Acides gras	Race		P*	Moyenne
	OD	R		
C4	3.05	2.51	Ns	2.91
C6	2.82	2.21	*	2.75
C8	2.93	2.26	*	2.90
C10	8.24	6.73	*	8.30
C10: 1	0.23	0.19	**	0.24
C12	4.43	3.86	*	4.49
C14	10.14	10.72	Ns	10.42
C15	1.06	1.13	Ns	1.07
C16	24.25	25.85	*	24.41
C16: 1	1.43	1.36	*	1.42
C17	0.83	0.87	Ns	0.83
C17: 1	0.35	0.35	Ns	0.35
C18	10.88	12.34	**	10.84
C18: 1	24.34	24.94	Ns	24.18
C18: 2	3.54	3.35	Ns	3.47
C18: 3	1.03	0.83	Ns	1.00
C20	0.26	0.35	*	0.27
C20: 1	0.15	0.17	Ns	0.15
AGS ^a	69.37	69.21	Ns	69.64
AGI ^b	31.08	31.17	Ns	30.81
AGMI ^c	26.51	26.99	Ns	26.33
AGP ^d	4.57	4.17	Ns	4.48
∑AGCC ^e	21.71	17.76	*	21.57
∑AGCM ^f	38.06	40.27	*	38.49
∑AGCL ^g	40.21	41.96	Ns	39.92
IA ^h	2.40	2.36	Ns	2.38

P* : Analyse de la variance (ns: non significatif, *: P< 0.05 **: P< 0.01)

^a: Acides gras saturés

^b: Acides gras insaturés

^c: Acides gras mono insaturés

^d: Acides gras polyinsaturés

^e: Somme des acides gras à chaînes courtes (C_{4:0} – C_{12:0})

^f: Somme des acides gras à chaînes moyennes (C_{14:0} – C_{17:1})

^g: Somme des acides gras à chaînes longues (≥C_{18:0})

^h: Indice d'athérogénéité (C_{12:0} + 4*C_{14:0} + C_{16:0}) / ∑ AGI

Les acides gras saturés s'imposent par rapport aux acides gras insaturés (69.64% vs 30.81%), aussi bien pour le lait de brebis (59.35 à 74.28% ; CARTA *et al*, 2008, BIONDI *et al*, 2008 vs 22.77% à 39.25% ; CARTA *et al*, 2008, MIERLITA *et al*, 2011a) que pour le lait de vache (63% ; ALAIS, 1984 et MOATE *et al*, 2007 vs 33.9% à 34.32%, ALAIS, 1984, MOATE *et al*, 2007).

Parmi les acides gras saturés, ceux dont la chaîne hydrocarbonée est supérieure ou égale à 14C sont les majoritaires (68% des acides gras saturés totaux) avec prédominance de l'acide palmitique (35%) suivie des acides stéarique et myristique avec des taux respectifs de 15.57 et 14.96% par rapport aux acides gras saturés totaux.

Les acides gras saturés à chaîne courte (C4-C12) totalisent un pourcentage de 21.35% et représentent 30.66% des acides gras saturés totaux. Dans ce groupe, l'acide caprique est le constituant majoritaire avec un taux de 8.30% par rapport au total des AG, suivi des acides laurique, butyrique et caprylique.

Cette tendance confirme celle d'autres études sur le lait de brebis (ZHANG *et al*, 2006 ; CARTA *et al*, 2008 ; HILALI *et al*, 2011 ; MIERLITA *et al*, 2011a). Pour LOCK *et al* (2005) et BIONDI *et al* (2008), c'est l'acide butyrique qui l'emporte par rapport à l'acide caprique (4.2 et 11.35% vs 3.5 et 8.3% respectivement). La teneur en acide butyrique estimée à 2.91% est inférieure à celle du lait de vache (ALAIS, 1984 ; MOATE *et al*, 2007 ; TALPUR *et al*, 2008) ceci est en contradiction avec la confirmation émise par BARLOWSKA *et al* (2011), selon laquelle la teneur élevée en acide butyrique est l'une des caractéristiques du lait de brebis par rapport à celui de la vache ou de la chèvre. Selon SANZ-SAMPELAYO *et al* (2007), les acides caprique et caprylique sont utilisés comme traitement spécifique des patients souffrants de divers problèmes de malabsorption, insuffisance pancréatique ou de déficit ou absence de sels biliaires.

Bien que les acides gras saturés n'aient pas une importance nutritionnelle (GNADIG *et al*, 2001), les teneurs plus ou moins importantes des acides à chaîne courte et moyenne en font d'une part une matière grasse très digestible (PACCALIN et GALANTIER, 1986) et d'autre part un moyen pour déceler une éventuelle pratique frauduleuse consistant en l'ajout de graisses étrangères au beurre (VEISSEYRE, 1979) si l'on sait que ces dernières sont très pauvres en ce type d'acides gras (PLUMEY, 2003). Entre autre, ils participent à l'arôme des produits laitiers du fait de leur libération sous l'action des lipases, naturelles ou microbiennes (JEANTET *et al*, 2007).

Pour ce qui est des acides gras insaturés, les monoinsaturés l'emportent sur les polyinsaturés (26.33% vs 4.48%). Cette tendance se trouve confirmée aussi bien pour le lait de brebis que pour celui de la vache.

L'acide oléique prédomine avec un pourcentage moyen de l'ordre de 24.18%, inférieur à celui de la vache (26.0-26.69%, ALAIS, 1984 et MOATE *et al*, 2007) mais bien supérieur à celui des brebis dans divers pays (GOUDJIL *et al*, 2004 ; ZHANG *et al*, 2006 ; VALVO *et al*, 2007 ; BIONDI *et al*, 2008 ; CARTA *et al*, 2008 ; CASTRO *et al*, 2009 ; DE LA FUENTE *et al*, 2009 ; HILALI *et al*, 2011 ; MIERLITA *et al*, 2011a) à l'exception de ceux cités par d'autres auteurs (SIGNORELLI *et al*, 2008 ; TALPUR *et al*, 2008 ; MIERLITA *et al*, 2011a). Alors qu'il se rapproche de ceux évoqués par certains autres (PEREA *et al*, 2000).

Les autres acides gras monoinsaturés représentent 2.15% des acides gras totaux, supérieurs à ceux évoqués par plusieurs auteurs pour le lait de brebis (LOCK *et al*, 2005 ; CARTA *et al*, 2008 ; CASTRO *et al*, 2009 ; HILALI *et al*, 2011 ; MIERLITA *et al*, 2011a ; MARTINI *et al*, 2012) mais inférieur à d'autres de la même espèce (ZHANG *et al*, 2006 ; BIONDI *et al*, 2008) et aussi de l'espèce bovine (ALAIS, 1984 ; MOATE *et al*, 2007).

L'indice d'athérogénéité a été défini pour la première fois par ULBRICHT et SOUTHGATE (1991) pour mettre en relief l'effet négatif des acides gras saturés en C12, C14 et C16. Malgré son importance mise en cause, il semble être pertinent pour le consommateur en matière des acides gras saturés (CASTRO *et al*, 2009). Il varie entre 2.36 (race *Rumbi*) et 2.40 (race *Ouled-Djellal*) pour une moyenne de 2.38, bien que cette variation ne soit pas significative. Néanmoins, il est inférieur à celui obtenu par CASTRO *et al* (2009) estimé à 2.94 mais supérieur à ceux trouvés par GOMEZ-CORTES *et al* (2009) évalué à 1.53 et CIESLAK *et al* (2010) estimé entre 1.3 et 1.4. Cet indice est estimé à 2.55 pour le lait de vache et 2.88 pour le lait de chèvre (CIESLAK *et al*, 2010).

3.2.1.4.2. Effet de la race

Les facteurs qui affectent la composition en acides gras du lait de brebis ont fait l'objet d'un travail de recherche publié par DE LA FUENTE *et al* (2009). Parmi ces facteurs, ceux liés à l'animal sont plus ou moins référenciés. L'effet de la race sur le profil lipidique de la matière grasse laitière de la brebis est signalé dans divers travaux de recherche (MIHAYLOVA *et al*, 2004 ; BARBOSA *et al*, 2007 ; SIGNORELLI *et al*, 2008 ; MIHAYLOVA et ODJAKOVA, 2011 ; TALPUR *et al*, 2008 ; MIERLITA *et al*, 2011a et b, GERCHEV et MIHAYLOVA, 2012).

Les concentrations de divers acides gras des laits crus ovins analysés diffèrent d'une race à l'autre, parfois significativement (tableau XII).

Tous les acides gras à chaîne courte, à l'exception de l'acide butyrique, ont des concentrations différentes selon la race. Il semble en effet que la race *Ouled-Djellal* en soit la plus riche. Même constat a été observé par TALPUR *et al* (2008) et MIERLITA *et al*, (2011a) en comparant les races *Kachi* et *Kooka* Pakistanaises et *Spanca* et *Turcana* roumaines respectivement. Il semble que les races *Spanca* et *Kachi* en soit les plus riches. La race *Spanca* se rapproche de notre race OD surtout pour les taux des acides caproïque et caprylique alors que la race *Kachi* s'en rapproche uniquement par rapport à l'acide caproïque. D'autre part, elle se rapproche de la race *Turcana* pour ce qui est des acides caprique et laurique et en dépasse de loin ceux de la race *Kooka*.

Selon MIHAYLOVA *et al* (2004), le lait issu de la race *Karakachan* est plus riche en acides gras à chaîne courte que la race *Tsigay*. Contrairement à ce constat, BARBOSA *et al* (2007) n'ont trouvé aucun effet de la race sur ces paramètres en comparant les races *Assaf* et *Churra* d'une part et les races *Awassi*, *Churra* et *Lacaune* d'autre part.

Au contraire, la race *Rumbi* est plus riche en acides gras à chaîne moyenne bien que ces derniers ne diffèrent significativement que par rapport aux acides palmitique et palmitoléique. TALPUR *et al* (2008) n'ont observé d'effet de la race que pour l'acide myristique ; MIERLITA *et al* (2011a) ont trouvé un effet sur l'acide myristique et l'acide palmitique alors que BARBOSA *et al* (2007) signalent l'effet de la race sur les acides palmitique, margarique.

Parmi les acides gras à chaîne longue, seuls les acides stéarique et arachidique sont influencés par la race. Notre résultat contredit celui de MIERLITA *et al* (2011b) pour qui, aucun acide gras à longue chaîne n'est influencé par la race à l'exception des acides oléique (C18:1Cis9) et vaccénique (C18:1 Trans-11). Aussi MIHAYLOVA *et al* (2004) constatent l'effet de la race sur ces deux acides où le lait issu de la race *Tsigay* est plus riche en acide oléique comparé à celui de la race *Karakachan* et que ce dernier est plus riche en acide vaccénique.

D'autre par TALPUR *et al* (2008) relatent l'effet de la race sur les acides gras stéarique, oléique, vaccénique. La race *Rumbi* est plus riche que la race *Ouled-Djellal* en acides stéarique et arachidique. La teneur en acide stéarique de la race OD (10.88%) est supérieure à celle de la race *Kooka* et celle de la race R (12.34%) à celle de la race *Kachi* (TALPUR *et al*, 2008). Elles sont aussi supérieures aux races *Altamura*, *Gentile di Puglia* et *Sarda* (SIGNORELLI *et al*, 2008), *Spanca* et *Turcana* (MIERLITA *et al*, 2011b) mais inférieures aux races *Srednostaroplaninska* et *Tetevenska* (GERCHEV et MILHAYLOVA, 2012).

Pour ce qui est de l'acide arachidique, la race *Rumbi* se rapproche de celle *Spanca* et *Turcana* (MIERLITA *et al*, 2011b), *Assaf* et *Churra* (BARBOSA *et al*, 2007) alors que la race *Ouled-Djellal* se rapproche de celle *Awassi*, *Churra* et *Lacaune* (BARBOSA *et al*, 2007).

Aucun groupe des acides gras, aussi bien les AGS que les AGI n'est influencé par la race. Ce résultat est en désaccord avec celui avancé par d'autres chercheurs (TALPUR *et al*, 2008 ; MIERLITA *et al*, 2011b) mais rejoint celui de SIGNORELLI *et al* (2008) pour tous les groupes et celui de MIHAYLOVA *et al* (2004) et BARBOSA *et al* (2007) pour tous les groupes excepté les AGPI.

L'effet de la race sur la composition de la matière grasse est aussi observé chez la vache (FERLAY *et al*, 2011). Les facteurs qui affectent la composition en acides gras du lait de vache ont aussi fait l'objet d'une revue de synthèse par ROCA FERNANDEZ et RODRIGUEZ (2012). Les plus importants de ces facteurs sont liés aussi bien à l'alimentation qu'à l'animal.

3.2.1.4.3. Caractéristiques de la matière grasse

La matière grasse laitière est caractérisée par un certain nombre d'indices dont les principaux sont résumés dans le tableau suivant pour le lait cru ovin issu des deux races investiguées.

Tableau XIII : Caractéristiques de la matière grasse du lait cru ovin.

Indice *	Race		P*	Moyenne
	OD	R		
Is	231.00	220.50	ns	225.75
Ii	44.00	32.83	ns	38.42

*: Is : indice de saponification ; Ii : indice d'iode

Autrefois ces indices et d'autres constituaient un élément primordial d'investigation de la matière grasse laitière en apportant plusieurs renseignements sur cette dernière. Actuellement et avec le développement des méthodes instrumentales, permettent de déterminer avec précision la proportion des divers acides gras, ces indices ont perdu leur importance (VEISSEYRE, 1979). C'est pourquoi les revus bibliographiques font défaut dans ce sens et en particulier ceux relatives au lait de brebis.

Comme indiqué sur le tableau précédent, la race n'a aucun effet significatif sur les différents indices mesurés au seuil de 5%. D'autre part les moyennes enregistrées pour les indices d'iode et de saponification se trouvent pour le premier légèrement supérieur (38.42 vs 20-35) et pour le second légèrement inférieur (225.75 vs 230-245) à ceux évoqués par

ASSENAT (1985) ; MATHIEU (1998) et PARK *et al* (2007) pour le lait de brebis. Par contre, ils se trouvent encadrer par les valeurs observées pour le lait de vache (32-42, pour l'Ii) et (220-232, pour l'Is) (ASSENAT, 1985 ; MATHIEU, 1998).

3.2.1.4.4. Teneur en cholestérol

Dans les échantillons analysés, la teneur en cholestérol varie de 113.11 à 592.79 mg/100g de MG avec une moyenne de l'ordre de 362.55 (tableau XIV). Les valeurs extrêmes sont observées chez la matière grasse issue du lait de la race Rumbi. La race n'a aucun effet significatif sur la teneur en cholestérol alors que GOUDJIL *et al* (2004) ont rapporté un effet race bien que les variations observées ne furent pas claires.

Tableau XIV : Teneur en cholestérol (mg/100g de MG) du lait cru ovine

	Moyenne	Ecart-type	Min	max
Les 2 races	362.55	163.96	113.11	592.79
<i>Ouled-Djellal</i>	319.44	81.64	184.33	437.79
<i>Rumbi</i>	405.67	219.12	113.11	592.79

Selon CHAMBON (1992), la teneur en stérols de la matière grasse laitière est estimée à 300mg/100g de corps gras dont 99% sont constitués de cholestérol. Pour BOUTONNIER et DUNANT (1990), la teneur en stérol varie de 200 à 386 mg/100g dont la teneur en cholestérol libre a été estimée à 300mg/100g. PACCALIN et GALANTIER (1986) rapportent la même teneur en cholestérol, en précisant que le lait en renferme 105mg/l et que la consommation de 25g de beurre apporte 65mg de cholestérol qui représente 20% d'un apport journalier de 300mg. Pour le lait de brebis, la teneur en cholestérol varie de 15 à 30 mg pour 100 ml de lait (ASSENAT, 1985), celle-ci évoluant avec la richesse du lait en matière grasse. Alors que GOUDJIL *et al* (2004) rapportent une teneur de 288.4 mg/100g de MG.

3.2.1.5. Composition minérale

Classiquement, on distingue les constituants salins majeurs (calcium, phosphore, potassium, sodium, magnésium) dont la teneur est supérieure à 0.1g/l (1000ppm) de ceux que le lait contient à l'état de traces qui sont présents à des taux voisins du mg voire du µg par litre, les uns sont qualifiés de normaux ou naturels (zinc, cuivre, fer, manganèse, chrome) et les autres dits de contamination ou de pollution (plomb, cadmium) (MATHIEU, 1998). L'étude de la fraction minérale du lait présente un intérêt aussi bien nutritionnel que technologique.

3.2.1.5.1. Eléments minéraux majeurs

Les teneurs moyennes du lait cru ovin des deux races en éléments majeurs sont rassemblées dans le tableau XV.

Tableau XV: Composition minérale (éléments majeurs en ppm) du lait cru ovin

élément	Race (moyenne ± écart-type)		P*	moyenne
	<i>Rumbi</i>	<i>Ouled-Djellal</i>		
Ca	2184.36±177.78	2039.20±164.21	ns	2103.72±181.10
P	1351.88±270.94	1226.00±103.65	ns	1281.94±200.14
K	1056.75±47.76	974.15±18.83	***	1010.86±53.84
Na	666±79.75	552.40±92.49	*	603.14±102.74
Mg	186.61±11.87	172.88±17.33	ns	178.98±16.32

P*: Analyse de la variance (ns: non significatif, *: P<0.05 ***: P<0.001)

Les valeurs enregistrées pour le Ca, le Mg et le P se retrouvent encadrées par les données établies par De LA FUENTE *et al* (1997) pour l'espèce ovine (1983-2385, 1398-1582, 175-212 mg/l respectivement pour le Ca, P et Mg).

La teneur moyenne en phosphore des échantillons du lait analysé se trouve encadrée par celles trouvées par BIANCHI *et al* (2004) (1250 à 1430 mg/kg) et BORNAZ *et al* (2009) (1280 à 1450 mg/l) mais elle est inférieure à celle rapportée par MARTINI *et al* (2008a) (2200mg/kg).

Pour le calcium, la valeur moyenne enregistrée dans nos échantillons de lait est similaire à celles avancées par MARTINI *et al* (2008a) et KUCHTIK *et al* (2008) (2100 mg/kg et 1810 à 2140 mg/kg respectivement). Elle est légèrement inférieure aux valeurs 2260 à 2380 mg/l et 2150 à 2160 mg/l trouvées par BIANCHI *et al* (2004) et BORNAZ *et al* (2009) respectivement.

Dans la littérature, ce sont beaucoup plus les éléments Ca, P et un degré moindre Mg qui soient les plus renseignées. Ceci est probablement dû à l'importance que jouent ces éléments dans la structure et l'organisation de la micelle de caséine (CROGUENNEC *et al*, 2008) et dans le phénomène de coagulation (MAHAUT *et al*, 2003). D'autre part, CROGUENNEC *et al* (2008) estiment le rapport Ca/P à 1.3 pour le lait des trois espèces de ruminant ; alors que notre résultat l'estime à 1.6 bien supérieur à celui devancé par IVANOVA *et al* (2011) pour les trois races ovines étudiées en Bulgarie (1.19; 1.05 et 0.85).

Pour les ions monovalents, le potassium est plus abondant que le sodium (en moyenne, 1010 vs. 603ppm) ; cette tendance confirme la majorité des données bibliographiques bien que nos échantillons présentent des teneurs faibles en potassium et élevée en sodium par rapport à ceux rapportés par MAURER et SCHAEREN (2007), PARK *et al* (2007) et KHAN *et al* (2006) : 1180, 1360 et 1079 à 1166 mg/kg vs. 460, 440 et 258 à 422 mg/kg respectivement pour le potassium et le sodium.

3.2.1.5.2. Eléments minéraux mineurs

Le tableau XVI représente les teneurs moyennes en oligoéléments du lait cru ovin des deux races.

Tableau XVI : Composition minérale (oligo-éléments en ppm) du lait cru ovin

élément	Race (moyenne \pm écart- type)		P*	moyenne
	<i>Rumbi</i>	<i>Ouled-Djellal</i>		
Zn	7.70 \pm 0.99	6.34 \pm 1.39	*	6.94 \pm 1.38
Cu	0.47 \pm 0.04	0.42 \pm 0.09	ns	0.44 \pm 0.07
Fe	0.88 \pm 0.26	0.79 \pm 0.27	ns	0.83 \pm 0.26
Mn	0.06 \pm 0.02	0.05 \pm 0.02	ns	0.05 \pm 0.02
Cr	0.05 \pm 0.03	0.05 \pm 0.02	ns	0.05 \pm 0.02

*: Analyse de la variance (ns: non significatif, *: P< 0.05)

Bien que les oligoéléments soient présents en très faibles quantités dans le lait, ils sont importants par leur carence pour certains éléments (comme le Zn et le Mn) mais peuvent être dangereux par leur excès pour d'autres (comme le Fe et le Cu) en nutrition humaine.

L'importance quantitative des oligoéléments analysés dans nos échantillons suit l'ordre de grandeur ascendante suivante : Zn < Cu < Fe < Mn < Cr.

Si le Zn est le seul oligoélément qui soit dépendant de la race, sa teneur moyenne se trouve néanmoins incluse dans l'intervalle émis par De LA FUENTE (1997) limité par les valeurs bornes [6.78, 8.56 mg/l] et dépasse entre autre celles énoncées par MAURER et SCHAEREN (2007) (5.12mg/kg) et par PARK *et al* (2007) (5.7mg/kg).

La teneur moyenne en Cu se situe dans la fourchette (0.32-0.48 mg/l) établie par De LA FUENTE (1997) et se rapproche de celle établie par PARK *et al* (2007) (0.40 mg/kg), Alors que KHAN *et al* (2006) signalent des teneurs moins élevées (0.24-0.30 mg/l) voire très faibles pour d'autres auteurs : MAURER et SCHAEREN (2007) avec 0.06mg/kg.

Concernant le Fe, la valeur moyenne des échantillons du lait analysés est similaire à celle rapportée par PARK *et al* (2007) (0.8 mg/kg), légèrement inférieure à l'intervalle établi

par De LA FUENTE (1997) [0.96-1.42 mg/l] mais très supérieure à celles évoquées respectivement par KHAN *et al* (2006) (0.36-0.48 mg/l) et MAURER et SCHAEREN (2007) (0.26mg/kg).

La fourchette dressée par De LA FUENTE (1997) [0.049-0.066 mg/l] encadre bien notre valeur moyenne pour le Mn. Cette dernière coïncide avec la teneur rapportée par MAURER et SCHAEREN (2007) et est légèrement inférieure à celles observées par PARK *et al* (2007) (0.07 mg/kg) et par KHAN *et al* (2006) (0.088 mg/l).

Pour ce qui est du Cr, le résultat de l'analyse de nos échantillons montre une valeur similaire à celle trouvée par IVANOVA (2011) (0.05-0.06 mg/l) et se rapproche de la valeur minimale enregistrée par ANASTASIO *et al* (2006) (0.06-0.40 mg/kg).

3.2.1.5.3. Eléments minéraux traces

Considérés comme des éléments toxiques (TONA *et al*, 2013), le Pb et le Cd sont présents à des taux moyens respectifs de l'ordre de 0.18 et 0.06 ppm (tableau XVII). Ces valeurs se rapprochent de celles trouvées par ANASTASIO *et al* (2006) : 0.11 et 0.05 mg/kg respectivement pour Pb et Cd. Cependant, elles se trouvent de loin très inférieures à celle rapportées par ANTUNOVIC *et al* (2005) et IVANOVA *et al* (2011) avec des valeurs respectives de 0.022 et 0.013 mg/kg pour le Pb, 0.004-0.005 et 0.00042 mg/kg pour le Cd. Le plomb ne peut venir que d'une contamination antérieure à la traite, car le matériel laitier est exempt de plomb (MORRE, 1974).

Tableau XVII: Composition minérale (éléments traces en ppm) du lait cru ovin

élément	Race (moyenne ± écart-type)		P*	moyenne
	<i>Rumbi</i>	<i>Ouled-Djellal</i>		
Pb	0.18±0.04	0.18±0.08	ns	0.18±0.06
Cd	0.07±0.02	0.06±0.02	ns	0.06±0.02
Cr	0.055±0.03	0.053±0.02	ns	0.05±0.02

*: Analyse de la variance (ns: non significatif)

3.2.1.5.4. Distribution des minéraux entre les phases soluble et colloïdale du lait

Les éléments minéraux se distribuent inégalement entre les phases soluble et colloïdale des laits crus ovins analysés (tableau XVIII).

Tableau XVIII : Répartition des éléments minéraux (en ppm) dans le lait cru ovin

	Ca	P	K	Na	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Pb	Cd
total	2104	1282	1011	603	179	6.94	0.44	0.83	0.05	0.18	0.06
soluble	547	525.26	930.12	560.79	105.61	0.76	0.19	0.29	0.0035	0.00	0.0138
% du soluble	26	41	92	93	59	11	43	35	7	0	23
colloïdal	1557	756.74	80.88	42.21	73.39	6.18	0.25	0.54	0.046	0.178	0.0462

Le calcium, le phosphore et à un moindre degré le magnésium ont plus d'affinités vis-à-vis des caséines que des protéines solubles. Ils sont présents dans la phase colloïdale aux taux respectifs de 74, 59 et 41%. La teneur en magnésium se trouve encadré par les pourcentages 36 et 44% élaborés par POLYCHRONIADOU et VAFOPOULOU (1985) et De LA FUENTE *et al* (1997). Celles du calcium et du phosphore se rapprochent des valeurs mentionnées dans la littérature pour le lait de brebis : POLYCHRONIADOU et VAFOPOULOU (1985) (75 et 62%), PELLEGRINI *et al* (1994) (78 et 62%) et De LA FUENTE *et al* (1997) (79 et 65%) respectivement pour le calcium et le phosphore.

Le sodium et le potassium se retrouvent presque en totalité dans la phase soluble avec des pourcentages respectifs de 93 et 92%. L'abondance de ces deux éléments dans la phase soluble explique leur faible affinité vis-à-vis des caséines comme stipulent CROGUENNEC *et al* (2008) pour qui, ils estiment à 94% le pourcentage du sodium et du potassium solubles. A l'inverse, le zinc et le manganèse sont presque exclusivement présents dans la phase colloïdale avec des taux respectif de 89 et 93%. Cette distribution concorde avec celle devancé par De LA FUENTE *et al* (1997) pour le lait ovin, 91.6% pour le zinc et 93% pour le manganèse et confirme l'hypothèse de la grande affinité des caséines pour ces deux éléments (BRULE et FAUQUANT, 1982).

Le cuivre et le fer se comportent différemment et se distribue presque équitablement entre les deux phases: 43% dans la phase soluble pour le cuivre contre 35% pour le fer. La même tendance a été trouvée par De LA FUENTE *et al* (1997) mais avec des teneurs plus faibles que les nôtres pour des pourcentages respectifs de l'ordre de 34 et 28.5%. D'après BRULE et FAUQUANT (1982), si la fraction caséinique complexe 50 à 75% de cuivre et de fer, les protéines non caséiniques ne présentent d'affinité que pour le fer plus particulièrement la lactoferrine, à cela, il faut ajouter les séquestrants non protéiques des deux éléments.

Selon MILHAUD *et al* (1998), les fromages de vache contiennent de 10 à 50 µg/kg de cadmium alors que les fromages de chèvre et de brebis peuvent atteindre 100 µg/kg. Dans nos échantillons du lait analysés, 77% du Cd est sous forme colloïdale; notre résultat se rapproche

de celui obtenu par MILHAUD *et al* (1998) pour le caillé présure avec un pourcentage estimé à 75%.

Selon les mêmes auteurs, les caillés présure retiennent davantage de cadmium que les caillés lactiques (75 % versus 62% du cadmium dans le lait entier). Cette différence de concentration entre les deux caillés a été expliquée par le déplacement des équilibres minéraux du lait en fonction du pH, en effet les lactosérums acides (pH voisin de 4.4) sont plus riches en ions minéraux que les lactosérums présures (pH voisin de 6.6) (MILHAUD *et al*, 1998).

Les effets toxiques du plomb sont connus depuis longtemps (MORRE, 1974). Ce dernier se trouve presque en totalité dans la phase colloïdale.

Les techniques de séparations des deux phases semblent être à l'origine des différences observées entre les différents résultats obtenus (De LA FUENTE, 1996 ; GAUCHERON, 2005)

3.2.1.5.5. Effet de la race

L'adaptation de la composition minérale du lait aux besoins minéraux du jeune mammifère de la même espèce lui confère une stabilité de composition caractéristique de l'espèce et de la race qui soit peu sensible aux facteurs extérieurs (GUEGUEN in DEBRY, 2001). Le lait de la race *Rumbi* semble être plus riche en composition minérale que celui de la race *Ouled-Djellal*, bien que cette différence ne soit significative que pour les éléments minéraux potassium, sodium et zinc.

POLYCHRONIADOU et VAFOPOULOU (1985) ont trouvé un effet significatif de la race sur le potassium mais pas sur le sodium, calcium, magnésium ou phosphore en comparant deux races Grecques (*Karaouniki* et *Serron*). Cependant SOSA *et al* (2001) annoncent que les deux races espagnoles investiguées à savoir *Corriedale* et *Hampshire Down* présentent des différences significatives en termes des éléments minéraux analysés : Na, K, Ca, Mg, P.

Plusieurs autres facteurs sont impliqués dans la variation de la composition minérale du lait, toute espèce confondue, certains sont liés à des facteurs génétiques ou physiologiques, d'autres à des facteurs nutritionnels ou écologiques (POLYCHRONIADOU et VAFOPOULOU, 1985 ; GAMBELLI *et al*, 1999 ; BIANCHI *et al*, 2004 ; ANTUNOVIC *et al*, 2005 ; ANASTASIO *et al*, 2006 ; CASHMAN, 2006 ; MWAURA et AKINSOYINU, 2010 ; ASLAM *et al*, 2011).

3.2.1.6. Teneur en vitamine C

La teneur moyenne en vitamine C du lait cru ovin, toute race confondue, est estimée à 7.46 ± 5.37 mg/l ; la valeur la plus basse est estimée à 2.65mg/l, celle la plus élevée est égale à 27.21mg/l (tableau XIX).

La teneur moyenne du lait de vache en vitamine C varie de 10 à 20 mg/l (VEISSEYRE, 1979) et de 5 à 30mg/l selon DE COURCY (2001).

L'ingestion d'un litre de lait permet de couvrir 40% des besoins d'un enfant (50mg) et 25% des besoins d'un adulte (75mg) (MAHAUT *et al*, 2000). Le lait de brebis contient davantage de vitamine C (43mg/l) que les autres espèces des ruminants (ASSENAT,1995).

En effet la teneur en vitamine C varie de 4.16 mg/100g (PARK *et al*, 2007) à 5mg/100mg (RAYNAL-LJUTOVAC *et al*, 2008). Au vue de ces valeurs, il semble que notre lait est très pauvre en vitamine C, bien que le lait soit bien connu pour sa pauvreté en vitamine C et de valeur nutritive passable selon VEISSEYRE (1979).

La race *Ouled-Djellal* est plus riche en vitamine C que la race *Rumbi* (9.07 mg/l contre 6.24). Cette différence est significative au seuil de 5% (tableau XVIII). La valeur la plus basse est observée chez la race *Rumbi* bien qu'elle se rapproche de celle d'*Ouled-Djellal* ; par contre la valeur la plus élevée est observée chez la race *Ouled-Djellal*. VLADESCO et PRAHOVEANU (1939) confirment que l'individualité est le facteur dont dépend le plus la richesse du lait en vitamine C chez l'espèce bovine.

Il est à signaler que dans le lait des ruminants, seules les vitamines liposolubles sont d'origine alimentaire; la vitamine C trouve son origine dans la synthèse régulière dans l'épithélium intestinal ce qui lui confère une certaine constance indépendamment des facteurs externe de variation. BURUIANA (1939) signale la discordance entre les valeurs de la teneur en vitamine C dans le lait de quelques mammifères selon la méthode de dosage employé (méthode au 2-6-dichlorophénolindophénol vs méthode au bleu de méthylène).

Tableau XIX: Teneur en Vitamine C du lait (mg/l)

	N°	Moyenne	Ecart-Type	Min	Max
Lait cru ovin	74	7.46	5.37	2.65	27.21
Race <i>Rumbi</i>	42	6.24 ^a	4.10	2.65	19.80
Race <i>Ouled-Djellal</i>	32	9.07 ^b	6.41	2.70	27.21

N°: Nombre d'échantillons ; a et b : différence significative au seuil de 5%

Distribution de la teneur en vitamine C

La répartition de la teneur moyenne en vitamine C du lait cru de brebis (n= 74 échantillons) est illustrée dans la figure suivante.

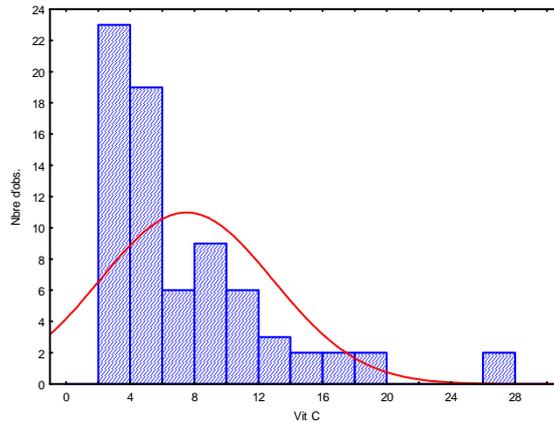


Figure11: Répartition de la teneur en vitamine C du lait cru de brebis (n= 74 échantillons)

La distribution des valeurs moyenne en vitamine C du lait cru ovin chez les races *Rumbi* (n=42) et *Ouled-Djellal* (n=32) (figure 12) suit une distribution normale avec parfois des valeurs éloignées des autres et montre qu’il existe quelques rares échantillons avec des concentrations exceptionnellement élevées. Ainsi la quasi-totalité des échantillons (35/42) de la race *Rumbi* ont une teneur en vitamine C inférieure à 10mg/l contre (22/32) échantillons de lait issu e la race *Ouled-Djellal*.

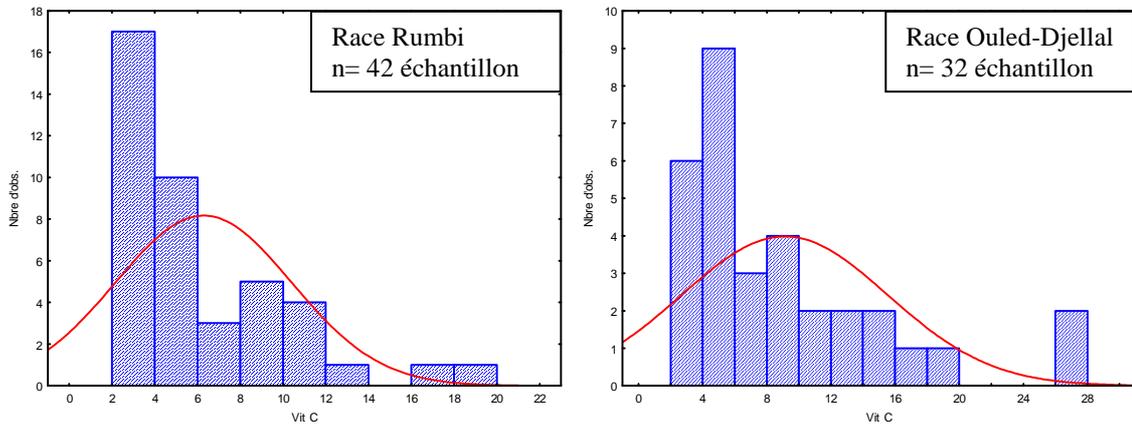


Figure12: Répartition de la teneur en Vitamine C du lait cru ovin des deux races

3.2.2. Lait de mélange

3.2.2.1. Qualité physico-chimique

Pour chaque paramètre, le tableau XX rapporte la moyenne, l'écart type et les valeurs extrêmes observées (minimum et maximum) pour l'ensemble des échantillons du lait prélevé.

Tableau XX: Composition physico-chimique moyenne des laits analysés

	Moyenne	Ecart- Type	Min	Max
Protéine (%)	5.38	1.45	2.7	9.25
Lipide (%)	6.19	2.52	2.6	13.21
Extrait sec total (%)	16.65	3.9	4.5	27.33
Extrait sec dégraissé(%)	10.64	1.8	3.83	13.89
Lactose (%)	4.34	0.47	3.12	5.1
Densité	1034.54	4.95	1021	1044
Point de congélation (°C)	-0.64	0.09	-0.381	-0.83
pH	6.49	0.44	4.66	7.71
Acidité Dornic (°D)	19.58	4.49	12	35

Le taux protéique et le taux butyreux ont toujours constitué la base du payement du lait à la qualité (PIRISI *et al*, 2007). Entre autre, ils sont considérés comme étant la matière utile du lait en technologie fromagère (SCINTU et PIREDDA, 2007). Les valeurs moyennes sont estimées respectivement à 5,38% et 6,19%. Ces valeurs témoignent de la richesse des laits analysés en matière protéique et de leurs faibles teneurs en matières grasses comparativement aux diverses ressources bibliographiques concernant le lait de brebis dans divers pays (Tableau XXI).

Tableau XXI: Composition chimique moyenne (%) du lait de brebis selon différentes sources

Pays	Protéine	Lipide	Lactose	EST	ESD	Source
Tunisie	6,40-6,55	7,49-7,60	3,89-4,05	18,98-19,11	11,51-11,50	ROUISSI <i>et al</i> (2006)
Grèce	5,74	6,82	4,59	17,18	10,92	BALTADJIEVA <i>et al</i> (1982)
Bulgarie	5,83	8,10	4,72	1954	11,43	BALTADJIEVA <i>et al</i> (1982)
France	5,35	7,40	4,66	/	/	PELLEGRINI <i>et al</i> (1994)
Italie	5,77	6,41	4,50	17,57	11,12	MARTINI <i>et al</i> (2008b)
Espagne	7,52	9,76	/	/	/	CASTRO <i>et al</i> (2009)
Algérie	5,38	6,19	4,34	16,65	10,64	Notre étude

Considéré comme substrat de fermentation lactique, la teneur moyenne en lactose des laits de brebis analysés est estimée à 4,34%. C'est le paramètre le plus constant comparativement aux autres. Quant à l'extrait sec total et dégraissé, leurs valeurs moyennes sont estimées respectivement à 16,65 et 10,64%. Ces valeurs sont considérées comme étant

légèrement inférieurs à celles trouvées par d'autres auteurs pour le lait de brebis dans divers pays plus particulièrement pour l'extrait sec total (Tableau XXI).

Le pH moyen des laits est estimé à 6,49. Cette valeur se trouve inférieure à celles des laits des autres pays tels que la Tunisie (6,67 à 6,75) rapporté par ROUISSI *et al* (2006), l'Italie (6,6 à 6,72) rapporté par PIRISI *et al.* (2001), la Bulgarie et la Grèce (6,58 et 6,57 respectivement) rapporté par BALTADJIEVA *et al* (1982). Elle se rapproche de la fourchette (6,5 – 6,85) établie par ANONYME7 (1998).

Selon MATHIEU (1998), le pH du lait varie d'une espèce à l'autre et dépend, pour une espèce donnée, de la richesse de son lait en certains constituants, plus particulièrement en phosphates, citrates et caséines. Or il est connu que le lait de brebis est particulièrement riche en ces constituants que les autres ruminants (CHILLIARD et SAUVANT, 1987 ; MATHIEU, 1998).

L'acidité moyenne des laits analysés se rapproche de 19,58°D. Selon MATHIEU (1998), l'acidité d'un lait frais de brebis se situe entre 18 et 22°D. BALTADJIEVA *et al* (1982) rapportent une acidité de l'ordre de 22°D pour le lait de brebis de Bulgarie et de 21°D pour celui de la Grèce.

La densité moyenne est égale à 1,0345. Cette valeur rejoint celles trouvées par plusieurs auteurs pour le lait de brebis (BALTADJIEVA *et al*, 1982 avec une valeur moyenne de 1,036 pour le lait Bulgare et Grèce, ROUISSI *et al*, 2006 avec une valeur de 1,035 à 1.037 pour le lait tunisien et MARTINI *et al*, 2008b avec une valeur de 1,030 pour le lait Italien). Elle se trouve aussi encadrée par l'intervalle établi par ANONYME7 (1998).

Pour le point de congélation, la moyenne est de -0,64°C. Cette valeur se trouve très inférieur à celles rapportées par ANONYME7 (1998) (-0,570°C) et par GONZALO *et al* (2005) (-0,575 à -0,571°C) pour le lait de brebis.

3.2.2.2. Variabilité de la composition du lait en fonction de l'aridité du milieu

(objet d'un article : Annexe 9.4)

La composition moyenne des échantillons du lait analysés varie d'un étage à l'autre (Tableau XXII).

Les valeurs moyennes de la matière protéique et de la matière grasse des échantillons du lait ovine analysés varient entre 4,43 (aride inférieur) et 6,33% (semi-aride) pour les protéines et entre 5,72 (aride inférieur) et 6,51% (aride supérieur) pour les lipides. La teneur moyenne en lactose varie de 4,07 (aride-inférieur) à 4,46% (aride-moyen). Il semble que le lactose est le constituant le plus stable.

Les valeurs moyennes observées pour l'extrait sec total varient de 15,21 (aride-inferieur) à 18,20% (semi-aride) et de 9,07 à 11,65% pour les mêmes étages bioclimatiques, pour l'extrait sec dégraissé.

Tableau XXII: Composition moyenne des laits selon l'étage bioclimatique

	semi - aride	aride - inferieur	aride - moyen	aride – supérieur	P*
n*	12	12	16	16	
pH	6,81	5,7	6,57	6,45	**
Acidité Dornic (°D)	19,5	28	17,94	18,6	**
Densité	1,0372	1,0312	1,0354	1,0342	*
Point de Congélation (°C)	-0,68	-0,56	-0,65	-0,64	**
Lactose (%)	4,27	4,07	4,46	4,45	ns
Protéine (%)	6,33	4,43	5,49	5,27	*
lipide(%)	6,46	5,72	6,03	6,51	ns
Extrait sec total (%)	18,2	15,21	17,02	16,19	ns
Extrait sec dégraissé (%)	11,65	9,07	10,96	10,73	**

n* : effectif d'échantillons de laits.

P* : signification statistique de l'analyse de la variance: ns: non significatif, *: significatif à 5%, **: significatif à 1%.

Les échantillons issus de l'étage bioclimatique aride-inférieur ont le pH le plus faible (5,70), ceux de l'étage semi-aride ont la valeur la plus élevée (6,81). Les taux d'acidité lactique varient de 17,94 (aride-moyen) à 28°D (aride-inferieur). La densité des laits se situe entre 1,0312 (aride-inferieur) et 1,0372 (semi-aride) et les valeurs du point de congélation varient de -0,68 (semi-aride) à -0,56°C (aride-inférieur).

3.2.2.3. Caractéristiques physico-chimiques des étages bioclimatiques

Le semi-aride renferme des laits ayant une forte densité et un point de congélation le plus bas. Ils sont les plus riches en protéine, extraits secs total et dégraissé. L'aride inferieur regroupe des laits les plus pauvres en matière protéique, matière grasse, extraits sec total et dégraissé et en lactose. Il renferme les laits les plus acides (pH le plus bas et acidité la plus élevée) et les moins dense et ayant le point de congélation le plus élevé. L'aride moyen et supérieur réunissent des laits ayant des caractéristiques voisines et intermédiaires entre les deux étages semi-aride et aride inferieur. Il semble que les laits de l'aride supérieur sont les plus riches en matière grasse. La variabilité de la composition chimique du lait d'un étage à l'autre a été considérable, elle est significative ($p \leq 0.05$) pour les variables densité et protéine et hautement significative ($p \leq 0.01$) pour les paramètres pH, acidité Dornic, point de

congélation et extrait sec dégraissé. Les variables lactose, matière grasse et extrait sec total sont indépendantes de l'étage ($p > 0.05$).

3.2.2.4. Typologie des laits

Pour illustrer la structure des variables et la répartition des individus, nous avons réalisé une typologie des laits sur la base de leurs compositions chimiques (protéines, matières grasses, lactose et l'extrait sec total et dégraissé) et de leurs caractéristiques physico-chimiques (densité, point de congélation, pH et acidité titrable).

L'ACP réalisée sur les 56 laits provenant des divers troupeaux permet de dégager deux grands axes de variation qui forment le premier plan en rapportant 77,55 % de la variabilité totale (figure 13). Le premier axe, en expliquant 52,52 de la variation totale, représente des laits riches en protéines, extrait sec total et dégraissé. Le second axe qui explique 25,03 de la variation totale, oppose des laits riches en lactose aux laits riches en matière grasse et à forte acidité Dornic. En effet plus l'acidité augmente, moins est la teneur en lactose : le phénomène de fermentation est accéléré.

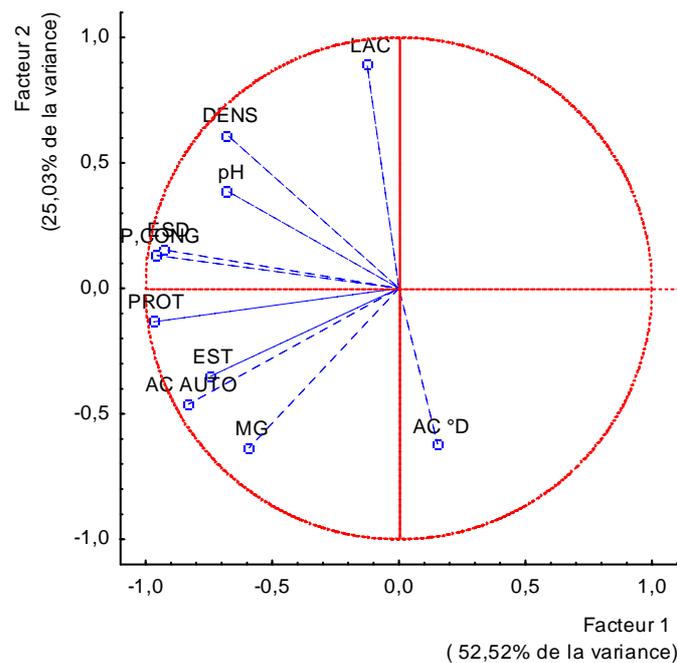


Figure 13 : Représentation des 10 variables actives sur le premier plan de l'ACP.

La classification hiérarchique issue de cette ACP a permis de distinguer 5 classes de lait (figure 14). Les effectifs de ces 5 classes sont de 7, 1, 12, 22 et 14 échantillons (tableau XXIII).

La composition des classes obtenues permet de distinguer les laits riches en protéines, MG, extrait sec (total et dégraissé) et caractérisés par le plus faible point de congélation (classe V), des laits pauvres en protéines, extrait sec (total et dégraissé) et caractérisés par la

plus forte acidité Dornic (classe III) contre les laits un peu acides, possédant la plus faible teneur en lactose ainsi que la plus basse densité et le point de congélation le plus élevé (classe II). La classe IV est caractérisée par la densité la plus élevée, une forte teneur en lactose et un pH qui se rapproche de la neutralité, une très faible teneur en MG et la plus faible acidité Dornic. Enfin la classe I renferme des valeurs intermédiaires pour tous les paramètres étudiés.

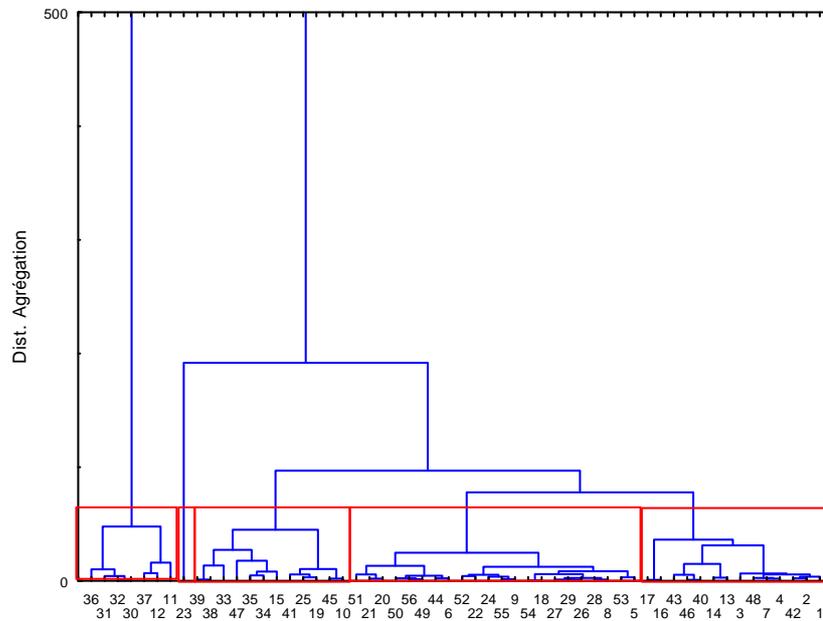


Figure 14 : Dendrogramme issu de la classification des 56 échantillons de lait.

Tableau XXIII : Composition des classes de lait cru ovin.

	I	II	III	IV	V
Effectif	7	1	12	22	14
Protéine (%)	5,29	4,85	3,86	5,37	6,77
Lipide (%)	6,44	8,76	5,40	4,72	8,89
Extrait sec total(%)	17,07	17,82	12,75	15,78	21,05
Extrait sec dégraissé (%)	10,59	9,02	8,37	11,05	12,08
Lactose (%)	4,29	3,14	3,96	4,67	4,24
densité	1,034	1,025	1,028	1,037	1,035
Point de congélation (°C)	-0,63	-0,528	-0,53	-0,65	0,72
pH	6,52	5,34	6,25	6,68	6,60
Acidité Dornic (°D)	19,58	19,58	21,67	17,59	20,93

La contribution des étages bioclimatiques à chacune des classes permet d'interpréter leurs rôles dans cette classification. La répartition de ces étages montre la distribution suivante (tableau XXIV)

Tableau XXIV : Contribution des étages bioclimatiques aux classes de la hiérarchie (en%)

	Semi-aride	Aride Inf	Aride Moy	Aride Sup	Total	Effectifs
I	0	100	0	0	100	7
II	0	0	0	100	100	1
III	8,33	41,66	16,66	33,33	100	12
IV	31,82	0	40,91	27,27	100	22
V	28,57	0	35,71	35,71	100	14

Pour les classes I et II, tous les échantillons proviennent respectivement de l'étage aride inférieur et supérieur. La classe III comprend essentiellement des échantillons de l'aride inférieur et à moindre degré de l'aride supérieur ; la classe IV, des échantillons de l'aride moyen et du semi-aride. Quant à la classe V, les échantillons proviennent à part égale de l'aride moyen et supérieur et à un degré moindre du semi -aride.

La répartition des échantillons n'étant pas équilibrée selon les étages bioclimatiques, l'analyse de la contribution des classes aux étages permet d'apporter des informations complémentaires (tableau XXV).

Tableau XXV : Contribution des classes aux étages bioclimatiques (en%).

	I	II	III	IV	V	Total	Effectifs
Semi-aride	0	0	8,33	58,33	33,33	100	12
Aride Inf	58,33	0	41,67	0	0	100	12
Aride Moy	0	0	12,5	56,25	31,25	100	16
Aride Sup	0	6,25	25	37,5	31,25	100	16

Il est à signaler l'absence totale des échantillons du semi-aride dans les classes I et II; de l'aride inférieure dans les classes II, IV et V; de l'aride moyen dans les classes I et II et de l'aride supérieure dans la classe I. La majorité des échantillons de l'aride inférieur, du semi-aride et de l'aride moyen sont dans les classes I, IV et IV respectivement. Les échantillons de l'aride supérieur se répartissent entre les classes II, III, V et IV aux proportions respectives suivantes : 100/16, 100/4, 100/3,2 et 100/2,7.

Il est donc possible de dire que la classe des laits riches contient à part égale des échantillons en provenance du semi-aride et de l'aride moyen et supérieur. La classe des laits intermédiaires renferme uniquement des échantillons de l'aride inférieur.

3.2.2.5. Amélioration des paramètres de coagulation du lait recombinaé par coupage avec du lait ovin

3.2.2.5.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits et mélanges de laits

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes des caractéristiques physico-chimiques des différents laits analysés. Le lait recombinaé présente les valeurs les plus faibles, quel que soit le paramètre analysé, comparativement au lait cru ovin. Ces valeurs sont généralement constantes et leurs variations sont presque nulles du fait du barème strict appliqué auprès de l'unité de production. Alors que celles du lait de brebis sont variables et dépendent de plusieurs facteurs de variation (voire plus haut). Les valeurs moyennes obtenues, pour tous les paramètres analysés à l'exception du pH et de l'acidité, tendent à diminuer au fur et à mesure que la concentration du lait de brebis dans le mélange diminue ; C'est-à-dire que la valeur de chaque paramètre se rapproche de celle du lait de plus forte concentration dans le mélange.

Tableau XXVI : Composition moyenne des laits et mélanges de laits

	pH	Acidité (°D)	Densité	Extrait sec total (%)	Extrait sec dégraissé (%)	Lipide (%)
0%LR	6.75	17.25	1035.50	16.46	11.65	4.81
40% LR	6.73	18.00	1035.32	14.75	10.49	4.26
55% LR	6.67	16.88	1033.89	13.52	9.58	3.94
70% LR	6.73	16.00	1032.90	12.76	9.06	3.70
85% LR	6.71	15.13	1032.14	11.82	8.77	3.05
100% LR	6.75	15.00	1030.07	10.63	9.15	1.50

3.2.2.5.2. Estimation des paramètres de coagulation des laits

Le recours au lait recombinaé (LR) en technologie fromagère constitue une alternative pour les pays dont la production laitière est insuffisante. Or, les traitements technologiques qu'on applique pour l'obtention des poudres de lait, aussi sévère qu'ils soient pour garantir au moins une qualité microbiologique satisfaisante, peuvent compromettre l'aptitude à la coagulation. Ainsi, l'effet des traitements thermiques contribue à augmenter le temps de floculation, réduire la vitesse de raffermissement du gel et diminuer sa fermeté maximale

D'une part les laits préparés à partir de poudres peuvent avoir des aptitudes fromagères assez différentes de celle d'un lait frais, en particulier dans leur comportement à la coagulation et l'égouttage (LENOIR *et al*, 1997). D'autre part le lait de brebis (LB), connu

pour sa richesse en composants fromagers (DELACROIX-BUCHET *et al*, 1994), donne à la coagulation un caillé ferme (ASSENAT, 1985). Or Plusieurs auteurs (STORRY *et al*, 1983 ; DELACROIX-BUCHET *et al*, 1994) ont mis en évidence l'influence de la composition physico-chimique du lait sur les paramètres rhéologiques des fromages.

Le temps de prise (figure 15) et le temps de coagulation (figure 16) ont tendance à diminuer progressivement au fur et à mesure que la proportion du lait de brebis ajoutée au lait recombinaé augmente et les gels deviennent de plus en plus fermes (figure 17).

Le temps de prise moyen du lait de brebis analysé estimé à 5.42min, est bien meilleur que celui obtenu par DELACROIX-BUCHET *et al*(1994) ; PELLERGRINI *et al* (1994) et MARTINI *et al* (2008a). Cette divergence pourrait s'expliquer par les conditions opératoires (température et dose de présure) qui ne sont pas nécessairement identiques (PELLERGRINI *et al*, 1994). En revanche, les races Italiennes, *Comisana*, *Massese* et *Sarda* présentent un temps de prise similaire au nôtre, estimé respectivement à 4.78, 5.94 et 4.21 min (MARTINI et CAROLI, 2003).

La composition du lait constitue aussi un facteur qui influe sur la coagulation du lait (REMEUF *et al*, 1991 ; COLLIN *et al*, 1992 ; MARTIN et COULON, 1995). Les effets d'un certain nombre de traitements de correction (addition de calcium, acidification, concentration en protéines, chauffage à 80°C, maintien à 25°C pendant 24h) sur les aptitudes à la coagulation des laits de chèvre, brebis et vache ont fait l'objet d'une étude par REMEUF et RAYNAL (2001). Il semble d'après cette étude que les traitements thermiques altèrent beaucoup plus l'aptitude à la coagulation enzymatique du lait de vache.

A cet effet, le temps de prise obtenu pour le lait recombinaé a été estimé à 11.83 min (plus de deux fois celui obtenu avec du lait de brebis). Il est admis que les laits reconstitués ont des comportements lors de la coagulation sensiblement différents de ceux d'un lait cru et aussi d'une poudre à l'autre en fonction des modalités de fabrication (LENOIR *et al*, 1997b).

Selon ces mêmes auteurs, le taux de reconstitution, le pH à l'emprésurage, la dose et la forme de l'apport de calcium constituent des facteurs qui influent sur le comportement des laits reconstitués à la coagulation par la présure. Plus le traitement thermique est sévère, plus le temps de floculation est important, ceci s'explique par la diminution de la vitesse d'hydrolyse de la caséine κ suite à la dénaturation des protéines solubles, en particulier β -Lg comme stipule FERRON-BAUMY *et al* (1991).

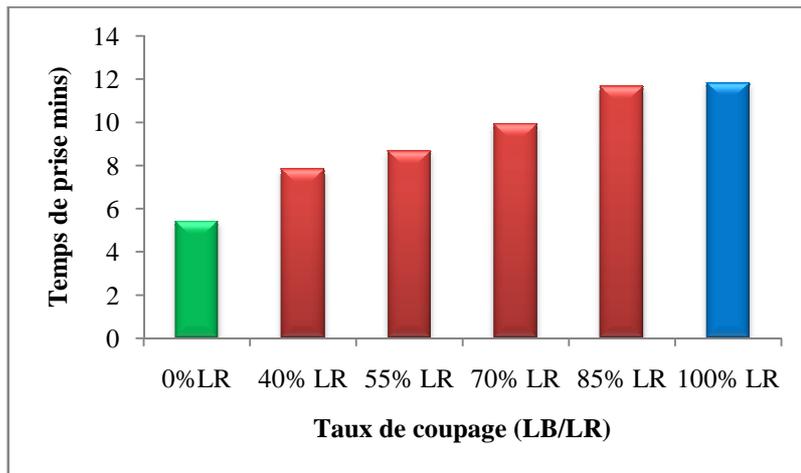


Figure 15 : Effet du coupage sur le temps de prise

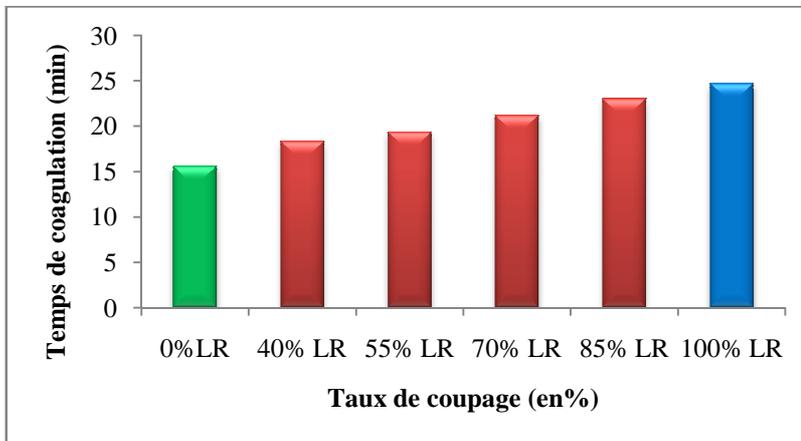


Figure 16 : Effet du coupage sur le temps de coagulation

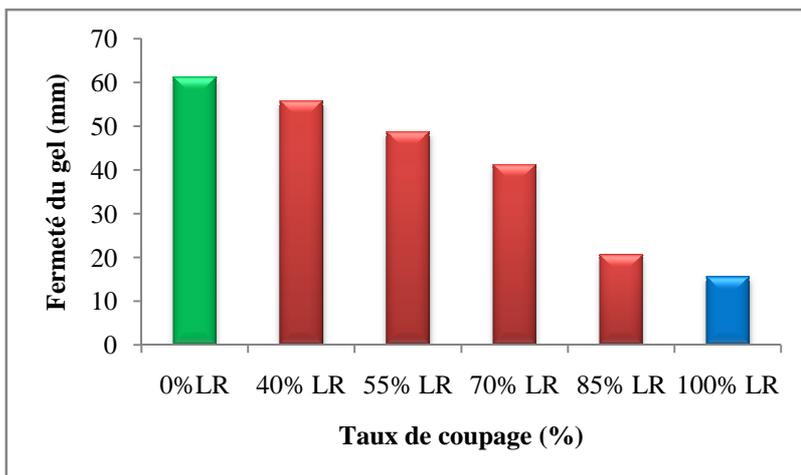


Figure 17 : Effet du coupage sur la fermeté du gel

En ce qui concerne la fermeté du gel, ce dernier est plus ferme lorsqu'on utilise du lait de brebis seul. La fermeté du gel ainsi obtenu et estimé à 61 mm se rapproche de celles évoqués par DELACROIX-BUCHET *et al*(1994) ; PELLERGRINI *et al* (1994) et bien supérieure à celles obtenues par MARTINI et CAROLI (2003) et MARTINI *et al* (2008a).

Cette fermeté diminue au fur et à mesure que le taux d'incorporation du lait de brebis dans le lait recombinaé diminue jusqu'à atteindre son point le plus faible avec uniquement du lait recombinaé. Selon LENOIR *et al* (1997), les laits reconstitués coagulent lentement et tendent à former des gels assez mous et fragiles. LABLEE (1990) signale que la fabrication du fromage, à partir du lait recombinaé, ne pose pas de problème s'il s'agit de fromages à faible extrait sec et à caractéristiques lactiques par contre les fabrications à extrait sec plus élevé représentent quelques difficultés.

L'effet de quatre facteurs principaux de coagulations (dose de la présure, addition de CaCl₂, pH et T° d'emprésurages) sur l'évolution du temps de floculation et des propriétés rhéologiques des coagulums obtenus avec un lait écrémé reconstitué à partir d'une poudre « low-heat » a été mis en évidence par RAMET et WEBER (1980).

3.2.2.5.3. Effet des caractéristiques physico-chimiques sur les paramètres de la coagulation

L'étude des corrélations nous révèle que la fermeté du gel est le paramètre le plus corrélé avec les caractéristiques physiques et chimiques du lait (tableau XXVII). Le temps de coagulation (TC) est beaucoup plus lié à la composition chimique (EST et MG) et à l'acidité qu'aux caractéristiques physiques (pH et densité) alors que le temps de prise (TP) dépend beaucoup plus de la matière grasse et de l'extrait sec total que de l'acidité. Entre autre le pH n'a aucun effet significatif « apparent » sur la coagulation du lait, la densité et l'extrait sec dégraissé ne sont corrélés qu'à la fermeté du gel et l'acidité affecte aussi bien le TC que la fermeté du gel. L'absence de l'effet du pH pourrait s'expliquer par la très faible variation de ce dernier (6.67-6.75). L'effet du pH est mis en évidence par plusieurs auteurs (REMEUF *et al*, 1991 ; NOEL *et al*, 1991 ; DAVIAU *et al*, 2000). Seuls l'extrait sec total et la matière grasse sont bien corrélés avec la coagulation. Plus le lait est riche en ces deux composants, plus le gel est ferme et moins sont les temps de prise et de coagulation.

Tableau XXVII : Corrélations entre les paramètres physico-chimiques et les paramètres de coagulation

Corrélations significatives marquées à $p < .05000$ (N=24)			
	TP	TC	Fermeté
TP	1.00	0.88	-0.51
TC	0.88	1.00	-0.55
Fermeté	-0.51	-0.55	1.00
pH	0.04	0.08	-0.12
Acidité	-0.40	-0.51	0.70
Densité	0.09	0.09	0.69
EST	-0.43	-0.60	0.68
ESD	-0.24	-0.38	0.55
MG	-0.59	-0.76	0.71

La fermeté du gel et son égouttage lent s'expliquent par le taux élevé de la matière grasse ovine qui freine la synérèse (STORRY *et al*, 1983). Les corrélations enregistrées entre les paramètres de coagulation rejoignent celles obtenues par UBERTALLE *et al* (1990).

3.3. Isolement et comportement électrophorétique des protéines

3.3.1. Comportement électrophorétique des protéines sériques

En PAGE-native la mobilité des fractions protéiques dépend à la fois de leur charge et de leur PM (PESIC *et al*, 2011a). Selon LIN *et al* (2010), il s'agit d'une méthode bien adaptée pour la séparation des protéines sériques. En effet, en absence d'agent dissociant et d'agent réducteur, les protéines du lactosérum sont facilement identifiables, car les caséines ne sont pas séparées (CHEFTEL *et al*, 1985). Aussi PESIC *et al* (2011a) préconisent l'emploi de cette technique pour déceler et quantifier des éventuelles adultérations du lait caprin ou ovin par du lait bovin.

L'examen des diagrammes électrophorétiques (figure 18) permet de tirer deux remarques. La première réside dans le fait que les profils de séparations obtenus présentent beaucoup de similitude et d'homogénéité entre les différents échantillons du lait cru ovin analysé. La deuxième permet de constater que certaines bandes se caractérisent par des niveaux de migration similaires à ceux des protéines du lait de vache. Ces dernières migrent en cinq bandes bien distinctes qui peuvent être caractérisé par leur mobilité électrophorétique comme étant : Ig, PP, BSA, α -La, et β -Lg en s'appuyant sur les données bibliographiques d'EGITO *et al* (2001).

Le profil électrophorétique obtenu pour le lait cru ovin analysé montre l'existence de six bandes (1 à 6) dont trois bien focalisées (4,5 et 6). Parmi celles-ci les bandes 4 et 6 présentent

des niveaux de migration identiques à ceux de la BSA et de l' α -La respectivement. Alors que la bande 5 se trouve entre ces deux protéines.

En se basant sur les travaux de PESIC *et al* (2011b) pour qui la migration des protéines sérique du lait ovin suit l'ordre croissant de mobilité électrophorétique suivant : la SA, l' α -La et la β -Lg et que le niveau de migration des deux dernières est moins élevées que celui rencontré dans le lait bovin. Ceci nous mènent à penser que les bandes 4, 5 et 6 correspondent respectivement à la SA, l' α -La et la β -Lg. D'autant plus que cette confirmation nécessite l'isolement de chaque fraction et le séquençage de leur partie N-terminale.

Bien que la β -Lg ovine présente deux variants majeurs β -LgA et β -LgB (AMIGO *et al*, 1992 ; MAYER, 2005 ; PESIC *et al*, 2011a et b), ceux-ci n'apparaissent que sous forme d'une seule bande intense dont la mobilité électrophorétique est similaire à celle de l' α -La bovine. Ce résultat se trouve en accord avec les résultats obtenus par ces derniers auteurs. La mise en évidence de ces deux bandes peut être possible en ayant recours à d'autres techniques telles que l'isoélectrofocalisation (AMIGO *et al*, 1992 ; MOATSOU *et al*, 2005), l'électrophorèse capillaire (RECIO *et al*, 1997), chromatofocalisation (FERNANDEZ-ESPLA *et al*, 1993). En présentant la plus haute mobilité électrophorétique par rapport à toutes les autres protéines, la β -Lg bovine est détectée en PAGE-native pour déceler un éventuel mélange du lait ovin avec celui bovin (PESIC *et al*, 2011a).

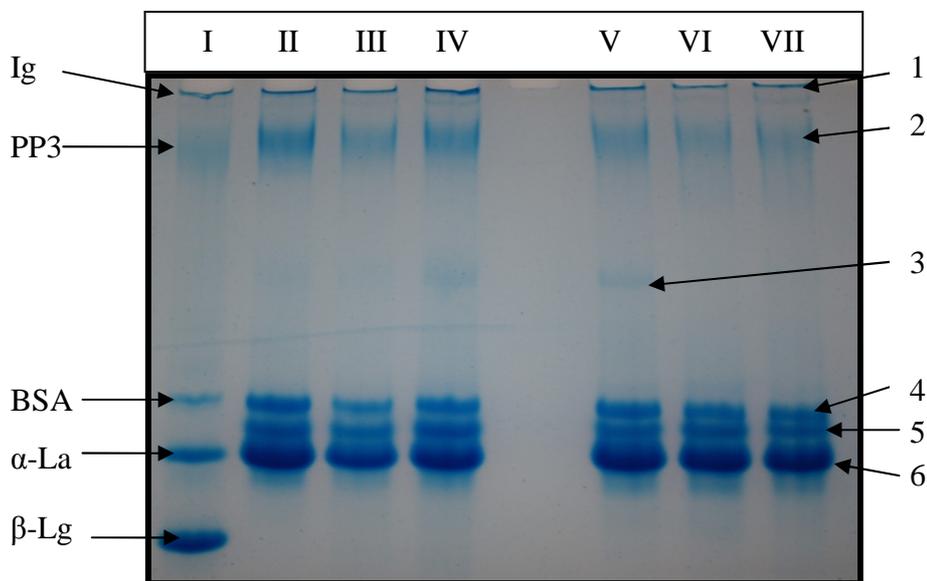


Figure 18 : Electrophorégramme des protéines sériques du lait de brebis en PAGE-native ; (T= 12 %, C=2,9 %).

I : Lait de vache ;

II, III et IV : lait de brebis issu de la race OD, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

V, VI et VII : lait de brebis issu de la race R, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

1 à 6 : bandes protéiques décelées dans les différents échantillons ovins.

3.3.2. Comportement électrophorétique des caséines

En présence d'urée comme agent dissociant et de 2-mercaptoéthanol comme agent réducteur, il a été possible de séparer les caséines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. Ces deux agents agissent en dénaturant les molécules protéiques par destruction de leurs structures tridimensionnelles natives en rompant les liaisons hydrogènes et les ponts disulfures donc de réduire les interactions entre les différents composants.

Du fait de la persistance de la coloration bleue du gel, la visualisation des bandes de caséines est rendue difficile par photographie. Celles-ci sont schématisées sur la figure 19.

Dans le lait bovin, on distingue quatre bandes caséiniques bien séparées et qui correspondent, en partant du dépôt, aux γ -caséines, β -CN, α_{s2} -CN et α_{s1} -CN en se basant sur la mobilité électrophorétique issue de la littérature (PESIC *et al*, 2011a,).

Indépendamment de la race et de la période de prélèvement, les caséines ovines migrent en cinq bandes de fortes intensités réparties en deux zones bien distinctes : zone 1 avec deux bandes et zone 3 avec 3 bandes. La première zone se situe aux limites de γ -CN et β -CN bovines tandis-que la seconde se caractérise par une mobilité électrophorétique plus faible que celle des caséines α_s bovines. Ce même comportement a été observé par DALL'OLIO *et al* (1990) et MOATSOU *et al* (2004). PESIC *et al* (2011a) signalent que κ -CN et β -CN ont la même mobilité électrophorétique dans le lait des trois espèces ovine, caprine et bovine d'une part et que la caséine α_{s1} ovine migre lentement que celle caprine et bovine mais avec une intensité plus importante. Il est a signalé que la migration des caséines ovines investigué par DALL'OLIO *et al* (1990) suit l'ordre de mobilité décroissante suivant : κ -CN β -CN+ κ -CN, α_{s1} -CN et α_{s2} -CN ; alors que pour TRUJILLO *et al* (2000), cette ordre est de type κ -CN, α_{s2} -CN, α_{s1} -CN et β -CN ; aussi RECIO *et al* (1997) et CLEMENT *et al* (2006) évoquent l'ordre de migration des caséines ovines suivant : α_{s2} -CN, α_{s1} -CN, κ -CN et β -CN.

D'après DALL'OLIO *et al* (1990) et MOATSOU *et al* (2004), les caséines ovines α_s et β migrent selon deux groupes distincts ; Les β -CN avec deux bandes appelés β_1 et β_2 caséines et les α_s -CN avec trois bandes nommées α_{s1} , α_{s2} et α_{s3} -CN selon leur mobilité électrophorétiques. Selon MAYER (2005), l' α_{s1} -CN bovine peut être utilisé comme marqueur permettant de mettre en relief la présence du lait bovin dans celui ovin ou caprin d'une part et que d'autre part la PAGE-urée peut être aussi considéré comme méthode fiable de détection d'adultération du lait ovin ou caprin par du lait bovin.

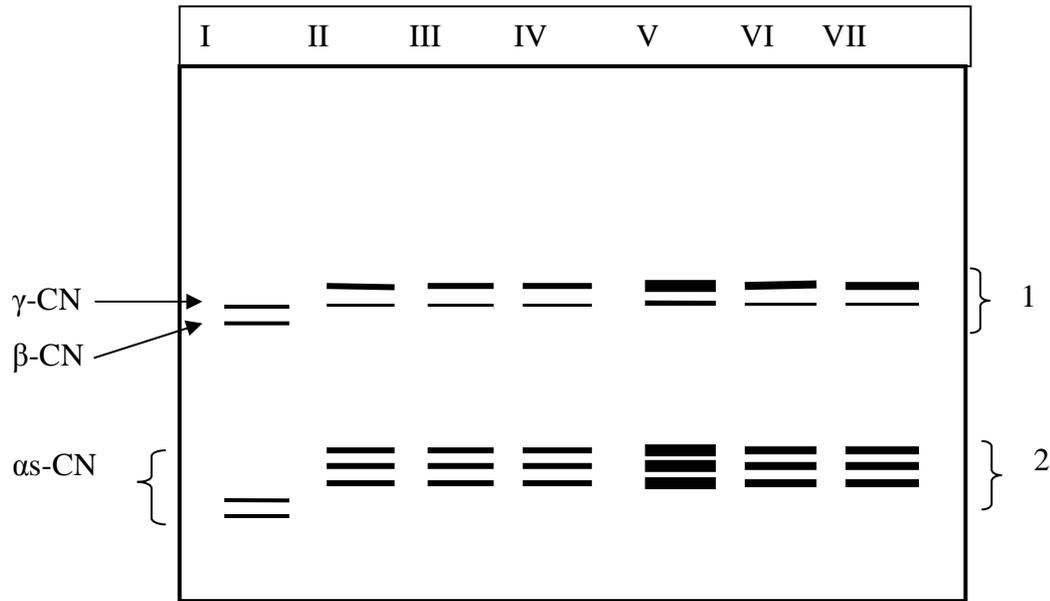


Figure 19 : Représentation schématique de l'électrophorogramme des caséines du lait ovine en PAGE-urée (5.7M) ; gel de concentration (T= 4 % et C=2.7 %) et gel de séparation (T=13 % et C=2,7 %).

I : Lait de vache ;

II, III et IV : lait de brebis issu de la race *OD*, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

V, VI et VII : lait de brebis issu de la race *R*, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

1 et 2 : zones distinctes de protéines décelées dans les différents échantillons ovins.

3.3.3. Comportement des protéines sériques et des caséines en PAGE-SDS

La particularité du SDS, en plus de la dénaturation de la protéine, est qu'il se fixe dessus à raison de deux molécules par acide aminé. La charge native des protéines est faible, donc négligeable par rapport aux charges portées par le SDS. Il en résulte qu'en présence de SDS, la migration des protéines est conditionnée par leur masse moléculaire.

Les protéines sériques ovines de nos échantillons en PAGE-SDS présentent une certaine homogénéité pour l'ensemble des bandes visualisées au nombre de six (marqué de 1 à 6) (figure 20). Deux bandes (2 et 6) sont à forte intensité et présentent des niveaux de migration analogue à ceux de la BSA et de l' α -La bovine. Les bandes 1 et 3 pourraient correspondre aux immunoglobulines ovines appartenant à deux classes différentes en se basant sur les PM calculés et théoriques (tableau XXVIII) et en se référant aux données bibliographiques. La bande 5, dont la MM estimée à 17 125Da est en fait formée de deux fines bandes contiguës, peu apparentes après photographie, mais visualisables sur le gel initial. Ces deux bandes migrent juste après la β -Lg bovine et pourraient de ce fait correspondre à des variants de la β -Lg ovines déjà mises en évidence par plusieurs auteurs (KOLDE et BRAUNITZER, 1983 ; ERHARDT, 1989 ; FERNANDEZ-ESPLA *et al* 1993 ; SCHLEE *et al*, 1993 ; RECIO *et al*, 1997).

La bande 4, observée uniquement pour deux échantillons de lait issu de la race *Rumbi* ne pourrait être qu'un contaminant caséinique plus qu'un variant génétique d'une protéine quelconque.

Les profils obtenus pour les protéines sériques en PAGE-SDS concordent avec ceux obtenus par PELMUS *et al* (2012) en examinant le polymorphisme protéique du lait ovin issu de race local Roumaine. Ces auteurs notent aussi que les protéines ovines présentent une faible mobilité électrophorétique, aussi bien pour les protéines sériques que pour les caséines, comparativement à ceux bovines.

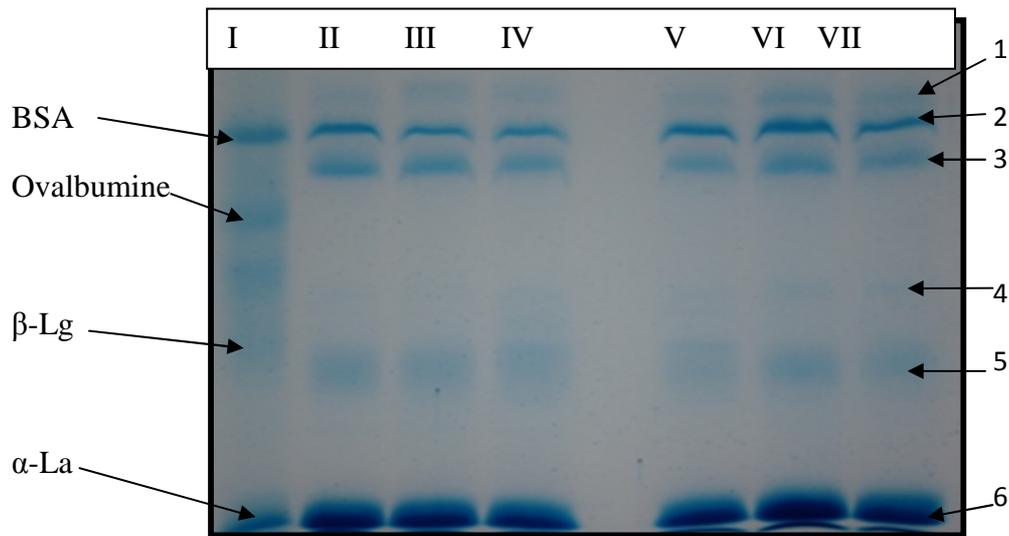


Figure 20 : Electrophorégramme des protéines sériques du lait de brebis en PAGE-SDS, gel de concentration (T= 4 % et C=2.7 %) et gel de séparation (T=15 % et C=2,7 %).

I : Protéines étalon ;

II, III et IV : lait de brebis issu de la race *OD*, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

V, VI et VII : lait de brebis issu de la race *R*, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

1 à 6 : bandes protéiques décelées dans les différents échantillons ovins.

Pour les caséines, quatre bandes caractérisent l'électrophorégramme obtenu pour les différents échantillons du lait cru ovin collecté dans la région de Djelfa. Ces bandes, notées 1 à 4 selon leur mobilité électrophorétique croissante, sont bien focalisées mais d'intensités variables (figure 21). De plus ces bandes se distribuent de manière homogène pour tous les échantillons. En effet avec le même nombre, elles migrent au même niveau quel que soit l'échantillon.

Bien que ces bandes puissent être considérées comme étant respectivement κ -CN, β -CN, α S1-CN, α S2-CN en se basant sur les résultats obtenus par VAIRO CAVALI *et al* (2008), il a été difficile pour CALAVIA et BURGOS (1998) d'avoir une bonne séparation des caséines en PAGE-SDS plus particulièrement la κ -CN

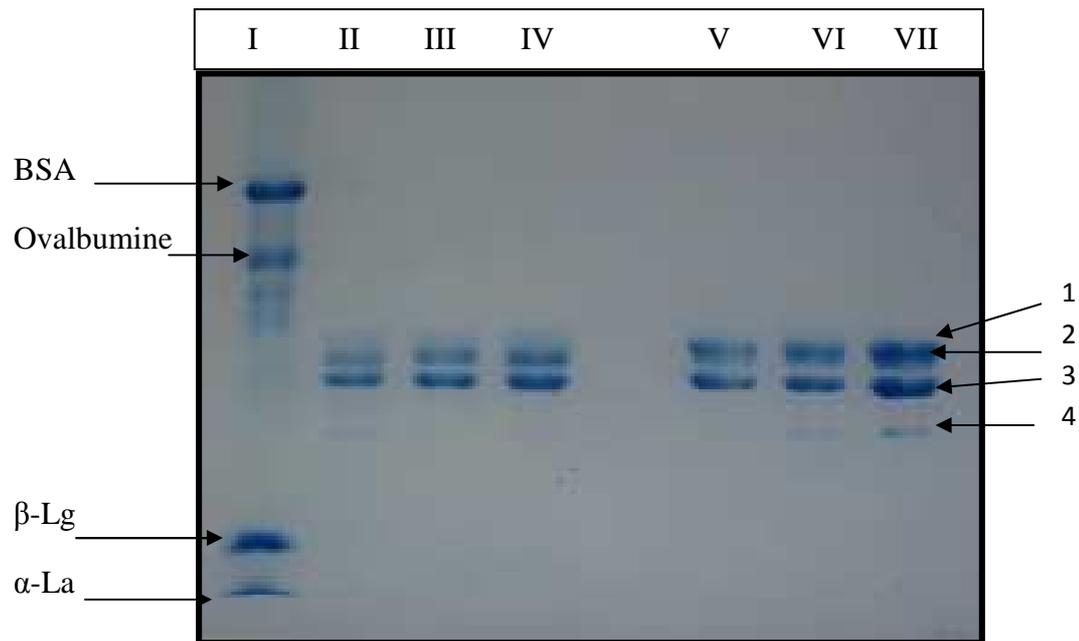


Figure 21 : Electrophorogramme des caséines du lait de brebis en PAGE-SDS ; gel de concentration (T= 4 % et C=2.7 %) et gel de séparation (T=15 % et C=2,7 %).

I : Protéines de références ;

II, III et IV : lait de brebis issu de la race *OD*, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

V, VI et VII : lait de brebis issu de la race *R*, prélevé pendant les mois janvier, février et mars respectivement;

1 à 4 : bandes protéiques décelées dans les différents échantillons ovins.

Le PM de β -lg obtenu s'intercale entre 16100 (FERNANDEZ-ESPLA *et al*, 1993) et 18148-18170 (TRUJILLO *et al*, 2000) à 18300 (HERNANDEZ-LEDESMA *et al*, 2011) et celui de l' α -La se rapproche aussi bien de celui du lait ovine évoqué par ces mêmes auteurs que de celui du lait bovin estimé à 14178 (FARRELL *et al*, 2004) (tableau XXVIII).

Tableau XXVIII : Poids moléculaires (Da) des protéines sériques du lait ovine comparé à ceux du lait bovin

Protéine	Lait de brebis				Lait de vache
	TRUJILLO <i>et al</i> , 2000	HERNANDEZ-LEDESMA <i>et al</i> , 2011	FERNANDEZ-ESPLA <i>et al</i> , 1993	Présente étude	FARRELL <i>et al</i> , 2004
Ig	/	/	/	67350	150000-1000000
SA	66322	/	/	66000	66399
PP	/	/	/	50483	/
β -lg	18148-18170	18300	16100	17125	18277-18363
α -La	14152	14000	/	14000	14178

Pour ce qui est du PM des caséines (tableau XXIX), ces derniers se rapprochent de ceux du lait ovin (TRUJILLO *et al*, 2000) et du lait bovin (FARRELL *et al*, 2004) avec cependant quelques variations qui seraient dues à des différences d'ordre génétiques des femelles laitières considérées. C'est là que le séquençage partiel est intéressant à réaliser pour montrer si on est en présence ou non de la même protéine ou de son variant qui peut se singulariser par la substitution d'un ou plusieurs acides aminés, par le nombre de résidus phosphorylés et enfin par la nature de la chaîne glucidique qui pourrait être rattachée à la protéine.

Tableau XXIX : Poids moléculaires (Da) des caséines du lait ovin comparé à ceux du lait bovin

Protéine	Lait de brebis		Lait de vache
	TRUJILLO <i>et al</i> , 2000	Présente étude	FARRELL <i>et al</i> , 2004
α_{S1} -CN	23411	23686	23615-23542
α_{S2} -CN	25616	25456	25226
β -CN	23750	22039	23983-24092
κ -CN	19373	19080	19006-19037

3.4. Evaluation de la qualité microbiologique

3.4.1. Qualité microbiologique

La fréquence de distribution des différents paramètres microbiologiques est illustrée par la figure 22.

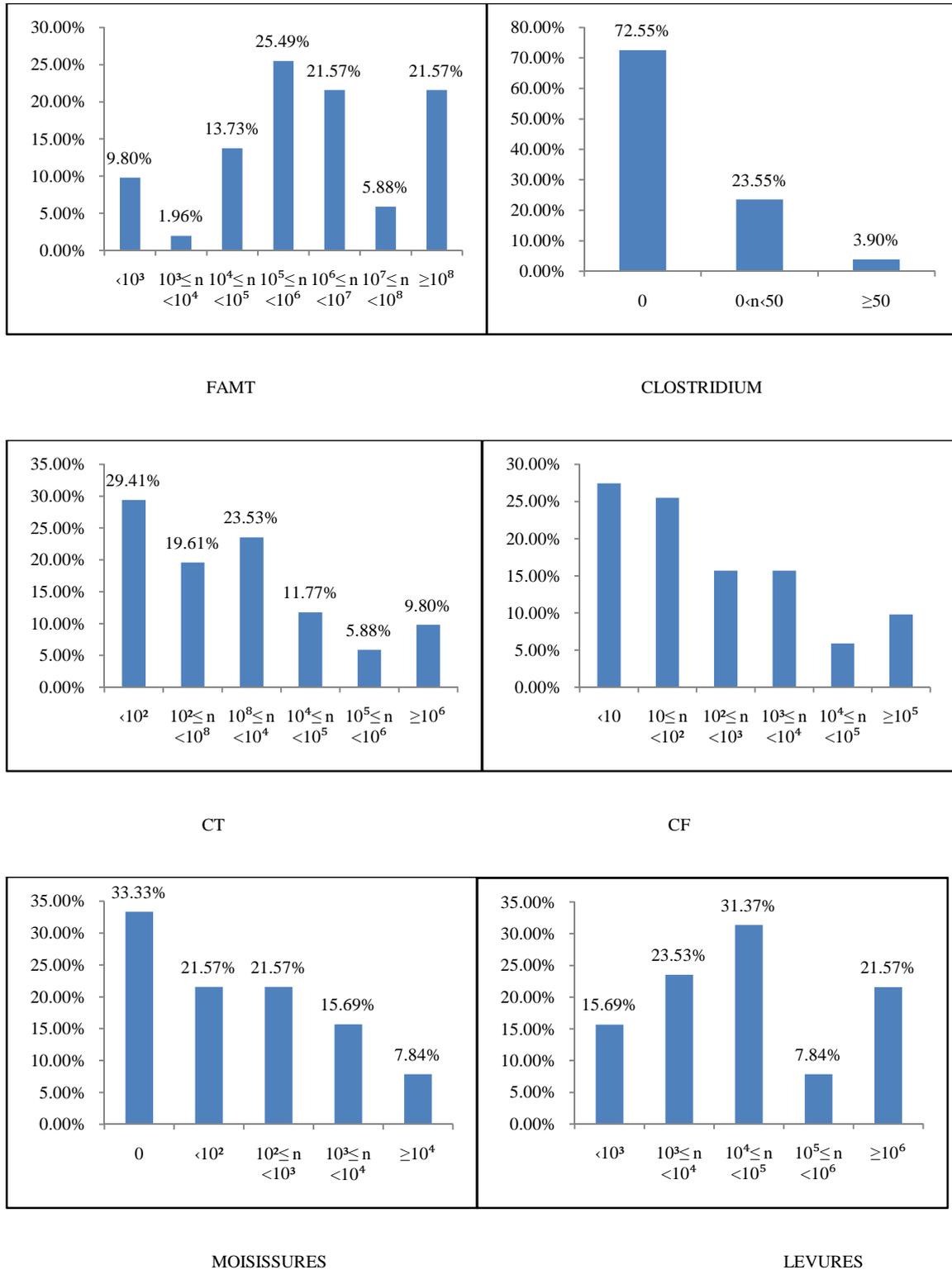


Figure 22: Fréquence de distribution des différents paramètres microbiologiques

Les caractéristiques descriptives des paramètres microbiologiques des laits sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau XXX: Caractéristiques descriptives des flores microbiennes (germes/ml)

Flore microbienne	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
FAMT	$2,3.10^7$	$4,1.10^7$	10^8	$5,8.10^2$
Coliformes Totaux	$1,1.10^5$	$2,9.10^5$	10^6	0
Coliformes Fécaux	$1,5.10^4$	$3,3.10^4$	$1,1.10^5$	0
LEVURES	$2,4.10^5$	$4,1.10^5$	10^6	$1,6.10^2$
MOISSURE	$3,4.10^3$	$1,3.10^4$	$8,4.10^4$	0

3.4.1.1. Qualité hygiénique

Pour l'ensemble des éleveurs, la contamination moyenne des laits en flore totale est de $2,3.10^7$ germes/ml avec une dispersion très importante des valeurs autour de la moyenne ($4,1.10^7$), ce qui témoigne de la variabilité des pratiques de traite d'une ferme à l'autre.

La flore totale est considérée comme indicateur général de qualité globale du produit. Elle révèle les conditions de production, plus particulièrement les pratiques hygiéniques lors de la traite. Les résultats obtenus permettent de constater des contaminations importantes au niveau de la ferme. En effet 60% des laits dépassent les normes Européennes (500.10^3 ufc/ml pour le lait cru destiné à la fabrication de produits au lait cru, $1,500.10^3$ ufc/ml pour le lait destiné aux traitements thermiques) fixées par la directive 92/46 (Directive 92/46, 1992). Ces résultats sont, de loin supérieurs, à ceux trouvés par plusieurs auteurs dans divers pays: en Suisse (MUEHLERR *et al*, 2003 ; ZWEIFEL *et al*, 2005); en Espagne (GONZALO *et al*, 2006) ; au nord-est de la Grèce (ALEXOPOULOS *et al*, 2011) et au Maroc (BOUAZZA *et al*, 2012). L'importance de cette contamination microbienne dans la ferme peut avoir plusieurs causes (MICHEL *et al*, 2001 ; ZWEIFEL *et al*, 2005 ; GONZALO *et al*, 2006).

Indicateurs de l'hygiène générale et d'une contamination fécale, les coliformes totaux et fécaux sont présents à des valeurs moyennes plutôt élevées: respectivement $1,1.10^5$ et $1,5.10^4$ (germes/ml) pour les coliformes totaux et fécaux avec un écart type respectif de $2,9.10^5$ et $3,3.10^4$. Un pourcentage de 29,41% des laits analysés ont moins de 100 germes /ml en coliformes totaux contre 27,45% qui sont très fortement contaminés (supérieur à 10^4 germes/ml). Pour les coliformes fécaux, plus de 68% des laits ont une charge inférieure à 10^3 germes/ml, le reste accuse une contamination élevée (supérieure à 10^3).

De même, la flore fécale représentée par les coliformes totaux et fécaux était présente à des taux plutôt élevés par rapport à ceux trouvés dans la littérature (ALBENZIO *et al*, 2003 ; D'AMICO et DONNELLY, 2010). Ceci est dû au non-respect des bonnes pratiques hygiéniques lors de la traite. D'AMICO et DONNELLY (2010) ont trouvé que 93% des échantillons de lait analysé ont moins de 100 ufc/ml contre seulement 29,41% dans notre étude. La présence de bactéries coliformes n'indique pas nécessairement une contamination fécale directe du lait mais plus précisément un indice de mauvaises conditions hygiénique et sanitaire au moment de la traite et pendant les manipulations ultérieures (YUCEL et ULUSOY, 2006).

Pour la flore fongique, les moisissures sont moins abondantes que les levures ($3,4.10^3$ vs $2,4.10^5$). Seulement 7,8% des laits ont une charge supérieure à 10^4 germes/ml en moisissures contre 60,78% des laits pour la même charge mais en levures. Les moisissures sont absentes pour 33,33% des laits analysés.

Considérée comme flore d'intérêt technologique (MICHEL *et al*, 2001), mais aussi d'altération (WALKER, 1988), la flore fongique peut être redoutable si elle est toxigène. Les résultats de notre étude montre que la flore fongique et plus particulièrement les moisissures sont moins abondants que les autres flores (un tiers des laits est exempt de moisissures et plus de la moitié ont moins de 100 ufc/ml). Cette tendance confirme celle de MICHEL *et al* (2001) et TORMO *et al* (2011). Nos résultats rejoignent ceux de BOUAZZA *et al* (2012) et sont supérieurs à ceux rapportés par PREJIT *et al* (2007).

3.4.1.2. Qualité sanitaire

Les taux de prévalence des germes dangereux observés dans les échantillons de lait analysés sont très variables mais restent faibles (tableau XXXI). Le risque lié à la consommation du lait cru et des produits qui en découlent réside dans la présence de bactéries pathogènes voire sécrétrices de toxines. La flore pathogène est représentée essentiellement par *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* sécrétrice de shiga-toxine, *Listeria monocytogenes*, *Salmonellaspp*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium spp*, *Brucella spp* et autres (OLIVER *et al*, 2009 ; D'AMICO et DONNELLY, 2010).

Tableau XXXI: Prévalence des contaminants microbiens

Germes	Cas positifs	Prévalence (%)
<i>Salmonella</i>	0	0
Streptocoques fécaux	22	43.14
<i>Escherichia coli</i>	9	17.65
<i>Brucella</i>	7	13.73
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	9.8
Anaérobies sulfito-réducteurs	14	28

L'absence de *Salmonella* spp. Dans notre étude a été aussi observée par LITTLE et De LOUVOIS (1999) en Grande Bretagne, MUEHLHERR *et al* (2003) en Suisse et BOUAZZA *et al* (2012) au Maroc pour le lait de brebis bien que OLIVER *et al* (2009) rapportent que *Salmonella* spp. et *Listeria monocytogenes* sont les germes pathogènes les plus isolés du lait bovin.

Plusieurs germes pathogènes sont impliqués dans les infections intra mammaires mais *Staphylococcus* spp. sont les plus incriminées dans les mammites ovines (CONTRERAS *et al*, 2007). Malgré que ces dernières se singularisent par leur faible fréquence chez la brebis (5% des cas contre 30% chez la vache), *Staphylococcus aureus* en est responsable pour plus de 80% des cas cliniques (RONDIA et DELFOSSE, 2007).

Le résultat de détection de *Staphylococcus aureus* dans notre étude montre la présence de ce germe dans 9,8% des échantillons. La présence de ce pathogène constitue un risque pour la santé des consommateurs et est responsable des intoxications alimentaires, néanmoins cette prévalence est nettement moindre que celle rapportée par HAHN *et al* (1992) et D'AMICO et DONNELLEY (2010) mais reste inquiétante en comparaison avec les résultats obtenus par BOUAZZA *et al* (2012). ALEXOPOULOS et son équipe (2011) ont détecté la présence de *Staphylococcus aureus* dans tous les échantillons de lait analysés pour une charge moyenne de 3,94 log cfu/ml.

La fréquence de prévalence constatée, dans notre étude, pour *Escherichia coli* est supérieure à celle rapportée en Suisse par MUEHLHERR *et al* (2003) (17,65% vs 12,7%) mais inférieure à celle menée en Angleterre et à Wales par LITTLE et De LOUVOIS (1999) (17,65% vs 50%). Plusieurs auteurs ont rapportés l'absence totale des souches pathogènes d'*E.coli* dans les échantillons de laits analysés (LITTLE et De LOUVOIS, 1999 ; MAURER et SCHAEREN, 2007 ; D'AMICO et DONNELLEY, 2010) ; d'autres ont pu détecter ces

dernières mais avec des fréquences d'isolement assez variables : 0,84% (5cas positifs pour 595 échantillons de lait analysés) (REY *et al*, 2006), 1% (1/100) (DONTOROU *et al*, 2003) et 12,7% (8/63) (MUEHLERR *et al*, 2003). La présence d'*E.coli* dans le lait a été toujours considérée comme indicateur de contamination fécale. Associée à des teneurs élevées, elle peut être à l'origine des diarrhées sévères chez les nourrissons et les adolescents (KORNALIJNSLIJPER *et al*, 2004) et la probabilité de présence des Entérobactéries pathogènes augmente (YUCEL et ULUSOY, 2006).

La fréquence élevée des Streptocoques fécaux confirme la malpropreté de la traite et accroît le danger d'apparition de gastro-entérites bien qu'ils soient moins souvent associés aux germes pathogènes que les coliformes fécaux (GUIRAUD, 1998). Ils sont très fréquents dans l'environnement de l'animal et ne sont que parfois pathogène opportunistes. Ils ont été détectés dans 22 échantillons sur 54 (43,14%) lors de notre étude contre 17échantillons sur 26 (65,38%) dans l'étude menée en Angleterre et à Wales (LITTLE et De LOUVOIS, 1999). Au Nord-Est de la Grèce, certains auteurs (ALEXOPOULOS *et al*, 2011) ont rapporté une contamination moyenne de l'ordre de 4,95 log cfu/ml pour le lait de brebis.

Les résultats de notre étude montrent une prévalence de 13,73% de cas positif au ring-test. L'étude menée par des chercheurs Iraniens entre 1971 et 1982 sur 8835 échantillons de lait issu des petit ruminants a montré que 5,8% des cas était positif vis-à-vis de *Brucella* et que l'espèce *Brucella melitensis* était prédominante (ZOWGHI *et al*, 1984). La brucellose constitue un problème majeur tant au point de vue sanitaire qu'économique. Le lait constitue la principale source d'origine animale qui peut transmettre cette maladie. C'est pourquoi les experts de la brucellose du comité mixte FAO/OMS (1971) recommandaient l'établissement d'une législation rendant obligatoire la pasteurisation du lait car d'une part les trois principales espèces de *Brucella* sont toutes excrétées dans le lait et qu'un traitement thermique type pasteurisation en permet la destruction.

Concernant le dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs, 72,55% de nos échantillons sont en accord avec ceux de l'étude menée au Maroc sur le lait de brebis (BOUAZZA *et al*, 2012) et seulement 3,9% des laits analysés ne répondent pas aux normes Européennes qui fixent une limite supérieure de 50/ml.

3.4.2. Influence des pratiques hygiéniques lors de la traite

(objet d'un article : Annexe 9.3)

3.4.2.1. Profils bactériologiques des laits

L'ACP réalisée sur les cinquante et un échantillons de lait nous a permis de distinguer deux grands axes de variation qui forment le premier plan en rapportant 46,8% de la variabilité totale (figure 23).

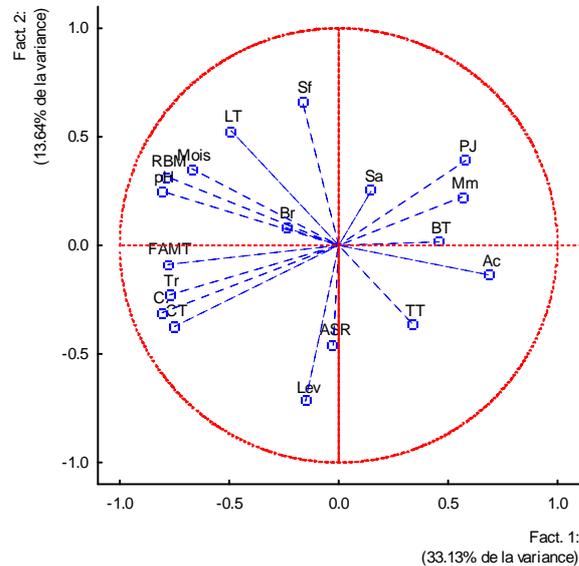


Figure23: Représentation des 18 variables actives sur le premier plan de l'ACP

Le premier axe, en expliquant 33,1% de la variation totale, représente des laits qui traduisent la qualité globale, liée aux variables (pH, acidité et flore totale « FAMT ») ainsi que la qualité hygiénique liée aux variables (CF et CT). Quant au deuxième axe, il représente 13,7% de la variation totale et oppose les laits riches en levures et ASR à ceux riches en SF; il rapporte la flore utile (technologique) liée aux levures et la flore pathogène (qualité sanitaire) liée aux anaérobies sulfitoréducteurs, aux streptocoques fécaux et au *staphylococcus aureus* ainsi qu'aux brucelles.

La classification hiérarchique issue de cette ACP a permis de distinguer six classes de lait (figure 24) dont les caractéristiques sont précisées au tableau XXXII.

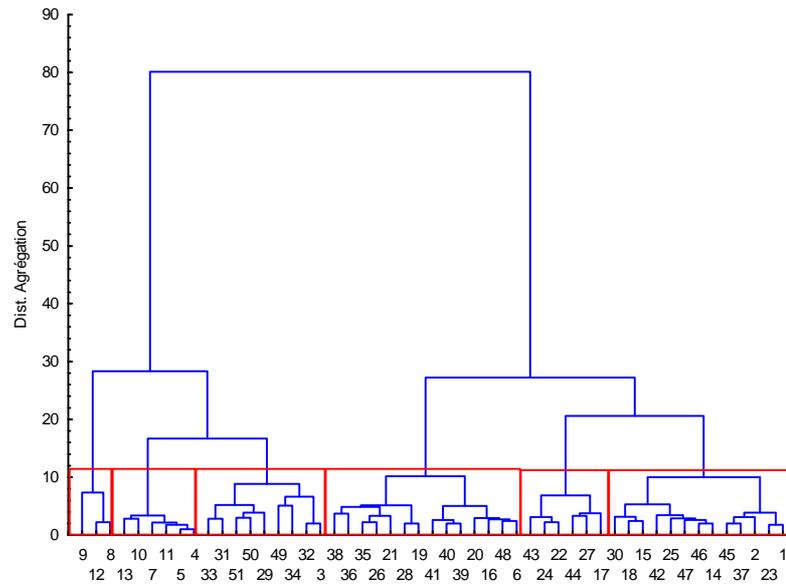


Figure 24: Dendrogramme de la classification hiérarchique

Tableau XXXII: Caractéristiques microbiologiques des classes de lait

Classe de laits	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P	Moy
Effectif	13	6	14	9	6	3		
FAMT (10 ⁶ /ml)	9.42 ^a	1.34 ^{ab}	16.2 ^b	0.491 ^a	85 ^{cd}	100 ^d	0.000	23
CT (10 ³ /ml)	0.04 ^a	66 ^b	113 ^b	142 ^b	686 ^c	356 ^{bc}	0.000	109
CF (10 ² /ml)	0.15 ^a	22 ^b	86.6 ^{bd}	2.9 ^b	765 ^c	501 ^{cd}	0.000	146
Brucelle (p) ^{°°}	7.69 ^a	0 ^a	0.07 ^a	55.6 ^b	0 ^a	0 ^{ab}	0.003	13.7
RBM	a	abcd	ac	bc	bd	d	0.000	
(>4h) [°]	100	100	92.9	77.8	16.7	0		78.4
(<4h et >2h)	0	0	7.14	22.2	0	0		5.88
(<2h)	0	0	0	0	83,3	100		15.7
Levures (10 ³ /ml)	20.1 ^a	863 ^b	337 ^{cd}	238 ^{de}	13 ^e	10.6 ^{ae}	0.000	239
Moisi (10 ² /ml)	0.6 ^a	140 ^{ac}	2.3 ^a	11.2 ^{ac}	58 ^b	136 ^{cb}	0.000	34.8
S. fécaux (p) [°]	30,8 ^a	50 ^{cd}	64,3 ^{cd}	66.7 ^d	0 ^{b1}	0 ^{c1}	0.024	43.1
S. aureus (p) [°]	0	16,7	21.4	0	16.7	0	0.380	9.80
ASR (0/ml) ^{°°}	92,3	83,3	50	55.6	83.3	100	0.076	72.6
(<50/ml)	7.69	16.7	50	22.2	16.7	0		23.5
(≥50/ml)	0	0	0	22.2	0	0		3.92
pH	6.65 ^a	6.64 ^a	6.59 ^a	6.55 ^a	6.13 ^b	5.80 ^c	0.000	6.5
Acidité	16.8 ^a	13.7 ^b	19.1 ^c	22.8 ^{de}	23 ^e	31.3 ^f	0.000	19.7

^{abcdetf}: sur une même ligne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à p<0.05

[°]: présence en pourcentage

^{°°}:les chiffres sont exprimés en pourcentage

¹: variance nulle entre C5 et C6

• Les laits de la classe 1 sont de qualité satisfaisante (la flore totale est inférieure à 10⁵ pour plus de la moitié des laits analysés et inférieure à 10⁶ pour plus de 90.9% des cas et dont

le temps de RBM est supérieure à 4heures pour l'ensemble des laits). Ils sont de meilleures qualités hygiéniques, ce sont les plus pauvres en CT, CF et en ASR, quelques rares cas de présence de SF (30.8%), absence totale de *S.aureus* et un cas de réponse positive au Ring test. Enfin ce sont les laits les moins chargés en levures et moisissures. Ce sont des laits au pH moyen normal (6,65) et dont l'acidité moyenne est estimée 16,8.

Ils proviennent des éleveurs (tableau XXXIII) qui pratiquent la traite quotidiennement, une fois par jour le plus souvent le soir. Trois quart de ces éleveurs ont une traite complète. Les brebis sont traitées par la femme du propriétaire, à l'air libre ou à l'étable, avec ou sans éliminations des premiers jets. Les mamelles sont parfois lavées, parfois non. Le nombre de brebis soumis à la traite est inférieur à 50 et dont la quantité de lait produite par brebis a été estimé par les éleveurs de cette classe à plus de 0.5l par jour.

- Les classes 2,3 et 4 regroupent les laits moyennement chargés en diverses flores. Les laits de la classe 4 sont les moins chargés en flore totale, en coliformes fécaux et en levures et les plus chargés en coliformes totaux que ceux des classes 2 et 3. Ils se caractérisent aussi par le taux de prévalence des brucelles et l'absence totale de *Staphylococcus aureus* et par leur acidité. La classe 2 se distingue de la classe 3 par la réponse négative au ring-test, la faible acidité, l'importance de la charge fongique, des teneurs faibles en coliformes et un temps de réduction du bleu de méthylène supérieur à 4heures pour l'ensemble des échantillons analysés.

Les laits de ces classes regroupent plus de 56% des éleveurs enquêtés. Ces derniers se répartissent inégalement entre ces classes et dont les caractéristiques varient d'une ferme à l'autre (tableau XXXIII). Ainsi les éleveurs de la classe 2 se distinguent par une traite quasi quotidienne et presque complète, sans élimination des premiers et généralement sans lavage des mamelles. Le nombre de brebis à la traite est compris entre 20 et 50, elles sont traitées par la femme du propriétaire ou le berger le plus souvent à l'air libre. Les éleveurs de la classe 4 se rapprochent de ceux de la classe 2 en matière de nombre de traite par jour, trayeur, lieu de traite, élimination des premiers jets et le nombre de brebis à la traite. Les éleveurs de la classe 3 pratiquent la traite souvent quotidiennement, une à deux fois par jour. La traite est généralement complète. Elle est pratiquée par la femme du propriétaire ou le berger, sans lavage des mamelles et sans élimination des premiers jets. Elle a lieu à l'air libre (71.4%) le matin comme le soir pour un effectif inférieur à 50 brebis.

- Les laits des classes 5 et 6 sont de loin les plus contaminés. Ces classes caractérisent les laits de très mauvaise qualité globale (une très forte charge microbienne supérieure à 108 et un temps de RBM inférieure à 2h) et aussi de très mauvaise qualité hygiénique (la charge

en CT est supérieur à 10^5 et celle en CF supérieur à 10^4). Ce sont aussi les laits les plus chargés en moisissures et faiblement chargés en levures. Cependant on constate l'absence totale de *Staphylococcus aureus*, de SF, d'ASR et de Brucelles c'est-à-dire de bonne qualité sanitaire. Ce sont les laits les plus acides (l'acidité moyenne dépasse 31 et dont le pH moyen avoisine 5,80).

Ces laits proviennent des éleveurs qui traitent tous leur brebis quotidiennement (pour la classe 6) et souvent occasionnellement ou périodiquement (pour la classe 5), une fois par jour le soir après le retour du troupeau à la bergerie par le berger. La traite est souvent incomplète sans lavage des mamelles, ni élimination des premiers jets et a lieu à l'étable. L'effectif soumis à la traite est supérieur à 20 brebis, parfois à 50. Les pratiques de traite rapportées aux classes de laits ainsi établies figurent au tableau XXXIII.

Tableaux XXXIII: Pratiques de traite selon les classes de laits

Classes de laits Effectifs	C1 13	C2 6	C3 14	C4 9	C5 6	C6 3	P
Traite :							0.039
quotidienne	9	6	8	5	1	3	
périodique	3	0	2	2	2	0	
occasionnelle	1	0	4	2	3	0	
nombre de traite /jour :							0.153
une fois	9	4	6	6	6	3	
deux fois	4	2	8	3	0	0	
moment de la traite :							0.323
le matin	3	0	2	5	1	0	
le soir	6	4	4	1	5	3	
matin et soir	4	2	8	3	0	0	
quantité du lait / brebis /j :							0.131
moins de 0.25l	0	1	3	1	2	1	
0.251 – 0.50l	4	2	3	7	3	1	
Plus de 0.50l	9	3	8	1	1	1	
Type de traite (TT):							0.033
Complète	9	4	12	9	2	1	
Incomplète	4	2	2	0	4	2	
Trayeur (Tr):							0.000
Berger	0	2	6	1	6	3	
Propriétaire	1	1	1	2	0	0	
Femme	12	3	7	6	0	0	
Lavage des mamelles (Mm)							0.036
Oui	7	2	2	5	0	0	
Non	6	4	12	4	6	3	
Lieu de traite (LT)							0.024
Etable	7	2	4	4	6	3	
Air libre	6	4	10	5	0	0	
Elimination des premiers jets (PJ)							0.070
Oui	7	1	2	3	0	0	
Non	6	5	12	6	6	3	
Nombre de brebis à la traite (BT)							0.017
0 – 20	9	1	8	4	1	0	
20 – 50	4	5	5	5	3	2	
50 - 100	0	0	1	0	2	1	

3.4.2.2. Effet des pratiques de traite

La principale concentration par ml en flore totale (plus de 10^6), en flore coliforme (plus de 10^5 et 10^4 respectivement pour les CT et CF) et en levure (plus de 10^5), se trouve dans les fermes qui possèdent plus de 20 brebis à la traite. Ce résultat rejoint ceux de MENA *et al* (2001) et DELGADO-PERTINEZ *et al* (2003) pour le lait de chèvre et MUEHLHERR *et al* (2003) pour le lait de brebis. ZWEIFEL *et al* (2005) ont constaté que plus le nombre d'animaux à la traite augmente, plus la flore totale dénombrée est importante.

Cette même concentration s'observe chez les fermes qui ne pratiquent pas de lavage des mamelles en plus de la charge importante en moisissure. Même si le lavage est pratiqué, il n'est fait qu'avec de l'eau sans désinfectant et sans ressuyage des mamelles avec une lavette collective. De plus cette eau est de qualité bactériologique à discuter, ce qui peut constituer une source non négligeable de contamination du lait, qu'elle soit utilisée pour l'abreuvement ou pour le nettoyage (GOYON et BADINAND 2003 ; BONFOH *et al*, 2006). Les mamelles sales incorrectement lavées, le matériel de traite mal nettoyé et/ ou présentant des défauts sont à l'origine des contaminations du lait à la ferme (CHATELIN et RICHARD, 1981).

Pour PITON et RICHARD (1982), la peau des mamelles constitue une source non négligeable de contamination du lait. La flore de la peau pourrait cependant contenir certaines bactéries lactiques (DESMASURES *et al*, 1997) et qui peut présenter une part non négligeable de la FAMT.

L'élimination des premiers jets est une pratique peu courante du fait que la quantité du lait produite par la brebis est déjà faible. Les éleveurs, en observant cette pratique, éliminent les premiers jets en les envoyant sur le sol. Or, de cette manière on contribue à multiplier les sources de contamination. La non élimination des premiers jets constitue un autre facteur de risque de contamination (BACIC *et al*, 1968). La quasi-totalité des éleveurs (38/51) qui ne pratique pas cette technique ont des laits qui sont chargés en diverses flores.

MICHEL *et al* (2001) considèrent l'élimination des premiers jets comme étant une purge de l'intérieur du trayon et élimine une forte quantité de microorganismes. Cependant, cette pratique ne réduit que de 1-4% la numération bactérienne (LOCHHEAD, 1939 cité par CLEGG, 1966) et que l'addition des premiers jets au lait initial n'augmente que très faiblement la charge microbienne, malgré qu'ils en sont très riches (BACIC *et al*, 1968).

L'élimination des premiers jets peut être utile à deux niveau, d'abord améliorer la qualité du lait (MICHEL *et al*, 2001), ensuite perçu comme un moyen pour déceler d'éventuel mammite subclinique à la ferme (RAKOTOZANDRINDRAINNY *et al*, 2007).

Les laits traités à l'étable sont plus chargés en FAMT, en coliformes et en moisissures et moins contaminés en levures que ceux traités à l'air libre. Ce dernier renferme des laits moins acide mais plus riche en flore pathogène. Le lieu de traite joue ainsi un rôle en tant que réservoir de flores des laits crus. La litière et l'air sont les deux composantes du milieu qui contribuent àensemencer le lait durant la période de traite. Les laits traités manuellement sur litière riche en foin sont relativement chargés en bactéries hétérolactiques (BOUTON *et al*, 2005). TORMO *et al*(2006) préconisent le renouvellement des litières et l'utilisation concomitante de produits jouant sur les paramètres des litières (pH, humidité) pour réduire les charges microbiennes des laits.

L'air peut jouer un rôle potentiel comme vecteur des flores des litières (TORMO *et al*, 2006). Plus la durée totale de traite est longue, plus le lait est laissé en contact avec l'air et plus la contamination par les germes de l'environnement est importante (FAYE et LOISEAU, 2002). MICHEL *et al* (2006) qualifient l'air du lieu de traite comme un réservoir intermédiaire dans la diversité des groupes microbiens et dans le rapport entre flore d'intérêt et flore d'altération.

Les laits sont moins chargés en FAMT, CT et CF lorsqu'ils sont traités par la femme du propriétaire que par le berger. Le lait traité par le propriétaire semble être plus chargé en CF et le plus contaminé en SF quoique ce dernier ne pratique la traite que très rarement. Ceci pourrait s'expliquer par le soin porté par la femme lors de la traite contrairement au berger ou même au propriétaire, plus particulièrement en matière de d'hygiène corporelle.

3.4.2.3. Corrélations entres les paramètres microbiologiques

Les faibles à moyennes corrélations enregistrés entre les différentes flores dénombrés lors de cette étude ont été observées par plusieurs auteurs plus particulièrement pour le lait de vache (BOOR *et al*, 1998; JAYARAO *et al*, 2004; ELMOSLEMANY *et al*, 2009). Ces faibles corrélations supposent que chaque dénombrement nous fournit des informations variables en relation avec les pratiques de traite et les sources possibles de contamination bactérienne et qu'aucun dénombrement ne permet de prédire l'autre (ELMOSLEMANY *et al*, 2009). Les résultats de cette étude ont montré que la qualité du lait cru ovin collecté en milieu steppique dépend de l'hygiène des animaux et de la conduite de la traite et que les causes de cette qualité sont très nombreuses et dépendantes l'une de l'autre qu'on ne peut les séparer et qui remontent en amont de la filière: pratique de la traite à la ferme.

3.4.3. Effet de l'étage bioclimatique (objet d'un article : Annexe 9.4)

3.4.3.1. Distribution des flores microbiennes entre les étages bioclimatiques

La charge moyenne en FAMT la plus élevée est observée pour les échantillons provenant de l'aride inférieur ($6,4 \cdot 10^7$ ufc/ml) par contre les laits du semi-aride sont les moins chargés ($1,2 \cdot 10^6$ ufc/ml). Les charges moyennes en coliformes varient de $3 \cdot 10^3$ (aride moyen) à $4 \cdot 10^5$ ufc/ml (aride inférieur) et de 10^2 (semi-aride) à $4,7 \cdot 10^4$ ufc/ml (aride inférieur) pour les coliformes respectivement totaux et fécaux.

La charge moyenne la plus élevée en levures est enregistrée dans l'étage aride supérieur ($4,1 \cdot 10^5$ ufc/ml), celle la plus faible dans l'étage aride inférieur ($1,5 \cdot 10^4$ ufc/ml). Pour les moisissures, les échantillons de l'aride inférieur sont les plus contaminés ($6 \cdot 10^3$ ufc/ml), ceux du semi-aride les moins chargés ($4,6 \cdot 10^2$ ufc/ml).

E.Coli varie de 6,66% (aride supérieur) à 34,46% (aride-moyen). *Brucella* spp., Streptocoques fécaux, *Staphylococcus aureus* étaient absent dans tous les échantillons au moins d'un étage.

Tous les échantillons du semi-aride sont exempt de *Staphylococcus aureus*, ceux de l'aride-inférieur, de *Brucella* spp. et de Streptocoques fécaux et ceux de l'aride supérieur de *Staphylococcus aureus*. Les échantillons les plus contaminés en *Brucella* spp. appartiennent à l'étage aride-supérieur (26,66%), ceux les moins contaminés à l'étage aride moyen (7,69%).

Le semi-aride renferme le maximum d'échantillons contaminés (70%) par streptocoques fécaux contre l'aride-supérieur (46,67%). La prévalence de *Staphylococcus aureus* se distribue inégalement entre les deux étages: aride-inférieur (15,38%) et aride moyen (23,07%). Par ailleurs, 28% des prélèvements sont positifs vis-à-vis de Clostridium et 13,33% des échantillons de l'aride supérieur dépasse les 50 germes par ml. Plus de 65% (66,67 à 80%) des échantillons de chaque étage est exempt de clostridium sulfito-réducteur. *Salmonella* n'a été détectée dans aucun échantillon de lait analysé.

3.4.3.2. Particularités microbiologiques des étages bioclimatiques

La qualité microbiologique des échantillons de lait analysés varie d'un étage à l'autre (Tableaux XXXIV et XXXV). Le semi-aride se caractérise par des laits les moins chargés en FAMT, CT, CF et en moisissures, avec un temps de réduction supérieur à 4 heures pour plus de 92% des laits. Ils se distinguent de ceux des autres étages par le taux de présomption de streptocoques fécaux le plus élevé (70%) et l'absence totale de *staphylococcus aureus*.

L'aride inférieur renferme les laits les plus chargés en FAMT, CT, CF et en moisissures et dont le temps de réduction est inférieur à 2 heures pour 46.15% des laits. En revanche, ce sont de loin les laits les moins chargés en levures. Ils se singularisent par l'absence totale de streptocoques fécaux et de brucelles.

Les laits des étages aride moyen et aride supérieur accusent des charges intermédiaires en FAMT, CT, CF et en moisissures. Leurs temps de réduction est supérieur à 4 heures pour plus de 89% des laits (10% pour l'aride moyen et 80% pour l'aride supérieur). Ces deux étages se différencient par le taux de présence d'*E.coli* (faible dans l'aride supérieur et élevé dans l'aride moyen), de *Staphylococcus aureus* (nul dans l'aride supérieur et le plus élevé dans l'aride moyen) et de Brucelles (le plus élevé dans l'aride supérieur et très faible dans l'aride moyen). L'aride supérieur regroupe les laits les plus chargés en levures et les plus contaminés en Anaérobies sulfite-réducteurs (33.33% des cas positifs dont 40% ont une charge supérieure à 50 germes/ml).

De l'analyse de la variance (Tableaux XXXIV et XXXV), il résulte que l'étage bioclimatique a un effet très hautement significatif ($p \leq 0.001$) sur les flores FAMT, CF et sur le temps de réduction. L'effet est hautement significatif ($p \leq 0.01$) pour CT, Streptocoques fécaux et n'est significatif ($p \leq 0.05$) que pour les levures. Enfin les autres variables sont indépendantes de l'étage ($p > 0.05$).

Tableau XXXIV: Qualité hygiénique des laits des étages bioclimatiques (germes/ml)

Étage bioclim échantillon	semi – aride 10	aride – inférieur 13	aride – moyen 13	aride – supérieur 15	P*
FAMT*	$1,2 \cdot 10^6$	$6,4 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$	$7,3 \cdot 10^6$	***
CT	10^5	$4 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^4$	**
CF	10^2	$4,7 \cdot 10^4$	10^3	$8,2 \cdot 10^3$	***
Levures	$1,3 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^5$	$4,1 \cdot 10^5$	*
Moisissures	$4,6 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^3$	10^3	$5,9 \cdot 10^3$	ns
RBM	>4h (92,31%)	>4h (68,75%)	<4h et >2h (50%)	>4h (100%)	***

* Signification statistique de l'analyse de variance : ns: non significatif, * significatif à 5%, ** significatif à 1%, *** significatif à 0,1%

FAMT: flore aérobique mésophile totale; CT: coliformes totaux; CF: coliformes fécaux; RBM: temps de réduction du bleu de méthylène

Tableau XXXV: Prévalence des contaminants microbiens par étage bioclimatique

étage bioclim	SA	AI	AM	AS	P°
Effectif	10	13	13	15	
<i>E.coli</i>	10% (p) ^{°°}	15,38% (p)	34,46% (p)	6,66% (p)	Ns
<i>Brucella</i> spp	20% (p)	0% (p)	7,69% (p)	26,66% (p)	Ns
<i>S.fécaux</i>	70% (p)	0% (p)	61,54% (p)	46,67% (p)	**
<i>S.aureus</i>	0% (p)	15,38% (p)	23,07% (p)	0% (p)	Ns
<i>Salmonella</i> spp	0% (p)	0% (p)	0% (p)	0% (p)	Ns
ASR	0 (80%) <50 (20%)	0 (76,92%) <50 (23,08%)	0 (69,23%) <50 (30,77%)	0 (66,67%) <50 (20%) ≥50 (13,33)	Ns

° Signification statistique de l'analyse de variance : ns: non significatif, * significatif à 5%, ** significatif à 1%, *** significatif à 0,1%

°° (p): présence

3.4.4. Comportement au cours d'un entreposage réfrigéré

La composition microbienne du lait cru est significativement influencée par un long entreposage à basse température (2-6°C) (SAMARŽIJA *et al*, 2012) en faveur d'une population psychrotrophe (JAY *et al*, 2005).

3.4.4.1. Evolution de la flore totale

Selon BOSSUYT (1977), le nombre total de germes est le paramètre le plus approprié pour fournir une indication quant à la qualité bactériologique du lait réfrigéré.

Pour une même charge initiale, la flore totale atteint le seuil de 10⁶ germes /ml au bout de 3 jours de conservation à 4°C et seulement 2 jours à 7°C (figure 25). Constatation qui pouvait s'expliquer par le fait que la phase de latence qui précède toute croissance microbienne est sans aucun doute assez longue à la température de +4°C comme stipulent FEUILLAT *et al* (1976).

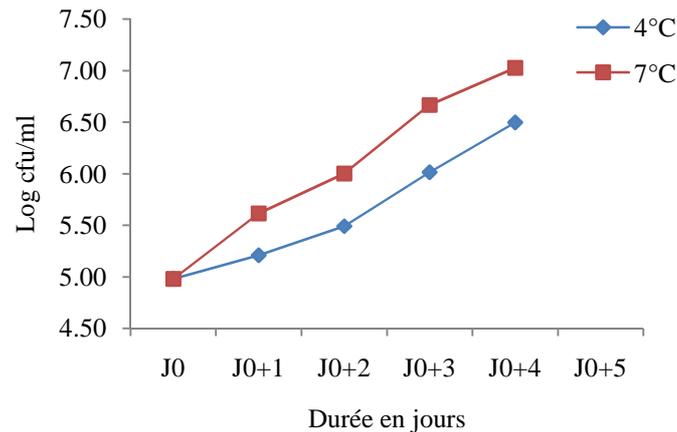


Figure 25 : Evolution de la flore totale (FTAM) au cours d'un entreposage réfrigéré

À basse température (4°C), la flore microbienne (FAMT) reste constante au bout de deux jours, puis évolue lentement pour atteindre $3,1 \cdot 10^6$ germes/ml dans 4 jours. À 7°C, par contre, cette flore tend à augmenter lentement pendant les deux premiers jours ; cette augmentation s'accroît au bout du 3^{ème} jour ($4,6 \cdot 10^6$ germes /ml) pour atteindre son maximum au 4^{ème} jour, estimé à $1,05 \cdot 10^7$ germes /ml. Il est bien admis que le nombre de germes du lait s'élève d'autant plus haut pendant le stockage sous réfrigération que le nombre de germes initial est élevé (MOTTAR, 1984) et que cette augmentation dépend aussi bien de la durée (BLOQUEL et VEILLET-PONCET, 1980) que de la température de refroidissement (ANQUEZ, 1955).

3.4.4.2. Evolution de la flore psychrotrophe et des Pseudomonas

BLOQUEL et VEILLET-PONCET (1980), indiquent qu'après le stockage de lait à 4° C pendant 4 jours, il s'ensuit une sélection bactérienne qui favorise la prolifération notable des bactéries psychrotrophes Gram négatives initialement présentes en petit nombre dans le lait. De ce fait la flore psychrotrophe devient dominante pendant le stockage réfrigéré du lait et leurs enzymes extracellulaires, particulièrement les protéases et les lipases, contribuent à la dégradation du lait et des produits laitiers (HANTSIS-ZACHAROV et HALPERN, 2007).

À la température de 4°C, l'évolution des psychrotrophes est faible et lente durant les quatre premiers jours (figure 26a). Puis, le taux augmente rapidement pour atteindre le seuil de $1,8 \cdot 10^5$ germes /ml au bout du 5^{ème} jour de conservation. Et à la température de 7°C (figure 26a), l'évolution est très faible durant le premier jour de conservation, à partir duquel le taux augmente progressivement et cette augmentation devient très rapide et importante au dernier jour de conservation et atteint $8,1 \cdot 10^5$ germes /ml. Or, BORNERT (2000) stipule que le temps de génération des bactéries psychrotrophes sera plus long aussi bien que la température de

réfrigération se rapproche de 0°C. DURR (1974) cité par FEUILLAT *et al* (1976) précise qu'à + 2° C tout développement des psychrotrophes est arrêté pendant 4 j.

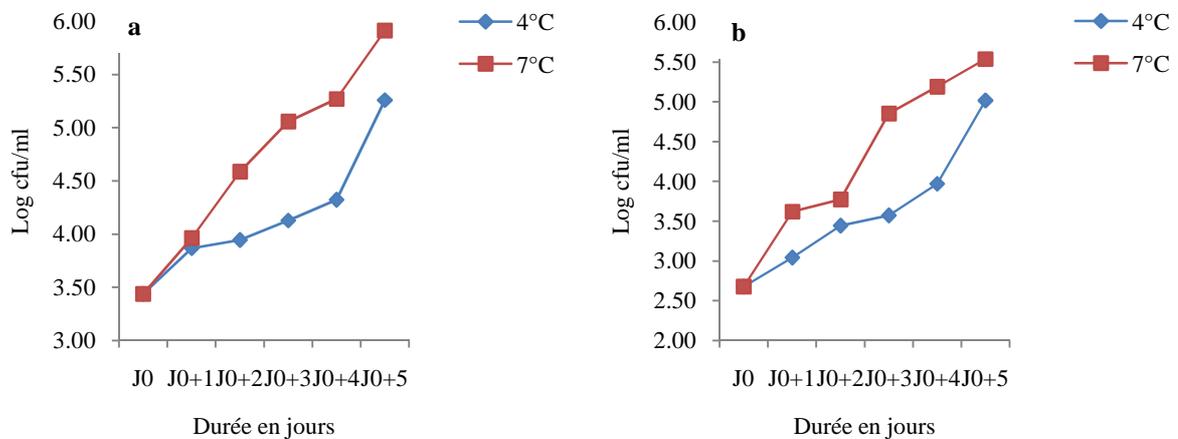


Figure 26 : Evolution des flores (psychrotrophe « a » et *Pseudomonas* « b ») au cours d'un entreposage réfrigéré

D'après HANTSIS-ZACHAROV (2007), le nombre de germes psychrotrophes dépend de la température et de la durée de stockage du lait. La prolifération de la flore psychrotrophe est d'autant plus importante que le niveau de contamination microbienne initiale du lait est plus élevé (RICHARD, 1981).

Le taux des psychrotrophes par rapport à la flore totale dépend de plusieurs facteurs : hygiène de la traite, mode d'alimentation, nettoyage et désinfection (FEUILLAT *et al*, 1976). Il est inférieur à 10% si les conditions hygiéniques sont satisfaisantes, si non le taux dépasse 75% (COUSIN, 1982). Le rapport psychrotrophes / flore totale peut ainsi varier de 3 à 90% (FEUILLAT *et al*, 1976). Ce rapport a été estimé entre 5% et 20% avec une moyenne de 9% par CEMPÍRKOVÁ et MIKULOVÁ(2009). Il est légèrement supérieur à notre rapport initial estimé à 3%. Ce dernier augmente avec le temps de stockage pour atteindre 100% au bout du premier jour quel que soit la température de conservation et y maintenu pendant 3j à 4°C ou 2j à 7°C puis diminue les jours suivants pour atteindre en fin d'expérimentation 1% (2%) respectivement à 4°C (7°C).

Plusieurs genres du groupe des psychrotrophes ont été isolés du lait réfrigéré, autant des Gram- que des Gram+ (MILLIERE et VEILLET-PONCET, 1979 ; BLOQUEL et VEILLET-PONCET, 1980). Le genre *Pseudomonas* est souvent le plus représenté (BLOQUEL et VEILLET-PONCET, 1980). Ce genre, avec comme espèce principale *P. fluorescens*, est très souvent dominant dans les laits conservés à basse température (BLOQUEL et VEILLET-

PONCET, 1980 et CHILLIARD et LAMBERT, 1984) ; notamment quand ceux-ci ne sont pas récoltés dans de bonnes conditions hygiéniques (ANONYME7, 1998).

L'évolution des *Pseudomonas* est presque similaire dans les deux premiers jours de conservation aux 2 températures et qui est très faible et lente, puis elle demeure faible, sous la conservation à 4°C jusqu'au 4^{ème} jour, après une augmentation importante est observée au dernier jour de conservation et atteint 10⁵ germes/ ml (figure 26b). À la température de 7°C et à partir du deuxième jour, l'évolution a tendance à augmenter rapidement et fortement en fonction du temps de conservation pour atteindre 6.10⁵ germes /ml au bout du dernier jour de conservation.

La multiplication des *Pseudomonas* est beaucoup plus rapide à la température de 7°C qu'à 4°C. Selon BORNERT (2000), Le genre *Pseudomonas* possède la meilleure capacité de développement au froid et présente une activité significative jusqu'à une température de +2°C ; Ainsi, à +4°C, les *Pseudomonas* ont une croissance lente mais présentent une importante activité de synthèse d'enzymes. La proportion de *Pseudomonas* du lait augmente au cours de réfrigération et représente 17% des psychrotrophes à J0. Ce pourcentage passe, au stade J0+5, à 56% des psychrotrophes pour les laits réfrigérés à la température de 4°C et à 73% pour ceux réfrigérés à la température de 7°C. Durant le stockage réfrigéré, les espèces du genre *Pseudomonas* produisent des enzymes lipo et protéolytiques thermo tolérants qui tendent à réduire aussi bien la qualité que la durée de vie des produits laitiers.

3.4.4.3. Evolution de la flore protéolytique

L'évolution de la flore protéolytique aux deux températures de conservation a tendance à augmenter lentement et progressivement au cours du temps de conservation, mais cette évolution est d'autant plus grande à 7°C qu'à 4°C avec une augmentation très rapide et forte au dernier jour de conservation à 7°C (figure 27). DOUSSET et al (1988) ont constaté que les bactéries protéolytiques psychrotrophes du lait cru y représentent un pourcentage plus ou moins constant et en cas de stockage sous réfrigération le nombre de ces bactéries augmente d'autant plus rapidement que le nombre initial de germes est élevé. GAC (1974) signale que si le nombre de germes dans le lait conservé entre 0°C et + 4°C reste à peu près constant, la nature de la flore évolue d'une flore normale, essentiellement lactique, vers une flore protéolytique.

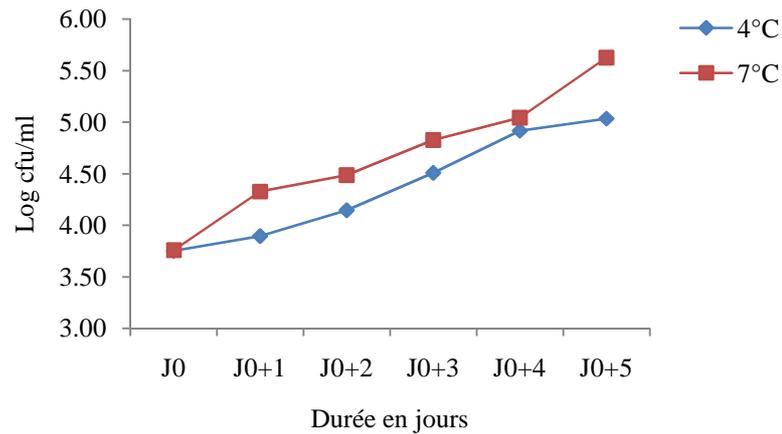


Figure 27: Evolution de la flore protéolytique au cours d'un entreposage réfrigéré

D'autre part la protéolyse induite par la flore psychrotrophe protéolytique provoque une dégradation des caséines, celle-ci n'est significative que pour des contaminations supérieures de 10^6 à 10^7 germes/ml (GUINOT-THOMAS *et al*, 1995 cité par HADDADI, 2006). Or on a jamais atteint ce taux dans nos échantillons ni à 4 ni à 7°C et ceci jusqu'au cinquième jour de conservation. MOTTAR (1984) a constaté que l'augmentation d'activité protéolytique allait de pair avec un développement notable de la flore psychrotrophe. Cette activité se traduit par modification sensible des caractéristiques physico-chimiques du lait réfrigéré : légère alcalinisation, diminution de l'indice de prise et en fromagerie une diminution des rendements en matières azotées et parallèlement un enrichissement en azote des sérums et enfin par une perte sensible d'extrait sec dans les fabrications fromagères (FEUILLAT *et al*, 1976). L'influence des protéases thermorésistantes d'origine bactérienne sur la conservabilité du lait UHT a été étudiée par MOTTAR (1984).

3.4.4.4. Evolution de la flore lipolytique

La FLM semble être constante pendant le premier jour de conservation à 7°C et pendant deux jours à 4°C (figure 28a). Puis tend à augmenter rapidement pour atteindre $2,3 \cdot 10^5$ germes/ml au bout du 2^{ème} jour pour les échantillons de lait conservé à 7°C. Presque la même valeur est atteinte au bout de 3^{ème} jour lorsque le lait est conservé à 4°C. L'évolution de la FLP a tendance à augmenter progressivement en fonction du temps de conservation à 4°C et à 7°C (figure 28b). Cette augmentation est beaucoup plus rapide et importante à 7°C qu'à 4°C et ne devient nette à 4°C qu'après le premier jour de conservation. Ce constat se trouve confirmé par CEMPÍRKOVÁ et MIKULOVÁ (2009) et pour qui le temps de stockage influe beaucoup plus sur la FLP que la température.

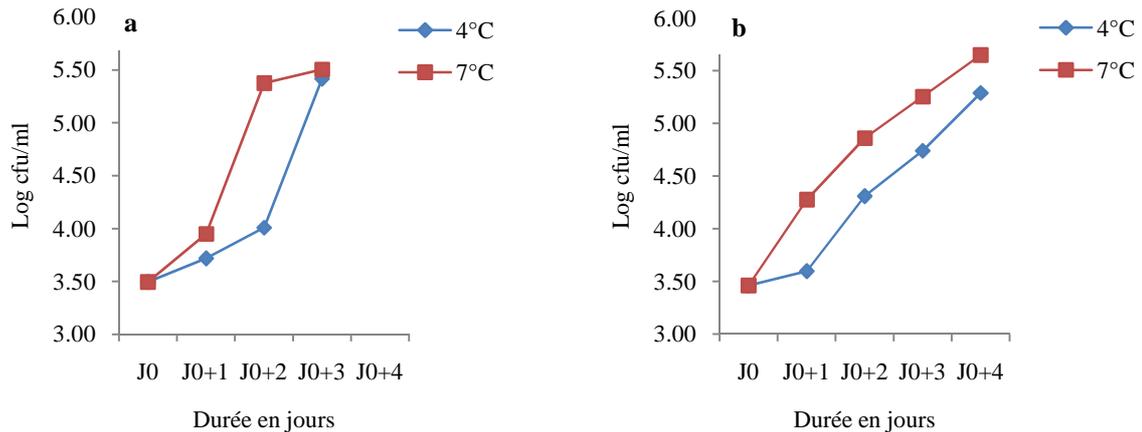


Figure 28 : Evolution des flores lipolytiques (mésophile « a » et psychrophile « b ») au cours d'un entreposage réfrigéré

Le refroidissement affecte la structure de la membrane du globule gras de telle façon que celle-ci devient plus susceptible aux dommages mécaniques. Les diverses actions qui accompagnent le refroidissement (agitation, variations de température) accentuent le dommage causé et permettent à l'activité lipasique de se manifester KUZDZAL-SAVOIE et MOAL (1975). La présence de lipases d'origine bactérienne ou fongique est mise en évidence dans le lait (KUZDZAL-SAVOIE *et al*, 1975). L'activité lipolytique est liée à une teneur en flore totale supérieure à 10^6 - 10^7 cfu/ml (MUIR *et al*, 1978) et se traduit par l'apparition des défauts organoleptiques dans le lait et dans les produits laitiers (RAY *et al*, 2013) conséquente à la libération d'acides gras (PANFIL-KUNCEWICZ *et al*, 2005). Une corrélation a été obtenue entre FLP et la teneur en AG (CEMPÍRKOVÁ et MIKULOVÁ, 2009) et que cette dernière est bien corrélée au temps de stockage qu'à la température à la quelle est conservé le lait.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le milieu steppique Algérien, connu pour sa richesse en strates herbacées et par ses étages bioclimatiques très contrastés, abrite plus de 70% du cheptel ovin. L'élevage ovin dans ce milieu constitue une activité rémunératrice pour les populations locales, plus particulièrement celles nomades. Il est bien adapté aux conditions de ce milieu et est caractérisé par l'exploitation des ressources agropastorales de ces zones. L'ovin algérien constitue une richesse nationale, par l'importance de son effectif et la variété de ses races, bien appréciées par les éleveurs pour leurs performances reproductives et productives.

Outre la viande et la laine, le lait ovin constitue un autre produit à grande valeur nutritionnelle et à impacts technologiques et commerciaux prouvés dans bien des régions de par le monde qui le mettent en valeur dans l'élaboration notamment de fromages très prisés répondant au label d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC).

Cette situation nous amène à nous préoccuper davantage de notre production nationale en lait de brebis qui est très appréciable (environ 15% de la production laitière globale) mais insuffisamment étudiée et prise en charge dans ses volets quantitatifs et qualitatifs (maîtrise des paramètres de production, collecte, évaluation de la qualité, standardisation, traitements technologiques de conservation et /ou de transformation en produits dérivés ...etc).

C'est précisément dans ce cadre que s'inscrit cette présente étude qui se propose d'apporter une contribution à une meilleure caractérisation du lait ovin produit sous les conditions du milieu steppique, en mettant l'accent sur les paramètres influençant sa qualité tout en essayant d'établir une comparaison entre les laits des deux principales races *Ouled-Djellal* et *Rumbi* ciblées.

L'enquête préliminaire réalisée avant d'élaborer un plan d'échantillonnage et conduite auprès d'une cinquantaine d'éleveur a fait ressortir les points suivants :

- la taille moyenne des troupeaux varie de 100 à 300 têtes. 70% de l'effectif est constitué de femelle dont l'âge moyen est de 3 à 4 ans. Les troupeaux sont constitués d'une population hétérogène qui résulte d'un brassage entre les ovins des berceaux de races limitrophes. La race *Ouled-Djellal* dite blanche domine en matière d'effectif, à laquelle s'ajoutent les races *Hamra*, *Rumbi* et *Taâdmit*. Le sédentarisme prime. Les petits déplacements sont peu courants et l'exploitation des ressources fourragères constitue la base de l'alimentation. L'eau est distribué volontairement mais elle est conditionnée par sa disponibilité ;

- plus de deux tiers des éleveurs pratiquent la traite quotidiennement, le soir après le retour du troupeau. Les conditions d'hygiène (lavage des mamelles ni élimination des premiers jets) ne sont pas de mise dans la majorité des élevages considérés. La traite est complète et à lieu soit à l'air libre, soit à l'étable. Enfin la quantité de lait produit est estimée moyennement entre 0.5 et 1 litre par jour.

Au niveau analytique, les prélèvements effectués et les indices qualitatifs mesurés ont abouti aux principaux résultats récapitulés ci-dessous :

- les analyses effectuées sur le lait de mélange, toutes races confondus, présentent des taux de matières grasses ($6.19\% \pm 2.52$, en moyenne), d'extrait sec total ($16.65\% \pm 3.9$) et de vitamine C (7.46 ± 5.37 mg/l), en deçà des valeurs rapportées dans la littérature, par contre, ces laits ont des teneurs appréciables en protéines ($5.38\% \pm 1.45$) et en lactose ($4.34\% \pm 0.47$), confirmant ainsi sa grande valeur nutritionnelle ;

- les paramètres physico-chimiques mesurés, sont soit conformes à ceux rapportés dans la littérature (densité = 1.0345 ; acidité = 19.58°D) soit légèrement plus faibles (pH = 6.59 ; point de congélation = -0.64°C), reflet d'un déséquilibre d'ordre chimique (teneurs moindres en certains constituants) et/ou hygiénique. Globalement, les laits individuels ont donné des résultats similaires à ceux des laits de mélange, indépendamment de la race ;

- la variabilité de la composition chimique du lait d'un étage à l'autre est considérable. Elle est significative ($p \leq 0.05$) pour les variables (densité et protéines) et hautement significative ($p \leq 0.01$) pour les paramètres (pH, acidité Dornic, point de congélation et extrait sec dégraissé). Les variables lactose, matière grasse et extrait sec total sont indépendantes de l'étage bioclimatique ($p > 0.05$). L'analyse statistique réalisée (ACP) a permis de distinguer cinq classes de laits. La typologie de cette répartition révèle que la classe des laits riches contient à part égale des échantillons en provenance du semi-aride et de l'aride moyen et supérieur. La classe des laits intermédiaires renferme uniquement des échantillons provenant de l'aride inférieur ;

- le taux d'azote total est estimé à $0.99 \pm 0.17\%$, celui de l'azote non protéique à $0.09 \pm 0.04\%$. Ces valeurs ne sont pas affectées par l'effet de race. La teneur moyenne des laits analysés en matière azotée totale (MAT) est de l'ordre de $6.30\% \pm 1.07$. Les brebis de race *Rumbi* sont celles qui donnent un lait plus riche en protéines (6.47 vs 6.12 %). Dans cette fraction, les caséines représentent 82% du total protéique et les protéines sériques, 18% ;

- l'analyse de la fraction caséinique et sérique dans plusieurs conditions de séparation électrophorétiques (PAGE-native, PAGE-urée et PAGE-SDS), a donné des profils ayant une grande similitude et homogénéité entre les différents échantillons des laits des deux races de

brebis étudiés. Toutefois les essais en PAGE-urée demeurent perfectibles et des optimisations complémentaires sont à réaliser pour avoir des profils discriminants et assez résolutifs ;

- l'analyse de la matière lipidique par chromatographie en phase gazeuse a permis de distinguer l'existence de 18 pics d'acides gras dont cinq sont les plus représentés : acides palmitique, oléique, stéarique, myristique et caprique avec des taux respectifs de (24.41; 24.18 ; 10.84 ; 10.42 et 8.30%). Ces composés totalisent en moyenne 78.15% des acides gras totaux. Les AG saturés s'imposent par rapport aux AGI (69.64 vs 30.81%). Parmi les AGS, ceux dont la chaîne hydrocarbonée est supérieure ou égale à 14 carbones, sont majoritaires (68% des AGS totaux). Pour ce qui est des AGI, les monoinsaturés l'emportent sur les polyinsaturés (26.33 vs 4.48%). L'acide oléique prédomine avec un pourcentage moyen de l'ordre de 24.18%. Le cholestérol (teneur moyenne estimée à 362.55 mg/100g) se retrouve à des teneurs les plus élevées dans le lait de race *Rumbi* ;

- l'analyse de la composition minérale a montré que le calcium, le phosphore et le potassium ont des teneurs les plus élevées (respectivement égale à 2301, 1281 et 1010 ppm). Les oligo-éléments se situent dans l'ordre de grandeur croissant : Zn < Cu < Fe < Mn < Cr ;

- les éléments minéraux se distribuent inégalement entre les phases soluble et colloïdale des laits crus ovins analysés. Le calcium, le phosphore et à un moindre degré le magnésium ont plus d'affinités vis-à-vis des caséines que des protéines solubles. Ils sont présents dans la phase colloïdale aux taux respectifs de 74, 59 et 41%. Le sodium et le potassium se retrouvent presque en totalité dans la phase soluble. Le zinc, le manganèse et le cadmium dans la phase colloïdale alors que le cuivre et le fer se distribuent équitablement entre les deux phases ;

- la race et la saison ont un effet significatif sur la majorité des paramètres physico-chimiques analysés. Le stade de lactation et l'âge de l'animal ont un effet plus réduit sur les teneurs des différents composés. Le rang de lactation n'a montré aucune incidence.

- les essais réalisés sur l'amélioration des aptitudes à la coagulation du lait recombinaé par l'adjonction de quantités variables de lait de brebis, ont montré que le temps de prise et le temps de coagulation ont tendance à diminuer progressivement au fur et à mesure que la proportion du lait de brebis ajoutée au lait recombinaé augmente et les gels deviennent de plus en plus fermes ;

- la qualité microbiologique des laits analysés est relativement médiocre, dû en grande partie à l'hygiène des animaux et aux conditions variables de la traite. L'aridité du milieu steppique marque son effet sur la distribution des flores microbiennes entre les étages bioclimatiques. Seules les moisissures sont indépendantes de l'étage bioclimatique alors que ce dernier n'affecte que le taux de prévalence des streptocoques fécaux ;

- enfin, l'entreposage réfrigéré (à 4 et 7 °C) du lait collecté pendant 120h induit le développement de la flore psychrotrophe, avec prédominance de *Pseudomonas*, de façon plus marquée à 7°C.

Ces résultats mettent l'accent, d'une part, sur la richesse des laits analysés, particulièrement leurs teneurs élevées en matières protéiques et minérales, ce qui donne d'autres atouts supplémentaires à ces races, par ailleurs très réputées pour la qualité de leurs viandes mais, d'autre part, situent les efforts à mener en amont par les vétérinaires, zootechniciens et éleveurs, afin d'améliorer la qualité hygiénique des productions de lait qui est malheureusement assez médiocre et ne peut permettre une large consommation de ces laits ou une transformation technologique appropriée.

Cette modeste contribution pourrait être enrichie par d'autres études complémentaires sur l'effet des différentes formes de standardisation et traitements éventuelles du lait de brebis (écrémé ou partiellement écrémé, homogénéisé, pasteurisé, stérilisé...) sur son apport nutritionnel et ses aptitudes technologiques. A ce titre, les essais réalisés sur les mélanges (lait bovin recombinaé/lait ovin) méritent d'être repris dans un échantillonnage plus large, en variant la nature du produit final à apprécier (lait de consommation, fromages, yaourt...).

De même, la réalisation du phénotypage protéique des différentes races et populations ovines locales est souhaitable en ayant recours à des techniques complémentaires comme la focalisation isoélectrique (IEF) et l'électrophorèse bidimensionnelle.

Enfin, certains facteurs de variations, notamment l'alimentation, pourraient faire l'objet d'investigations ultérieures, en essayant de voir, sur une période suffisamment étendue, l'implication des différents apports alimentaires sur la qualité du lait produit.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBEDDOU S., RISCHKOWSKY B., RICHTER E. K., HESS H. D. and KREUZER M. (2011).** Modification of milk fatty acid composition by feeding forages and agro-industrial byproducts from dry areas to Awassi sheep. *Journal of Dairy Science*, **94**, 4657–4668
- ABD ALLAH M., ABBAS S. F. and ALLAM F. M. (2011).** Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Chios sheep. *International Journal of Livestock Production*, **2(3)**, 24-30.
- AIT- ABDELWAHEB N. (2001).** Microbiologie Alimentaire. Ed. O.P.U, Alger.
- ALAIS C. (1984).** Science du Lait ; Principes des Techniques Laitières. Editions Sepaic, 4^{ème} Ed., Paris.
- ALAIS C. et JOLLES P. (1967).** Isolation, purification, and analysis of two κ -casein-like fractions from sheep casein. *Journal of Dairy Science*, **50 (10)**, 1555-1561.
- ALBENZIO M., ANNICCHIARICO G., SCHENA L., MARINO R., CAROPRESE A. and MUSCIO A. (2003).** Indoor climate and cheese making properties of ewe milk. *Italian Journal of Animal Science*, **2**, 569-571.
- ALEXOPOULOS A., TZATZIMAKIS G., BEZIRTZOGLOU E., PLESSAS S., STAVROPOULOU E., SINAPIS E. and ABAS Z. (2011).** Microbiological quality and related factors of sheep milk produced in farms of NE Greece. *Anaerobe*, **17(6)**, 276-279.
- ALTHAUS R.L., SOSA J., GAPEL C., SCAGLIONE L., MOREYRA E. and CORAZA M. (2001).** Leche y calostro de ovejas Corriedale: composicion quimica y mineral. *Revista Fave*, **15 (1)**, 7-13.
- AMIGO L., RAMOS M. CALHAU L. and BARBOSA M. (1992).** Comparison of electrophoresis, isoelectric focusing, and immunodiffusion in determinations of cows' and goats' milk in Serra da Estrela cheese. *LeLait*, **72**, 95-101.
- AMIGO L., RECIO I. and RAMOS M. (2000).** Genetic polymorphism of ovine milk proteins : its influence on technological properties of milk- a review. *International Dairy Journal*, **10**, 135-149.

- AMIOT J., FOURNIER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R. (2002).** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait, in : « Science et Technologie du Lait » Ed. Presses Internationales Polytechnique. Canada
- ANASTASIO A., CAGGIANO R., MACCHIATO M. , PAOLO C., RAGOSTA M., PAINO S. and CORTESI M.L. (2006).** Heavy metal concentrations in dairy products from sheep milk collected in two regions of southern Italy. *Acta Veterinary Scandinave*, **47**, 69-74.
- ANQUEZ M. (1955).** Le refroidissement du lait à la production (1). *Le Lait*, **35**, 490-502
- ANONYME 1 (2003).** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : AnGR, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Algérie.
- ANONYME 2 (2009).** Productions animales (2000-2009).Office Nationale des Statistiques. (<http://www.ons.dz> ; consulté le 25 Aout 2012).
- ANONYME 3 (2009).** Statistiques Agricoles, Série B. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Algérie.
- ANONYME 4 (2012).**Statistics Division ; Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<http://faostat.fao.org> ; consulté le 25 janvier 2012).
- ANONYME 5 (2012).** Rapport annuel : Statistiques Agricoles. Direction des Services Agricoles, Djelfa, Algérie
- ANONYME 6 (2012).** Profil de projet d'investissement bancable ; appui au développement de la filière ovine avec installation d'un abattoir aux normes internationales dans la wilaya de Djelfa. Appui à la mise en œuvre du NEPAD-PDDAA. TCP/ALG 3102(i). Volume V du Rapport NEPAD/FAO.
- ANONYME 7 (1998).** Le Lait et les Produits Laitiers dans la Nutrition Humaine. *Bulletin de la FAO*, 28
- ANONYME 8 (1998).** Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemist (AOAC), 16th Ed. Arlington, VA.
- ANTUNOVIC Z., BOGUT I., SENCIC D., KATIC M. and MIJIC P. (2005).**Concentration of selected toxic elements (cadmium, lead, mercury and arsenic) in ewe milk in dependence on lactation stage. *Czech Journal of Animal Science*, **50 (8)**, 369-375.
- ASLAM B., JAVED I., KHAN F. H. and RAHMAN Z. (2011).**Uptake of Heavy Metal Residues from Sewerage Sludge in the Milk of Goat and Cattle during Summer Season. *Pakistan Veterinary Journal*, **31(1)**, 75-77.

- ASSENAT L. (1985).** Le lait de brebis. Composition et propriétés ; *in* : « Lait et Produits Laitiers. 1. Les Laites de la Mamelles à la Laiterie ». Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- BACIC, B., JACKSON, H. and CLEGG, L. F. L. (1968).** Distribution of bacteria in milk drawn directly from the cow's udder. *Journal of Dairy Science*, **51**, 47-49.
- BALTADJIERA M., VEINOGLU B., KANDARAKIS J., EDGARYAN M. et STAMENOVA V. (1982).** La composition du lait de brebis de la région de la Plovdiv en Bulgarie et d'Ioannina en Grèce. *Le lait*, **62**, 191-201.
- BARBOSA M. (1990).** The production and processing of sheep's milk in Portugal: Serra da Estrela cheese. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **12**, 97-102.
- BARBOSA E., OLIVEIRA C., CASAL S., OLIVEIRA B., ARRANZ J. J., DE LA FUENTE L. F., SAN PRIMITIVO Y. F. (2007).** Effect of breed on fatty acids content in sheep milk. *Archives de Zootechnia*, **56** (1), 681-686.
- BARLOWSKA J., SZWAJKOWSKA M., LITWINCZUKA Z., and KROL J. (2011).** Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **10**, 291-302
- BARRETO M. C. (2005).** Lipid extraction and cholesterol quantification. *Journal Chemistry Education*, **82**, 103-104.
- BEERNS H. et LUQUET F. M. (1987).** Guide Pratique d'Analyse Microbiologique des Laites et des Produits Laitiers. Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- BENCINI R. (2001).** Factors Affecting the Quality of Ewe's Milk *in Proc. 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. Wisconsin, USA.
- BENREBIHA A. (1984).** Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : cas de la coopérative pastoral d'Ain Oussera (W. Djelfa). Mémoire de Magister, INA, Alger.
- BENYOUCEF M. T., MADANI T., ABBAS K. (2000).** Sheep production systems and selection objectives under semi-arid conditions in Algeria. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **43**: 101-109.
- BERGER Y., BILLON P., BOCQUIER F., CAJA G., CANNAS A., MCKUSICK B., MARNET, P-G. and THOMAS, D. (2004).** Principles of sheep dairying in North America. *Cooperative Extension Publishing*, Madison, USA.
- BIANCHI L., BOLLA A., BUDELLI E., CAROLI A., CASOLI C, PAUSELLI M. and DURANTI E. (2004).** Effect of udder health status and lactation phase on the characteristics of Sardinian ewe milk. *Journal of Dairy Science*, **87**, 2401-2408.

- BIONDI L., VALVO M. A., DI GLORIA M., SCINARDO TENGGI E., GALOFARO V. and PRIOLO A. (2008).** Changes in ewe milk fatty acids following turning out to pasture. *Small Ruminant Research*, **75**, 17-23.
- BLOQUEL R. et VEILLET-PONCETL. (1980).** Évolution et détermination de la flore bactérienne d'un lait cru réfrigéré en fonction du temps. *Le Lait*, **LX**, 474-486.
- BOCQUIER F. et CAJA G. (2001).** Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Production Animale*, **14** (2), 129-140.
- BOCQUIER F., LIGIOS S. et CASU S. (1997).** Effet de la photopériode sur la production, la composition du lait et sur les consommations volontaires chez la brebis laitière. *Annales de Zootechnie*, **46**, 427-438.
- BONFOH, B., ROTH, C., TRAORRE, A.N., FANE, A., SIMBE, C. F., ALFAROUKH, I.O., NICOLET, J., FARAH, Z. and ZINSTAG, J. (2006).** Effet of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali). *Food Control*, **17**, 153-161.
- BONNEFOY C., GUILLET F., LEYRAL G. et VERNE-BOURDAIS E. (2002).** Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Sciences des Aliments. Ed. Doin, Paris.
- BOOR, K. J., BROWN, D. P., MURPHY, S.C., KOZLOWSKI, S. M. and BANDER, D.K. (1998).** Microbiological and chemical quality of raw milk in New York State. *Journal of Dairy Science*, **81**, 1743-1748.
- BORNAZ S., SAHLI A., ATTALAH A., ATTIA H. (2009).** Physicochemical characteristics and renneting properties of camel's milk: a comparison with goat's, ewe's and cow's milks. *International Journal of Dairy Technology*, **62** (4), 505-513
- BORNERT G. (2000).** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Médecine Vétérinaire*, **151**, 1003-1010.
- BOSSUYT R. (1977).** L'influence de la conservation sur le nombre total de germes des échantillons de lait réfrigéré. *Le Lait*, **567**, 362-374.
- BOUAZZA F., HASSIKOU R., OHMANI F., HMMAMOUCHE J., ENNADIR J., QASMAOUI A., MENNANE Z., CHROF R. and KHEDID K. (2012).** Hygienic quality of raw milk at Sardi breed of sheep in Morocco. *African Journal of Microbiology Research*, **6**(11), 2768-2772.
- BOURBOUZ A. et DONADIEU R. (1987).** L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes. Brochure du CIHEAM/IAM, Montpellier, France.

- 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. *Rencontre Recherche Ruminants*, **12**, 403.
- BOUTONNIER J. L. et DUNANT Cl. (1990).** Crèmes, beurres et autres produits issus de la matière grasse ; in : « Laits et Produits Laitiers Vache-Brebis-Chèvre.2. Les Produits Laitiers, Technologie et Transformation ».Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- BOVERA F., CUTRIGNELLI M.I., SCHETTINI R. and DI LELLA T. (2003).** Effects of non-structural carbohydrate levels of diet on milk yield of primiparous Sarda ewes. *Italian Journal of Animal Science*, **2 (suppl.)**, 521-523.
- BRULE G. et FAUQUANT J. (1982).** Interactions des protéines du lait et des oligoéléments. *Le Lait*, **62**, 323-331
- BURUIANA, L. (1939).** Le taux de l'acide ascorbique dans le lait de quelques mammifères. *Le Lait*, **185**, 449-454.
- CALAVIA M. C. and BURGOS J. (1998).** Ovine κ -casein in milk from Lacha Spanish sheep: Heterogeneity and total content. *International Dairy Journal*, **8**, 779-786.
- CARTA A., CASU S., USAI M. G., ADDIS M., FIORI M., FRAGHI A., MIARI S., MURA L., PIREDDA G., SCIBLER L., SECHI T., ELSEN J.M., BARILLET F. (2008).** Investigating the genetic component of fatty acid content in sheep milk. *Small Ruminant Research*, **79**, 22-28.
- CASHMAN K. D. (2006).** Milk minerals (including trace elements) and bone health, Review. *International Dairy Journal*, **16**, 1389 – 1398
- CASU S. et BOYAZOGLU J. (1990).** La production ovine laitière méditerranéenne : régions de production, types génétiques utilisés, systèmes d'élevage et perspectives d'avenir. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **12**, 19-24.
- CASOLI C., DURANTI E., MORBIDINI L., PANELLA F. and VIZIOLI V. (1989).** Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Ruminant Research*, **2**, 47-62.
- CASTRO T., MANSO T., JIMENO V., DEL ALAMO M. and MANTECON A.R. (2009).** Effect of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. *Small Ruminant Research*, **84**, 47-53.
- CAYOT P. et LORIENT D. (1998).** Structures et Technofonctions des Protéines du Lait. Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- CEMPÍRKOVÁ R. and MIKULOVÁ M. (2009).** Incidence of psychrotrophic lipolytic bacteria in cow's raw milk. *Czech Journal of Animal Science*, **54(2)**, 65–73.

- CERBULIS J. and FARELL H.M. (1975).** Composition of milks of dairy cattle. I. Protein, lactose and fat contents and distribution of protein fraction. *Journal of Dairy Science*, **58 (6)** : 817-827.
- CHAMBON M. (1992).** Matière grasse laitière ; in : « Manuel des Corps Gras » Ed.Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- 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.
- CHEFTEL J.-C., CUQ J.-C. et LORIENT D. (1985).** Protéines Alimentaires. Ed. Tec.et Doc., Lavoisier, Paris.
- CHELLIG R. (1992).** Les Races Ovines Algériennes. Office des Publications Universitaires (OPU), Alger.
- CHIANESE L., GARRO G., ADDEO F., LOPEZ-GALVEZ G. and RAMOS M. (1993).** Discovery of an ovine α_2 -casein variant. *Journal of Dairy Research*, **60**, 485-493.
- CHIANESE L., GARRO G., MAURIELLO R., LAEZZA P., FERRANTI P. and ADDEO F. (1996).** Occurrence of five α_1 -casein variants in ovine milk. *Journal of Dairy Research*, **63**, 49-59.
- CHILLIARD Y., GLASSER F., ENJALBERT F., FERLAY A., BOCQUIER F., SCHMIDELY Ph. (2007).** Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis. *Rencontre Recherche Ruminants*, **14**, 321-327.
- CHILLIARD Y. et LAMBERET G. (1984).** La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. *Le Lait*, **64**, 544-578.
- CHILLIARD Y, SAUVANT D, (1987).** La sécrétion des constituants du lait. INRA-CEPIL, Paris.
- CIESLAK A., KOWALCZYK J., CZAUDERNA M., POTKANSKI A. and SZUMACHER-STRABEL M. (2010).** Enhancing unsaturated fatty acids in ewe's milk by feeding rapeseed or linseed oil. *Czech Journal of Animal Science*, **55 (11)**, 496-504.
- CLARK S. (2009).** Cheesemaking with sheep milk. Proceedings of the 15th Annual Great Lakes Dairy Sheep Symposium, November 12 – 14, New York, USA.
- CLAUDIN J., LE HOUEROU H.N. et POUGET M. (1979).** Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bulletin Société Histoire Naturelle Afrique du Nord*.
- CLEGG, L. F. L. (1966).** La manipulation du lait, in : « Hygiène du Lait, Mesures à Prendre aux Stades de Production, du Traitement et de la Distribution ». FAO/OMS.

- CLEMENT P., AGBOOLA S. O. and BENCINI R. (2006).** A study of polymorphism in milk proteins from local and imported dairy sheep in Australia by capillary electrophoresis. *LWT-Food Science and Technology*, **39**, 63-69.
- COLIN O., LAURENT F. et VIGNON B. (1992).** Variations du rendement fromager en pâte molle. Relations avec la composition du lait et les paramètres de la coagulation. *Le Lait*, **72**, 307-319
- COLLOMB M., BÜTIKOFER U., MAURER J. et SIEBER R. (2006).** Composition en acides gras du lait de brebis produit à diverses altitudes. *Revue Suisse d'Agriculture*, **38** (6), 335-339.
- CONI E., BOCCA A., COPPOLELLI P., CAROLI S., CAVALLUCCI C. and MARINUCCI T.M. (1996).** Minor and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. *Food Chemistry*, **57** (2), 253-260.
- CONTRERAS A., SIERRA D., SANCHEZ J., CORRLES C., MARCOC J.C., PAAPE M.J. and GONZALO C. (2007).** Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Research*, **68**, 145-153.
- COUSIN M. A. (1982).** Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. *Journal Food Products*, **45**, 172-207.
- CROGUENNEC T., JEANTET R. et BRULE G. (2008).** Fondements Physicochimiques de la Technologie Laitière. Ed. Tec. et Doc. Paris.
- DALL'OLIO S. DAVOLI R. and RUSSO V. (1990).** Affinity chromatography of ovine casein. *Journal of Dairy Science*, **73**, 1707-1711.
- DAMERVAL C., VIENNE D., ZIVY M., TARROUX P. and VINCENS P. (1993).** Electrophorèse bidimensionnelle des protéines, *Biofutur*, **123**, 3-10.
- D'AMICO D. J. and DONNELLY C. W. (2010).** Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont : effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*, **93**, 134-147.
- DANTHINE S., BLECKER C., PAQUOT M., INNOCENTE N. et DEROANNE C. (2000).** Evolution des connaissances sur la membrane du globule gras du lait: synthèse bibliographique. *Le Lait*, **80**, 209-222.
- DAVIAU C., FAMELART M.-H., PIERRE A., GOUDÉDRANCHE H. and MAUBOISDAVIAU J.-L. (2000).** Rennet coagulation of skim milk and curd drainage: Effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. *Le Lait*, **80**, 397-415

- DE COURCY G. P. (2001).** Vitamines ; in: « Lait, Nutrition et Santé » Ed.Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- DELACROIX-BUCHER A., BARILLET F. et LAGRIFFOUL G. (1994).** Caractérisation de l'aptitude fromagère des laits de brebis Lacaune à l'aide d'un Formagraph. *Le Lait*, **74**, 173-186.
- DE LA FUENTE M. A., FONTECHA J. and JUAREZ M. (1996).** Partition of main and trace minerals in milk: effect of ultracentrifugation, Rennet coagulation, and dialysis on soluble phase separation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **44**, 1988-1992.
- DE LA FUENTE M. A., OLANO A. and JUAREZ M. (1997).** Distribution of calcium, magnesium, phosphorus, zinc, manganese, copper and iron between the soluble and colloidal phases of ewe's and goat's milk. *Le Lait*, **77**, 515-520.
- DE LA FUENTE L. F., BARBOSA E., CARRIEDO J. A., GONZALO C., ARENAS R., FRESNO J. M. and SAN PRIMITIVO F. (2009).** Factors influencing variation of fatty acid content in ovine milk. *Journal of Dairy Science*, **92**, 3791-3799.
- DELGADO-PERTINEZ, M., ALCALDE, M.J., GUZMAN – GUERRERO, J. L., CASTEL, J. M., MENA, Y. and CARAVACA, F. (2003).** Effet of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi- extensive systems in Spain. *Small Ruminant Research*, **47**, 51-61.
- DEPETERS E. J., FERGUSON J. D. (1992).** Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *Journal of Dairy Science*, **75**: 3192-3209.
- DESMASURES, N., OPPORTUNE, W. and GUEGUEN, M. (1997).** *Lactococcus* spp., yeasts and *Pseudomonas* spp. on teats and udders of milking cows as potential sources of milk contamination. *International Dairy Journal*, **7**, 643-646
- DJEBAILI S. (1978).** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien Algérien. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, France.
- DJELLOULI Y. (1990).** Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse de Doctorat, USTHB., Alger.
- DONTOROU C., PAPADOPOULOU C. FILIOUSSIS G., ECONOMOU V., APOSTOLOUDI I., ZAKKAS G., SALAMOURA A., KANSOUZIDOU A. and LEVIDIOTOU S. (2003).** Isolation of *Escherichia coli* O157: H7 from foods in Greece. *International Journal Food Microbiology*, **82 (3)**, 273-279.

- DOUSSET X., DEMAIMA M., RAVAUD Y.C., LEVESQUE A., PINET X. et KERGO Y. (1988).** Influence de la température de réfrigération du lait sur la protéolyse et l'amertume du lait UHT au cours de son stockage. *Le Lait*, **68**, 143-156.
- EGITO A.S., GIRARDET J.M. MICLO L. and GAILLARD J.L. (2001).** Highly sensitive periodic acid/Schiff detection of bovine milk glycoproteins electrotransferred after nondenaturing electrophoresis, and isoelectric focusing. *Le Lait*, **81**, 775-785.
- EL MOSLEMANY A.M., KEEFE G.P., DOHOO, I.R. and DINGWELL, R. T. (2009).** Microbiological quality of tank raw milk in Prince Edward Island dairy herds. *Journal of Dairy Science*, **92**, 4239-4248.
- ERHARDT G. (1989).** Evidence for a third allele at the β -lactoglobulin (β -Lg) locus of sheep milk and its occurrence in different breeds. *Animal Genetics*, **20**, 197-204.
- ERKAYA T. and ŞENGÜL A. M. (2012).** Comparative study on some quality properties and mineral contents of yoghurts produced from different type of milks. *Kafkas Universitisi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **18 (2)**, 323-329,
- FARREL H. M., JIMENEZ-FLORES R., BLECK G. T., BROWN E. M., BUTLER J. E., CREAMER L. K., HICKS C. L., HOLLAR C. M. and NG-KWAI-HANG K. F., SWAISGOOD H. E. (2004).** Nomenclature of the proteins of cow's milk- sixth revision. *Journal of Dairy Science*, **87**, 1641-1674.
- FAYE B. et LOISEAU G. (2002).** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Actes de l'Atelier International de la Gestion de la Sécurité des Aliments dans les Pays en Développement, 11-13 décembre 2000, Montpellier, France.
- FERLAY A., GLASSER F., MARTIN B., ANDUEZA D. and CHILLIARD Y. (2011).** Effects of Feeding Factors and Breed on Cow Milk Fatty Acid Composition: Recent Data. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, **68(1)**, 137-145.
- FERNANDEZ J. A. (1990).** Le lait des petits ruminants en Espagne. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **12**, 81-87.
- FERNANDEZ-ESPLA M.D., LOPEZ-GALVEZ G. and RAMOS M. (1993).** Isolation of ovine β -lactoglobulin genetic variants by chromatofocusing : heterogeneity of β -lactoglobulin A. *Chromatographia*, **37 (1/2)**, 43-46.
- FERRON-BAUMY C., MAUBOIS J. L., GARRIC G. et QUIBLIER J. P. (1991).** Coagulation présure du lait et des rétentats d'ultrafiltration. Effets de divers traitements thermiques. *Le Lait*, **71**, 423-434

- FEUILLAT M. LE GUENNEC S. et OLSSONA. (1976).** Contribution à l'étude de la protéolyse des laits réfrigérés et incidences sur le rendement d'une fabrication de fromages à pâte molle. *Le Lait*, **558**, 521-536.
- GAC A. (1974).** Evolution récente du refroidissement du lait à la production. *Le Lait*, **54 (535-536)**, 305-317.
- GAMBELLI L., BELLONI P., INGRAO G., PIZZOFRERATO L. and SANTARONI G. P. (1999).** Minerals and Trace Elements in Some Italian Dairy Products. *Journal of food Composition and Analysis*, **12**, 27-35
- GARGOURI A. (2005).** Production et composition du lait de brebis : effet de l'apport de lipides protégés. *Revue de l'Elevage et Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, **58 (3)**, 183-190.
- GAUCHERON F. (2005).** The minerals of milk. *Reproduction Nutrition and Development*, **45**, 473-483
- GAVRILOVIE M., MAGINOT M.-J., SCHWARTZ-GAVRILOVIE C. et WALLACH J. (1996).** Manipulations d'Analyse Biochimique. Ed. Doin, France.
- GERCHEV G. and MIHAYLOVA G. (2012).** Milk yield and composition of sheep milk in Srednostarplaninska and Tetevenska breeds. *Biotechnology in Animal Husbandry*, **28 (2)**, 241-251.
- GIAMBRA I. J. (2011).** Ovine milk proteins: DNA, mRNA, and protein analyses and their associations to milk performance traits. Thèse de Doctorat, Justus-Liebig-University Gießen, Allemagne.
- GINGER M. R., GRIGOR M. R. (1999).** Comparative aspects of milk caseins, review. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **Part B 124**, 133-145.
- GNÄDIG S., CHARDIGNY J.-M et SEBEDIO J.-L. (2001).** Lipides; in : « Lait, Nutrition et Santé » Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- GOMEZ-CORTES P., FRUTOS P., MANRECON A. R., JUAREZ M., DE LA FUENTE M. A. and HARVAS G. (2009).** Effect of supplementation of grazing dairy ewes with a cereal concentrate on animal performance and milk fatty acid profile. *Journal of Dairy Science*, **9**, 3364-3972.
- GONZALO C., BLANCO M. A., BENEITEZ E., JUAREZ M. T., MARTINEZ A., LINAGE B. and ARIZNABARRETA A. (2005).** Bulk tank milk quality of dairy sheep in the Castilla-Leon region (Spain). *Rencontre Recherche Ruminants*, **12**, 401.

- GONZALO C., CARRIEDOJ. A., BAROJ. A., and SAN PRLMLTLVO F. (1994).** Factors Influencing Variation of Test Day Milk Yield, Somatic Cell Count, Fat, and Protein in Dairy Sheep. *Journal of Dairy Science*, **77**, 1537-1542.
- GONZALO C., CARRIEDO J.A., BENEITEZ E., JUAREZ M.T., DE LA FUENTE L.F., SAN PRIMITIVO F. (2006).** Short communication: bulk tank total bacterial count in dairy sheep: factors of variation and relationship with somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, **89**, 549-552.
- GOUDJIL H., FONTECHA J., LUNA P., DE LA FUENTE M. A., ALONSO L., JUÁREZGOUDJIL M. (2004).** Quantitative characterization of unsaturated and trans fatty acids in ewe's milk fat. *Le Lait*, **84**, 473-482.
- GOYON, N. et BADINAND, F. (2003).** Qualité de l'eau et qualité du lait, à partir d'une enquête menée dans la Loire. *Rencontre Recherche Ruminants*, **10**, 244.
- GRAPPIN R. (1992).** Bases and the protein experiences of expressing content of milk-France. *Journal of Dairy Science*, **75**, 3221-3227.
- GUEGUEN L. (1971).** La composition minérale du lait et son adaptation aux besoins minéraux du jeune. *Annales de Nutrition Alimentaire*, **25**, A335-A381.
- GUEGUEN L. (2001).** Minéraux et oligoéléments ; in: « Lait, Nutrition et Santé » Ed.Tec.et Doc., Lavoisier, Paris.
- GUIRAUD J. (1998).** Microbiologie Alimentaire. Ed. Dunod, Paris.
- HADDADI (2006).** Mécanisme de la protéolyse dans le lait lors de l'inflammation de la glande mammaire chez la vache laitière. Thèse de Doctorat, université, ville, pays ?
- HAENLEIN G.F.W. (2002).** Nutritional value of sheep milk. *Sheep Dairy News*, **19**, 5-11.
- HAHN G., KIRCHHOFF H., HAMMER P., UBBEN E.H. and HEESCHEN W.H. (1992).** Bakteriologische Befunde und deren Bewertung in Milch und Milchprodukten von Ziegen und Schafen. *ArchivLebensmittelhygiene*, **43 (4)**, 89-93.
- HANTSIS-ZACHAROV E. and HALPERN M. (2007).** Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits. *Applied and Environmental Microbiology*, **73 (22)**, 7162-7168
- HASSAN H.A. (1995).** Effects of crossing and environmental factors on production and some constituents of milk in Ossimi and Saidi sheep and their crosses with Chios. *Small Ruminant Research*, **18**, 165-172.
- HAUET P. (1993).** Le lait de vache: ses défauts de qualité. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lille II, France.

- HEJTMANKOVA A., PIVEC V. and DRAGOUNOVA H. (2012).** Differences in the composition of total and whey proteins in goat and ewe milk and their changes throughout the lactation period. *Czech Journal of Animal Science*, **57 (7)**, 323-331.
- HERNANDEZ-LEDESMA B., RAMOS M., GOMEZ-RUIZ J. A. (2011).** Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. *Small Ruminant Research*, **101**, 196-204.
- HILALI M., EL-MAYDA E. and RISCHKOWSKY B. (2011).** Characteristics and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. *Small Ruminant Research*, **10**, 92-101.
- HILLIER R.M. (1976).** The quantitative measurement of whey proteins using polyacrylamide gel electrophoresis. *Journal of Dairy Science*, **43**, 259-265.
- HINRICHS J. (2004).** Mediterranean milk and milk products. *European Journal of Nutrition*. **43 (1)**, 12-17.
- HOLT C. and SAWYER L. (1988).** Primary and predicted secondary structures of the caseins in relation to their biological functions. *Proteins Engineering*, **2**, 251-259.
- HUEBNER D. (2012).** The art in the science of sheep cheese making. Proceedings of the 18th Annual Dairy Sheep, October 18 - 20, Virginia, USA
- IVANOVA S. (2011).** Dynamical changes in the trace element composition of fresh and lyophilized ewe's milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **17 (1)**, 25-30.
- IVANOVA T., PACINOVSKI N., RAICHEVA E and ABADJIEVA D. (2011).** Mineral content of milk from dairy sheep breeds. *Macedonian Journal of Animal Science*, **1 (1)**, 67-71.
- JARAMILLO D. P. ZAMORA A., GUAMIS B., RODRIGUEZ M. and TRUJILLO A. J. (2008).** Cheese making aptitude of two Spanish dairy ewe breeds: changes during lactation and relationship between physicochemical and technological properties. *Small Ruminant Research*, **78(1-3)**, 48-55.
- JAY J. M., LOESSNER M. J. et GOLDEN D. A. (2005).** Modern Food Microbiology. Food Science Text series, 7^{ème} Ed., SpringerUS, New York, USA.
- JAYARAO, B. M., PILLAI, S. R., SAWANT, A. A., WOLFGANG, D. R. AND HEGDE, N. V. (2004).** Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell count and bacterial count. *Journal of Dairy Science*, **87**, 3561-3573.
- JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P., BRULE G. (2007).** Science des Aliments ; Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Ed. Tec.et Doc., Lavoisier, Paris.

- JOLLES J., FIAT A. M., SCHOENTGEN F., ALAIS C. and JOLLES P. (1974).**The amino acid sequence of sheep κ_A -casein. II. Sequence studies concerning the κ_A -caseinoglycopeptide and establishment of the complete primary structure of the protein. *Biochimica and Biophysica Acta*, **365**, 335-343.
- JOURNET M., VERITE R. et VIGNON B. (1975).** L'azote non protéique du lait : facteurs de variation. *Le Lait*, **543-544**, 212-223.
- JOURNET M. et REMOND B. (1980).** Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. *Le Lait*, **LX**, 140-159.
- KALANTZOPOULOS G. (1990).** La production et la transformation du lait de petits ruminants en Grèce. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **12**, 103-106.
- KANOUN A., KANOUN M., YAKHLEF H. et CHERFAOUI M. A. (2007).** Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins. *Rencontre Recherche Ruminants*, **14**, 181-184.
- KANOUN-MEGUELLATI A. et YAKHLEF H. (2008).** Contraintes et stratégies d'adaptation des éleveurs de moutons dans un milieu à composante pastorale : cas de Djelfa, Algérie. Colloque International « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », 20-21 Avril, Alger.
- KHALDOUN A. (1995).** Les mutations récentes de la région steppique d'El Aricha. *Réseau Parcours*, 59-54.
- KHAN Z. I., ASHRAF M., HUSSAIN A., MCDOWELL L. R. and ASHRAF M. Y. (2006).** Concentration of minerals in milk of sheep and goats grazing similar pastures in a semiarid region of Pakistan. *Small Ruminant Research*, **65**, 274-278.
- KHELIFI Y. (1999).** Sheep and goat production in Algerian steppe areas. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **38**, 245-247.
- KOLDE H. J. and BRAUNITZER G. (1983).** The primary structure of ovine β -lactoglobulin : 1. Isolation of the peptides and sequence. *Milchwissenschaft*, **38**, 18-20.
- KONDYLI E., SVARNAS C., SAMELIS J. and KATSIARIET M.C. (2012).** Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Ruminant Research*, **103**, 194 – 199.
- KORNALIJNSLIJPER J.E., DAEMENA A.J.J.M., VAN WERVEN T., NIEWOLD T.A., RUTTEN V.P.M.G. and NOORDHUIZEN-STASSEN E.N. (2004).** Bacterial growth during the early phase of infection determines the severity of experimental *Escherichia coli* mastitis in dairy cows. *Veterinary Microbiology*, **101**, 177-186.

- KREMER R., ROSÉS L., RISTA L., BARBATO G., PERDIGON F. and HERRERA V. (1996).** Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguay. *Small Ruminant Research*, **19**, 9-14.
- KUCHTIK J., SUSTOVA K., URBAN T. and ZAPLETAL D. (2008).** Effect of stage of lactation on milk composition, its properties and the quality of rennet curdling in East Friesian ewes. *Czech Journal of Animal Science*, **53**, 55-63.
- KUZDZAL-SAVOIE S., AUCLAIR J. E., MOURGUES R. et LANGLOIS D. (1975).** La lipolyse dans le lait refroidi. *Le lait*, **548**, 530-543.
- KUZDZAL-SAVOIE S. et MOAL J. (1975).** Les lipides complexes du lait. Aspects biologiques, aspects technologiques (mise au point). *Le lait*, **541-542**, 1-23.
- LABLEE (1990).** Technologie fromagère à partir de lait reconstitué ou recombinaison ; in : « Laits et Produits Laitiers ». Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- LAEMELI U.K. and FAVRE H. (1973).** Maturation of head bacteriophage T4. I. DNA packaging events. *Journal of Molecular Biology*, **80**, 575-599.
- LARPENT J. P. (1997).** Microbiologie Alimentaire: Techniques de Laboratoire. Ed. Tec. et Doc. Paris.
- LATEIF M.G.A., ABEDSALAM M. , HAIDER A.A. (1989).** Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Barki she p and their cros. Proceeding of 3rd Egyptian British Conference of Animal Fish and Poultry Production, Alex. University, Egypte.
- LEDDA A. (1990).** Le lait de brebis en Sardaigne et en Italie du sud. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **12**, 89-995.
- LE GRAET Y. et BRULE G. (1993).** Les équilibres minéraux du lait : influence du pH et de la force ionique. *Le Lait*, **73**, 51-60.
- LENOIR J., REMEUF F. et SCHNEID N. (1997).** L'aptitude du lait à la coagulation par la présure ; In : « Le Fromage » Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- LEONIL J., BOS C., MAUBOIS J.-L et TOME D. (2001).** Protéines ; in : « Lait, Nutrition et Santé » Ed. Tec. et Doc. Lavoisier, Paris.
- LIN S., SUN J., CAO D., CAO J. and JIANG W. (2010).** Distinction of different heat-treated bovine milks by native-PAGE fingerprinting of their whey proteins. *Food Chemistry*, **121**, 803-808.
- LITTLE C. L., DE LOUVOIS J. (1999).** Health risks associated with unpasteurized goat's and ewe's milk on retail sale in England and Wales. A PHLS dairy products working group study. *Epidemiology Infections*, **122 (3)**, 403-408.

- LOCK A. L., SINCLAIR L. A. and BAUMAN D. E. (2005).** Milk fat synthesis and its regulation in dairy sheep. Proceedings of the 11th Annual Great Lakes Dairy Sheep Symposium, November 3 – 5, Vermont, USA .
- MAAMOURI O., ROUISSI H., DRIDI S., KAMMOUN M., DE BAERDEMAEKER J. and KAROU R. (2008).** Mid infrared attenuated total reflection spectroscopy as a rapid tool to assess the quality of Sicilo-Sarde ewe's milk during the lactation period after replacing soybean meal with scotch bean in the feed ration. *Food Chemistry*, **106**, 361–368
- MAHAUT M., JEANTETE R., BRULE G., SCHUCK P. (2000).** Les Produits Industriels Laitiers. Ed. Tec. et Doc, Lavoisier. Paris.
- MAHAUT M., JEANTET R. et BRULE G. (2003).** Initiation à la Technologie Fromagère. 2^e Ed., Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- MANFREDINI M. and MASSARI M. (1989).** Small ruminant milk. Technological aspects : storage and processing. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **6**, 191-198.
- MARTINI M. and CAROLI A. (2003).** Evaluation of ovine milk clotting aptitude. *Italian Journal of Animal Science*, **2**: 89-95.
- MARTIN B. et COULON J. B. (1995).** Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. 1. Influence des facteurs de production sur l'aptitude à la coagulation des laits de troupeaux. *Le Lait*, **75**, 61-80
- MARTINI M., ALTOMONTE I. and SALARI F. (2013).** Evaluation of the fatty acid profile from the core and membrane of fat globules in ewe's milk during lactation. *LWT-Food Science and Technology*, **50**, 253-258.
- MARTINI M., MELE M., SCOLOZZI C. and SALARI F. (2008a).** Cheese making aptitude and the chemical and nutritional characteristics of milk from Massese ewes. *Italian Journal of Animal Science*, **7**: 419-437.
- MARTINI M., SCOLOZZI C., CECCHI F., MELE M. and SALARI F. (2008b).** Relationship between morphometric characteristics of milk fat globules and the cheese making aptitude of sheep's milk. *Small Ruminant Research*, **74**, 194-201.
- MATHIEU J. (1998).** Initiation à la Physicochimie du Lait. Ed. Tec. et Doc. Lavoisier, Paris.
- MAURER J. et SCHAEREN W. (2007).** Le lait de brebis : un aliment de haute valeur nutritive. *Revue Suisse d'Agriculture*, **39(4)**, 205-208.
- MAYER H.K. (2005).** Milk species identification in cheese varieties using electrophoretic, chromatographic and PCR techniques. *International Dairy Journal*, **15**, 595-604.

- MEDOUNI Y., OMRANE B. et KHADER M. (2004).** Etude du système d'élevage et du mode d'exploitation des parcours collectifs, cas de la zone de Ain Oussara (région de Djelfa), Algérie. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **6**, 279-288.
- MEHAIA M. A., HABLAS M. A., ABDEL-RAHMAN K. M. and EL-MOUGY S. A. (1995).** Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, **52**: 115-122.
- MENA Y., DELGADO-PERTINEZ M., ALCALDE M.J., CASTEL J. M., GUZMAN – GUERRERO J. L., CARAVACA F., RAMIREZ E. and GOUSSE S. (2001).** Study of the goat production system and quality of milk produced in the Sierra Norte of Seville (Spain). *Option Méditerranéennes, Série Etude*, 201-205
- MERCIER J-C., HAZE G., GAYE, P., PETRISSANT G., HUE, D. and BOISNARD M. (1978).** Amino terminal sequence of the precursor of ovine α -lactalbumin. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **85 (2)**, 662-670.
- MICHEL V., HAUWAY A., CHAMBA J.F. (2001).** La flore microbienne de lait cru de vache : diversité et influence des conditions de production. *Le Lait*, **81**, 575-592.
- MICHEL, V., HAUWAY A., et CHAMBA J.F. (2006).** Gestion de la flore microbienne des laits crus par les pratiques des producteurs. *Rencontre Recherche Ruminants*, **13**, 309-312.
- MILLIERE J. B. et VEILLET-PONCET L. (1979).** Détermination de la flore bactérienne caséolytique psychrotrophe des laits crus réfrigérés. *Le Lait*, **581-582**, 56-78.
- MIERLITA D., DARABAN ST. and LUP F. (2011a).** Effects of breed on milk fatty acid profile in dairy ewes, with particular reference to cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid. *South African Journal of Animal Science*, **41 (3)**, 224-231.
- MIERLITA D., PADEANU I., MAERESCU CRISTINA, CHEREJI I, HALMA ELENA and LUP F. (2011b).** Comparative study regarding the fatty acids profile in sheep milk related to the breed and parity. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentară*, 221-232.
- MIHAILOVA G. et ODJAKOVA T. (2011).** CLA content in sheep milk and sheep dairy products. *Macedonian Journal of Animal Science*, **1(1)**, 195-200.
- MIHAYLOVA G., GERCHEV G., MOECKEL P. and JAHREIS G. (2004).** Comparative study on fatty acid content in milk of Tsigay and Karakachan sheep. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, **7 (3)**, 181-187.

- MILES P. H., WILKINSON N. S. and MCDOWELL L.R. (2001).** Analysis of Minerals for Animal Nutrition Research. Third Edition, Department of Animal Sciences, University of Florida, USA
- MILHAUD G. E., VASSAL L., FEDERSPIEL B., DELACROIX-BUCHET A., MEHENNAOUI S., CHARLES E., ENRIQUEZ B., KOLF-CLAUW M. (1998).** Devenir du cadmium du lait de brebis dans la crème et les caillés présure ou lactique. *Le Lait*, **78**, 689-698.
- MOATE P. J., CHALUPA W., BOSTON R. C. and LEANT I. J. (2007).** Milk fatty acids. I. Variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk. *Journal of Dairy Science*, **90**, 4730-4739.
- MOATSOU G., SAMOLADA M., KATZABEKI A. and ANIFANTAKIS E. (2004).** Casein fraction of ovine milk from indigenous Greek breeds. *Lait*, **84**, 285-296.
- MOATSOU G., HATZINAKI A., SAMOLADA M., ANIFANTAKIS E. (2005).** Major whey proteins in ovine and caprine acid wheys from indigenous greek breeds. *International Dairy Journal*, **15**, 123-131.
- MONSALIER G. (1994).** Maitrise de la teneur en germes mésophiles totaux du lait à la production. *Recherche Medecine Vétérinaire*, **170 (6/7)**, 411-418.
- MORAND-FEHR P., FEDELE V., DECANDIA M. and LE FRILEUX Y. (2007).** Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, **68**, 20-34.
- MORDRET F. (1992).** Analyse des corps gras ; in : « Manuel des Corps Gras » Ed.Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- MORRE J. (1974).** Les métaux, agents de pollution du lait. Leur dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique. *Le lait*, **533-534**, 139-152.
- MOTTAR (1984).** Influence de la durée de conservation sous réfrigération du lait cru sur la conservabilité du lait U.H.T. *Le lait*, **64**, 29-45.
- MUEHLERR, J. E., ZWEIFEL, C., CORTI, S., BLANCO, J. E. and STEPHAN, R. (2003).** Microbiological quality of raw goat's and ewe's bulk-tank milk in Switzerland. *Journal of Dairy Science*, **86**, 3849- 3856.
- MUIR D. D., KELLY M. E. and PHILLIPS J. D. (1978).** The Effect of Storage Temperature on Bacterial Growth and Lipolysis in Raw Milk. *Journal of Society of Dairy Technolology*, **31**, 203-208.

- MWAURA S. M., AKINSOYINU A. O. (2010).** Calcium and phosphorus in milk of Yankansa ewes as influenced by stage of lactation. *Journal of Applied Biosciences*, **26**, 1623-1630.
- NAUDET N. et HAUTFENNE A. (1986).** Méthode Normalisée pour la détermination des stérols totaux dans les huiles et graisses. *Revue Française des Corps Gras*, **33**,167
- NEDJRAOUI D. (2003).** Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques Algériennes et définition des indicateurs de dégradation, URBT, Alger.
- NOËL Y., DURIER C., LEHEMBRE N., KOBILINSKY A. (1991).** Étude multifactorielle de la coagulation mixte du lait analysée par viscoélasticimétrie. *Le Lait*, **71**,15-39
- NUDDA A., BENCINI R., MIJATOVIC S. and PULINA G. (2002).**The yield and composition of milk in Sarda, Awassi, and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies. *Journal of Dairy Science*, **85**, 2879-2884.
- OCHOA-CORDERO M. A., TORRES-HERNANDEZ G., OCHOA-ALFARO, VEGA-ROQUE L., MANDEVILLE P.B. (2002).** Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. *Small Ruminant Research*, **43**, 269-274.
- OLIVER S.P., BOOR K.J., MURPHY S.C. and MURINDA S.E. (2009).** Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne pathogens and disease*, **6**(7), 793-805
- ORAVCOVA M., MARGETIN M., PESKOVICOVA D., DANO J., MILERSKI M., HETENYI L. and POLAK P. (2007).**Factors affecting ewe's milk fat and protein content and relationships between milk yield and milk composition. *Czech Journal of Animal Science*, **52** (7), 189-198.
- PACCALIN J. et GALANTIER M. (1986).** Valeur nutritionnelle du lait et des produits laitiers ; in « Lait et Produits Laitiers, Vache-Brebis-Chèvre » Ed. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- PANDYA A. J. and GHODKE K. M. (2007).**Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research*, **68**, 193-06.
- PANFIL-KUNCEWICZ H., KUNCEWICZ A., JUCEKIEWICZ M. (2005).**Influence of storage conditions on changes in the fat fraction of UHT milk. *Polish Journal of Food Nutrition Science*.**14/55** (4), 341–348
- PAVIC V., ANTUNAC N., MIOC B., IVANKOVIC A., HAVRANEK J. L. (2002).** Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech Journal of Animal Science*, **47** (2), 80-84.

- PARK Y. W., JUAREZ M., RAMOS M., HAENLEIN G. F. W. (2007).** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, **68**, 88-113.
- PELLEGRINI O., REMEUF F., RIVEMALE M. (1994).** Evolution of physic-chemical characteristics and renneting properties of ewe's milk collected in the "Roquefort area". *Le Lait*, **74**, 425-442.
- PELMUS R. S., PISTOL G.C., LAZAR C., MARIN D.E., GRAS M., RADU M. and GHITA E. (2012).** Preliminary study on milk composition and milk protein polymorphism in the Romanian local sheep breed Teleorman Black Hrad Tsigai. *Romanian Biotechnological Letters*, **17 (5)**: 7582-7591.
- PEREA S., DE LABASTIDA E. F., NAJERA A. I., CHAVARI F., VIRTO M., DE RENOBALLES M. and BARRON L.J.R., (2000).** Seasonal changes in the fat composition of Lacha sheep's milk used for Idiazabal cheese manufacture. *European Food Research Technology*, **210**, 318-323.
- PESIC M.B., BARAC M.B., VRVIC M.M., RISTIC M.M., MACEJ O.D., STANOJEVIC S.P. and KOSTIC A.Z. (2011a).** The distributions of major whey proteins in acid wheys obtained from caprine/bovine and ovine/bovine milk mixtures. *International Dairy Journal*, **21**, 831-838.
- PESIC M.B., BARAC M., VRVIC M., RISTIC N., MACEJ O. and STANOJEVIC S. (2011b).** Qualitative and quantitative analysis of bovine milk adulteration in caprine and ovine milks using native-PAGE. *Food Chemistry*, **125**, 1443–1449.
- PHILIPPEAU G. (1986).** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ? Document conçu par ITFC, Paris. 493p.
- PIQUET D. (2008).** Convention sur la protection des animaux de compagnie. Un enfer pavé de bonnes intentions. Fédération pour promouvoir l'élevage des races domestiques menacées. Available from Internet :<http://www.chez.com/ferm/convention2.html>
- PINCHON J. (1989).** Le fromage de Roquefort. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **6**, 199-204.
- PIRAS M., LIGIOS S., SITZIA M. and FOIS N. (2007).** Out of season sheep milk production in Sardinia. *Italian Journal of Animal Science*, **6 (suppl. 1)**, 588-590.
- PIRISI A., LAURET A. and DUBEUF J. P. (2007)** Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research*, **68**: 167-178.
- PIRISI A., PIREDDA G., SCINTU M. F. and FOIS N. (2001).** Effect of feeding diets on quality characteristics of milk and cheese produced from Sarda ewes. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **46**, 115-119.

- PITON, C. et RICHARD, J. (1982).** Causes de contamination microbienne d'importance moyenne du lait dans un groupe de fermes de la région de Rennes. *Le Lait*, **62**, 67-74.
- PLOUMI K., BELIBASAKI S., TRIANTAPHYLLIDIS G. (1998).** Some factors affecting dairy milk yield and composition in a flock of Chios ewes. *Small Ruminant Research.*, (**28**), 89-92.
- PLUMEY L.(2003).** Aliments et Boissons. Tome 1. ENP Nutrition. 3^{ème} édition.
- POLYCHRONIADOU A. and VAFOPOULOU A. (1985).**Variation of major mineral constituents of ewe milk during lactation. *Journal of Dairy Science*, **68**, 147-150.
- POUGET M. (1977).** Cartographie des zones arides, géomorphologie, pédologie, groupements végétaux, aptitude du milieu à la mise en valeur : région de Messad- Ain Elbel, *D.E.M.R.H. OROSTOM*.
- POUGHEON S. et GOURSAUD J. (2001).** Le lait : caractéristiques physicochimiques ; in : « Lait, Nutrition et Santé » Ed.Tec.et Doc., Lavoisier, Paris.
- POTOCNIK K., GANTNER V., KRESIMIR KUTEROVAC, CIVIDINI ANGELA (2011).** Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, **62 (2)**: 107-113.
- PULINA G., NUDDA A., BATTACONE G., CANNAS A. (2006).** Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk.*Animal Feed Science and Technology*, **131**, 255–291
- PULINA G., RASSU S.P.G., CANNAS A. (1993).**The effect of group feeding strategy on milk production in dairy ewes. Proc. 47thNat.Congr.SISVet, Riccione, Italy.
- PREJIT E., NANU E, LATHA C. (2007).** Microbial quality assurance of milk during production, processing and marketing.*American Journal of Food Technology*,**2(3)**, 136-144.
- RAKOTOZANDRINDRAINY, R., RAZAFINDRAJAONA, J.M. et FOUCRAS, G. (2007).**Diagnostic rapide à la ferme des mammites subcliniques des vaches laitières du triangle laitier des hautes terres de Madagascar. *Revue Médecine Vétérinaire*, **158, 02**, 100-105.
- RAMET J.-P. et SCHER J. (1997).** Propriétés physiques du coagulum. ; *In* : « Le Fromage » Ed.Tec.et Doc., Lovoisier, Paris.
- RAMET J. P. et WEBER F. (1980).** Contribution à l'étude de l'influence des facteurs de milieu sur la coagulation enzymatique du lait reconstitué. *Le Lait*, **591-592**, 1-13.

- RASSU S. P. G., CANNAS E. A., NICOLUSSI P., NUDDA A., PULINA G. (2007).** Machine milking management and milk nitrogen fraction in primiparous ewes. *Italian Journal of Animal Science*, **6** (suppl.1), 591-593.
- RAY P. R., CHATTERJEE K., CHAKRABORTY C. and GHATAK P. K. (2013).** Lipolysis of milk : a review. *International Journal of Agriculture Science and Veterinary Medicine*, **1**(1), 58-74.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., LAGRIFFOUL G., PACCARD P., GUILLET I. and CHILLIARD Y. (2008).** Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Ruminant Research*, **79**: 57-72.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., PIRISI A., DE CREMOUX R., GONZALO C. (2007).** Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Ruminant Research*, **68**, 126-144.
- REBIA A. (2010).** Connaissance et conservation du patrimoine génétique local (une mission noble et urgente) Patrimoine génétique. www.itelv.dz (consulté le : 20/09/2013)
- RECIO I., PEREZ-RODRIGUEZ M.-L., RAMOS M. and AMIGO L. (1997).** Capillary electrophoretic analysis of genetic variant of milk proteins from different species. *Journal of Chromatography A*, **768**, 47-56.
- REMEUF F., CASSIN V. DERVIN C., LENOIR J. et TOMASSONE R. (1991).** Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. *Le Lait*, **71**, 397-421.
- REMEUF F. et RAYNAL K. (2001).** Effets de différents traitements de correction sur les aptitudes à la coagulation des laits de chèvre, de brebis et de vache chauffés. *Le Lait*, **81**, 381-399
- REY J., SANCHEZ S., BLANCO J.E., HERMOSO DE MENDOZA J., HERMOSO DE MENDOZA M., GARCIA A., GIL C., TEJERO N., RABINO R. and ALONSO J.M. (2006).** Prevalence, serotypes and virulence genes of shiga toxine-producing *Escherichia coli* isolated from ovine and caprine milk and other dairy products in Spain. *International Journal of Food Microbiology*, **107** (2), 212-217.
- RICHARD J. (1981).** Influence de diverses méthodes de nettoyage des machines à traire sur la « qualité de conservation » du lait cru à basse température. *Le Lait*, **61**, 354-369.
- RICHARDSON B. C. and MERCIER J. C. (1979).** The primary structure of the ovine β -caseins. *European Journal of Biochemistry*, **99**, 285-297.

- ROCA FERNANDEZ A. I. et GONZALEZ RODRIGUEZ A. (2012).** Effect of Dietary and Animal Factors on Milk Fatty Acids Composition of Grazing Dairy Cows: A Review. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, **2(2)**, 97-109
- RODRÍGUEZ M., ESCOLAR E., LÓPEZ M. C. PÉREZ-BAENA I., MOLINA M. P. (2010).** Quality characteristics of milk and cheese from guirra sheep in comunidad valenciana (Spain). Proceeding of the International Conference BIOATLAS, Transilvania University of Brasov, Romania.
- RONDIA P., DEHARENG F., DELMOTTE Ch., LARONDELLE Y. et BARTIAUX THILL N. (2005).** Composition en acides gras du lait de brebis complémentées avec de la graine de lin sous différentes formes (entière, aplatie, ou extrudée). *Rencontre Recherche Ruminants*, **12**, 407.
- RONDIA P., DELFOSSE C. (2007).** La numération cellulaire, baromètre de la santé des mamelles de la brebis laitière. *Filière Ovine et Caprine*, **19**, 6-8.
- ROUISSI H., KAMOUN M., REKIK R., TAYACHI L., HAMMAMI S., HAMMAMI M. (2006).** Study of milk quality in dairy sheep in Tunisia. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **78**, 307-311.
- SAHAN N., SAY D. and KAÇAR A. (2005).** Changes in chemical and mineral contents of Awassi ewe's milk during lactation. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **29**, 589-593.
- SALARI F. and MARTINI M. (2009).** Evaluation of the morphometric characteristics of ewe milk fat globules, cheese yield and ripening in the intermediate lactation phase. *Italian Journal of Animal Science*, **8 (Suppl. 2)**, 429-431.
- SAMARZIJA D., ZAMBERLIN Š. and POGACIC T. (2012).** Psychrotrophic bacteria and milk and dairy products quality. *Mljekarstvo*, **62 (2)**, 77-95.
- SANZ SAMPELAYO M. R., CHILLIARD Y., SCHMIDELY Ph., BOZA J. (2007).** Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, **68**, 42-63.
- SAPORTA G. (1990).** Probabilités, Analyses des Données et Statistique. Ed. Tech. Paris.
- SCHLEE P., KRAUSE I., ROTTMANN O. (1993).** Genotyping of ovine β -Lg alleles A et B using the PCR. *Archiv Tierzucht*, **36**, 519-523.
- SCHMIDELY P. et SAUVANT D. (2001).** Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effet de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *INRA, Production Animale*, **14 (5)**, 337-354.

- SCHMIDT D. V. et EBNER K. E. (1972).**Multiple forms of pig, sheep and goat α -lactalbumin. *Biochimica Biophysica Acta*, **263 (3)**, 714-720.
- SCINTU M. F., PIREDDA G. (2007).**Typicity and biodiversity of goat and sheep milk products. *Small Ruminant Research*, **68**, 221-231.
- SEVI A., TAIBI L., ALBENZIO M., ANNICCHIARICO G. and MARINO R. CAROPRESE M. (2003).** Influence of ventilation regimen on micro-environment and on ewe welfare and milk yield in summer. *Italian Journal of Animal Science*, **2**, 197-212.
- SHAHANI K. M. and SOMMER H. H. (1951).**The protein and non-protein nitrogen fractions in milk. II. Their content in fresh raw milk. *Journal of Dairy Science*, **34**, 1010-1013.
- SHALABI S.I. and FOX P.F. (1987).**Electrophoretic analysis of cheese, comparison of methods. *Journal of Food Science and Technology*, **11**, 135–151
- SHALICHEV J. and TANEV G. (1972).**Isolation, purification, and determination of some chemical and physicochemical characteristics of sheep α -casein. *Journal of Dairy Science*, **56 (2)**, 171-16.
- SIGNORELLI F., CONTARINI G., ANNICCHIARICO G., NAPOLITANO F., ORRU L., CATILLO G., HAENLEIN G. F. W., MOIOLI B. (2008).** Breed differences in sheep milk fatty acid profiles: opportunities for sustainable use of animal genetic resources. *Small Ruminant Research*, **78**, 24-31.
- SINAPSIS E. (2007).** The effect of machine or hand milking on milk production, composition and SCC in mountainous Greck breed (Boutsico) ewes. *Small Ruminant Research*, **69**, 242-246.
- SIMOS E. N., NIKOLAOU E. M. and ZOIPOULOS P. E. (1996).** Yield, composition and certain physicochemical characteristics of milk of the Epirus mountain sheep breed. *Small Ruminant Research*, **20**, 67-74.
- SOSA J., ALTHAUS R., SCAGLIONE L. M., ROLDAN V. and MOREYRA E. (2001).**Composicion quimica y mineral de la leche de ovejas Corriedale y Hampshire down. *Revista Fave*, **15(2)**, 7-12.
- SOULIER S., RIBADEAU-DUMAS B., DENAMUR R. (1975).** Purification des caséines de brebis. Analyse des parties glycanne et peptidique. *European Journal of Biochemistry*, **50**, 445-452.

- STORRY J. E., GRANDISSON A. S., MILLIARD D., OWEN A. J., FORD G. D. (1983).** Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminant. *Journal of Dairy Research*, **50**, 215-229.
- TALPUR F. N., BHANGER M. I., MEMON N. N. (2008).** Milk fatty acid composition of indigenous goat and ewe breeds from Sindh, Pakistan. *Journal of Food Composition and Analysis*, **22**, 59-64.
- THOMSON G. E., HARTMANN P. E., GOODE J. A. and LINDSAY K. S. (1982).** Some effects of acute fasting and climatic stress upon milk secretion in Friesland sheep. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **70A**, 13-26.
- TONA G. O., Adetunji V.O., Ameen S.A. and Ibikunleet A.O. (2013).** Evaluation of Lead and Cadmium Heavy Metal Residues in Milk and Milk Products Sold in Ogbomoso, Southwestern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, **12 (2)**, 168-171.
- TORMO H., AGABRIEL C., LOPEZ C., ALI HAIMOUD LEKHAL D., ROQUES C. (2011).** Relationship between the production conditions of goat's milk and the microbial profiles of milk. *International Journal of Dairy Sciences*, **6 (1)**, 13-28
- TORMO, H., ALI HAIMOUD LEKHAH et D. LAITHER, C. (2006).** Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre: principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. *Rencontre Recherche Ruminants*, **13**, 305-308.
- TRUJILLO A.J., CASALS I. and GUAMIS B. (2000).** Analysis of major ovine milk proteins by reversed phase high-performance liquid chromatography and flow injection analysis with electrospray ionization mass spectrometry. *Journal Chromatography*, **870**, 371-380.
- TSIPLAKOU E., MOUNTZOURIS K.C., ZERVAS G. (2006).** The effect of breed stage of lactation and parity on sheep milk fat CLA content under the same feeding practices. *Livestock Science*, **105**, 162– 167.
- UBERTALLE A., AMROSOLI R., ERRANTE J. (1990).** Tappizzazione lattodinamografica del latte ovino. *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia*, **41**, 53-63.
- ULBRICHT T. et SOUTHGATE D. (1991).** Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, **338**, 985-992.
- VAIRO CAVALLI S., SILVA S .V., CIMINO C., MALCATA F. X. and PRIOLO N. (2008).** Hydrolysis of caprine and ovine milk proteins, brought about by aspartic peptidases from *Silybum marianum* flowers. *Food Chemistry*, **106**, 997–1003

- VALVO M. A., BELLA M., SCERRA M. and BIONDI L. (2007).** Effects of ewe feeding system (grass vs concentrate) on milk fatty acid composition. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, **74**, 227-231.
- VEISSEYRE R. (1979).** Technologie du Lait : Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du Lait. 3^e Ed. La Maison Rustique, Paris.
- VLADESCO R. et PRAHOVEANU H. (1939).** Le lait et la vitamine C, en Roumanie. *Le lait*, 798-805.
- VIGNOLA**
- VILAIN M. (1999).** Méthodes Expérimentales en Agronomie. Ed. Tech. Et Doc. Lavoisier, Paris.
- WALKER S.J. (1988).** Major spoilage microorganisms in milk and dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, **41**, 91-92.
- YAKHLEF H. et TAHERTI M. (1999).** Diversité des pratiques d'alimentation des ovins et adaptation des éleveurs aux contraintes. Le cas de la région semi-aride de Chlef (Algerie). *Annales de l'Institut National Agronomique*. **20 (1et2)**, 83-92.
- YILMAZ O., ÇAK B., BOLACALI M. (2011).** Effects of lactation stage, age, birth type and body weight on chemical composition of red karaman sheep mlk. *Kafkas Universitisi Veteriner Fakultesi Dergisi*, **17 (3)**, 383-386.
- YUCEL N., ULUSOY H. (2006).** A Turkey survey of hygiene indicator bacteria and *Yersinia enterocolitica* in raw milk and cheese samples. *Food Control*, **17**, 383-388.
- ZHANG R. H., MUSTAFA A. F., NG-KWAI-HANG K. F. and ZHAO X. (2006).** Effects of freezing on composition and fatty acid profiles of sheep milk and cheese. *Small Ruminant Research*, **64**, 203-210
- ZOWGHI E., EBADI A. and VAND YOUSEFI D. J. (1984).** Investigations bactériologiques sur la brucellose bovine, ovine et caprine en Iran. *Revue Scientifique et Technique de l'office International des Epizooties*, **3(3)**, 583-588.
- ZWEIFEL C., MUEHLERR J. E., RING M. and STEPHAN R. (2005).** Influence of different factors in milk production on stand and plate count of raw small ruminants bulk-tank milk in Switzerland. *Small Ruminant Research*, **58**, 63-70.

ANNEXES

Annexe 1 : Séquences primaires des caséines du lait ovine

Séquence primaire de la caséine αS_1 ovine

10	20	30	40	50	60
MKLLILTCLV	AVALARPKHP	IKHQGL <u>SS</u> EV	LNENLLRF <u>VV</u>	APFPEVFR <u>KE</u>	<u>I</u> NELSKDIG
70	80	90	100	110	120
SES <u>I</u> EDQAME	D <u>A</u> KQM <u>KAGSS</u>	SSSEEIVPNS	<u>A</u> EQ <u>KY</u> IQKED	VPSEYLGYL	QLLRLKK <u>YN</u>
130	140	150	160	170	180
VPQLEIVP <u>KS</u>	AEE <u>QL</u> HSMKE	<u>GNPAH</u> Q <u>KQ</u> PM	I <u>AV</u> NQELAYF	YP <u>QL</u> FRQFYQ	DAYPSGAWY
190	200	210			
<u>YL</u> PLGTQYTD	APSFSDIPNP	IGSENS <u>GKI</u> T	MPLW		

Séquence primaire de la caséine αS_2 ovine

10	20	30	40	50	60
MKFFIFTCLL	AVALAK <u>HK</u> ME	HVSSSEEP <u>I</u>	<u>NISQEIYKQEK</u> NMAIHPRKEKCT <u>TSCE</u> <u>EV</u>		
70	80	90	100	110	120
<u>RNADEE</u> EYSIR <u>SS</u>	<u>SESAE</u> VAP <u>EVKIT</u> VD	<u>DKHYQ</u> KALNEINQFYQKFP <u>QLQYLYQ</u> GPI			
130	140	150	160	170	180
<u>VLNPWD</u> QVKNAGP <u>FTPTVN</u> REQL <u>STS</u>	<u>EENS</u> KKTIDMESTEV <u>FTKTK</u> LT	<u>E</u> KNRLN <u>FL</u>			
190	200	210	220		
<u>KISQY</u> YQKFAWP <u>QYLKTVD</u> QHQA <u>KMPWTQ</u> PKTNAIPYV RYL					

Séquence primaire de la caséine β ovine

10	20	30	40	50	60
MKVLILACLV	ALALARE <u>QE</u> E	LN <u>V</u> GETVES	LSSSEESITH	INKKIEKFQS	EEQQQTEDEL
70	80	90	100	110	120
QDKIH <u>PF</u> AQ <u>A</u>	QSLVY <u>PF</u> T <u>G</u> P	IPNSLPQNI <u>L</u>	PLTQTPVVVP	PFLQPE <u>I</u> MGV	<u>PKVKE</u> T <u>MV</u> PK
130	140	150	160	170	180
HKEMPFKYP	VEPFTESQSL	TLTDVE <u>K</u> LHL	PLPL <u>V</u> QSWMH	QP <u>P</u> QPLPPTV	MFPPQSVLSL
	190	200	210	220	
SQ <u>P</u> KVLPVPQ	KAVP <u>QR</u> DMP <u>IQAF</u> LLYQ <u>EP</u> V <u>LGP</u> V <u>RGP</u> FP <u>ILV</u>				

Séquence primaire de la caséine κ ovine

10	20	30	40	50	60
MMKSFFLVVT	ILALTL <u>P</u> FLG	AQEONQE <u>QRI</u>	<u>C</u> CEKDER <u>FFD</u>	DKIAKYIPIQ	YVLSRYPSYG
70	80	90	100	110	120
LNYYQ <u>Q</u> RPVA	LIN <u>NQ</u> FLPYP	YYAKP <u>V</u> AVRS	PAQ <u>T</u> LQWQVL	<u>PNA</u> VPAKSCQ	<u>DQPTA</u> MARHP
130	140	150	160	170	180
HPHLSFMAIP	PKK <u>DQ</u> DKTEI	P <u>A</u> INTIAS <u>AE</u>	PT <u>VH</u> ST <u>PTTEAV</u> VNAVDNPEASSES <u>IASAP</u>		

A : Ala, R : Arg, D : Asp, N : Asn, C : Cys, E : Glu, Q : Gln, G : Gly, H : His, I : Ile, L : Leu, K : Lys, M : Met, F : Phe, P : Pro, S : Ser, T : Thr, W : Trp, Y : Tyr, V : Val.

Annexe 2 : Structures primaires de la β -Lg et de l' α -La**Structure primaire de la β -Lg**

10 20 30 40 50 60
 MKCLLLALGL ALACGVQAIIVTQTMKGLDIQKVAGTWHSL AMAASDISLLDAQSAPLRVY
 70 80 90 100 110 120
VEELKPTPEGNLEILLQKWENGECAQKKIIAEKTKIPAVFKIDALNENKV LVLDTDYKKY
 130 140 150 160 170 180
LLFCMENSAE PEQSLACQCLVRTPEVDNEALEKFDKALKALPMHIRLAFNPTQLEGQCHV

Structure primaire de la α -Lg

10 20 30 40 50 60
 MMSFVSLLLV GILFHATQAE QLTKEVFE QE LKDLKDYGGV SLPEWVCTAF HTSGYDTQAI
 70 80 90 100 110 120
 VQNDSTEYGF LFQINNKIWC KDDQNPHSRN ICNISCDFL DDDLTDIMC VKKILDKVGI
 130 140
 NYWLAHKALC SEKLDQWLCE KL

A : Ala, R : Arg, D : Asp, N : Asn, C : Cys, E : Glu, Q : Gln, G : Gly, H : His, I : Ile, L : Leu, K : Lys, M : Met, F : Phe, P : Pro, S : Ser, T : Thr, W : Trp, Y : Tyr, V : Val.

Annexe 3 : Fiche d'enquête

Fiche d'enquête « éleveur »

Lieu-dit :

Date :

Commune :

Daïra :

A/Informations générales

1/ profile de l'éleveur

Éleveur propriétaire Berger Les deux

2/ Age de l'éleveur

-35 ans 35-50 51-65 +65ans

3/ Niveau d'instruction de l'éleveur

aucun primaire moyen lycéen universitaire

4 /Taille du troupeau

-100 100-300 300-1000 +1000

5/ Age moyen du troupeau

1-2 ans 3-4 4-6 +6 ans

6/Pourcentage des brebis :%

7/ Age moyen des brebis

1-2 ans 3-4 5-6 +6 ans

8/ Objectifs de l'élevage (par ordre)

viande lait autre A préciser :

9/mode d'élevage

Sédentaire Semi sédentaire transhumant

10/ Races (ou variétés) ovines élevées

une race :

deux races :,

Plusieurs :,,

B/Bâtiment

1/ élevage

Pâture bâtiment mixte

2/ Type de stabulation

Bergerie classique (Zriba) Bergerie semi couverte Bergerie couverte 3/ surface disponible en m² / brebis :4/ séparation en lots : Oui Non 5/ Hygiène du bâtiment : propre intermédiaire sale

6/ fréquence du curage :fois / an

C/ Alimentation

1/ nature du fourrage

automne hiver printemps été

<input type="checkbox"/>	parcours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Orge en vert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Jachère inculte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Chaume de céréale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Chaume de blé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	jachère	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Herbe (prairie naturelle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Autre (.....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2/ type de fourrage : vert conservé 3/ mode de conservation : ensilage fanage

4/ période de pâturage (durée) :

*En mois :mois (de :à :

*pendant le jour : Le long du jour Le matin Le soir

5/nature de l'aliment concentré

automne hiver printemps été

<input type="checkbox"/>	Orge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Mais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Sorgho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Aliment composé (ONAB)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Autre (.....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6/ Quantité d'aliments concentré :kg / brebis / jours

7/ Eau à volonté : oui non

D/ La traite

1/ périodicité de la traite

quotidiennement Périodiquement fois /semaine occasionnellement 2/ nombre de traite par jour : une deux 3/ période de traite : matin soir 4/ type de traite : complète incomplète 5/ technique de traite : manuelle automatique 6/ trayeur propriétaire berger autre :7/hygiène de traite(mamelle): avec lavage Sans lavage

8/ Nombre de brebis à la traite

0-20 20-50 50-100 +100 9/lieu de traite à l'air libre à l'étable salle de traite 10/ les premiers jets sont- ils éliminés Oui Non **E/ Le lait**

1/ Quantité du lait produite :l/j (par brebis)

2/ destinée du lait produit autoconsommation distribué au voisin vendu 3/ état du lait consommé en l'état (.....%) transformé

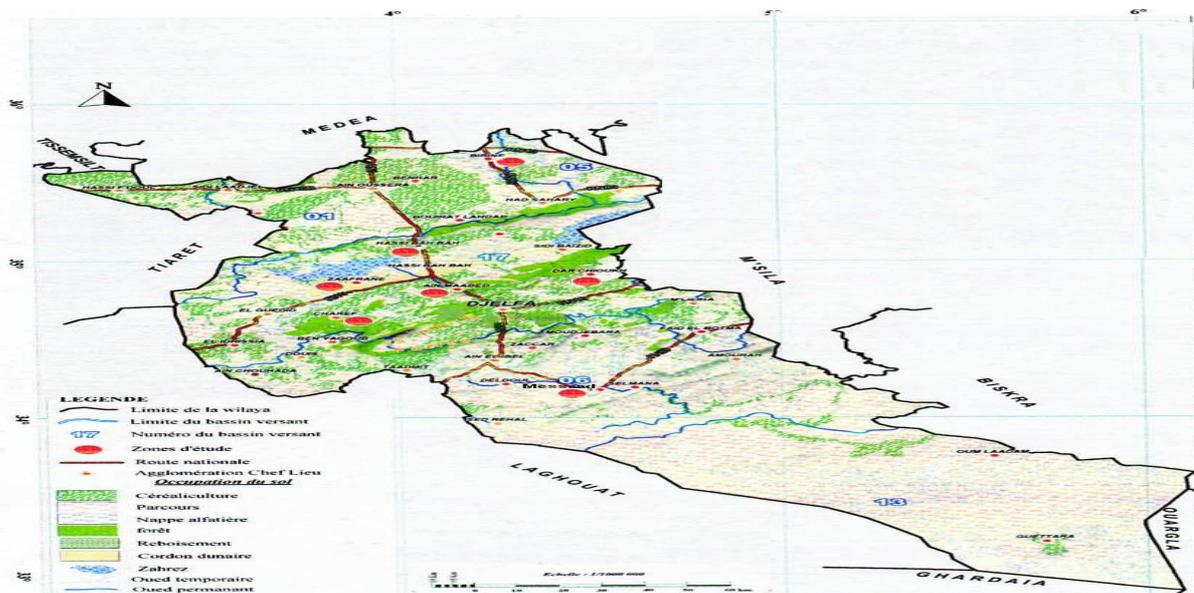
4/ Principaux produits fabriqués localement

L'ben raieb beurre fromage autre :.....

5/ conservation du lait

température ambiante pendant :heures
réfrigération pendant :heures

Annexe4: Caractéristiques géographiques (A) et bioclimatiques (B) de la région de Djelfa



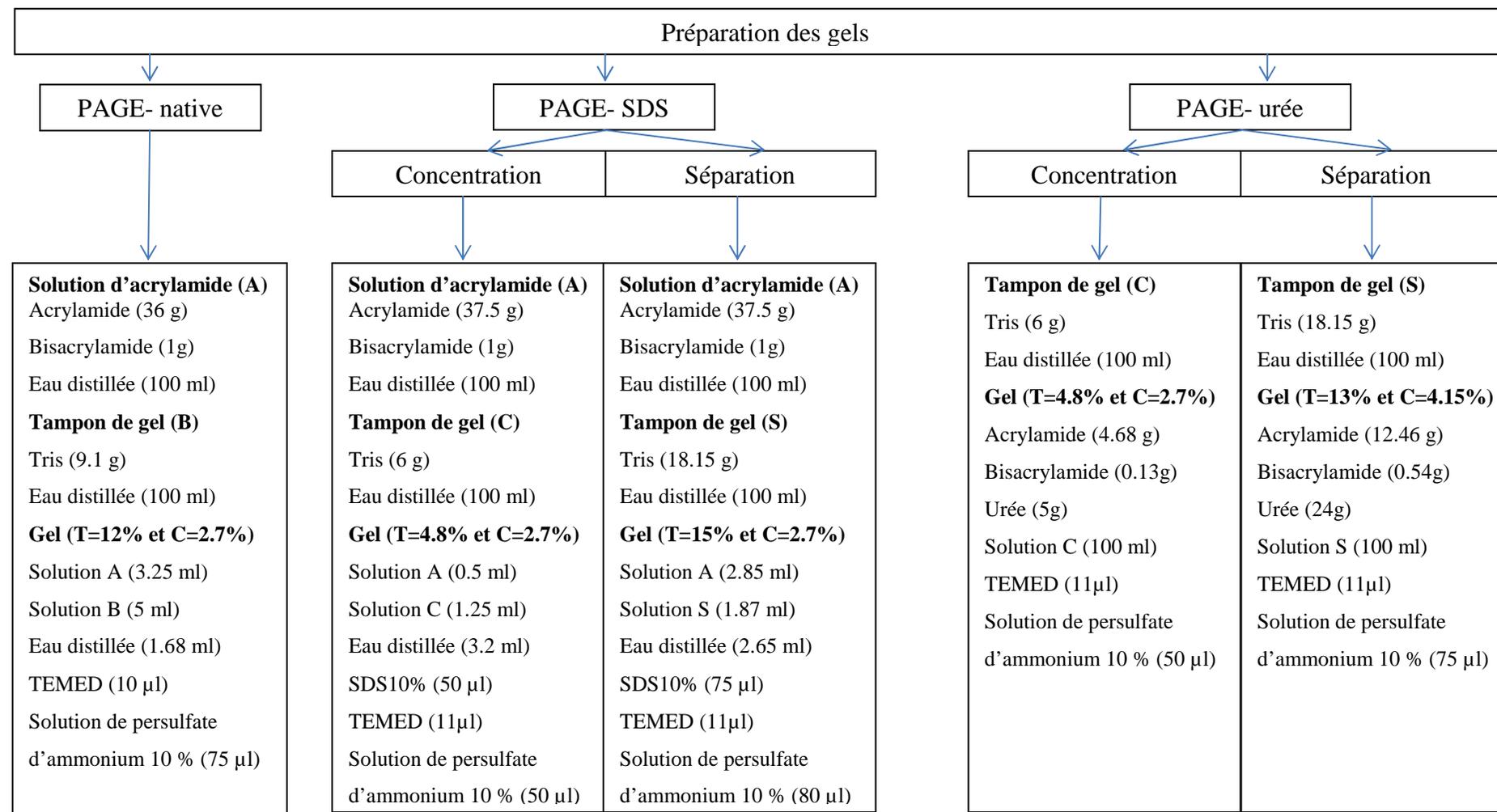
A/ : Cartographie de la région de Djelfa

B/ : caractéristiques bioclimatiques :

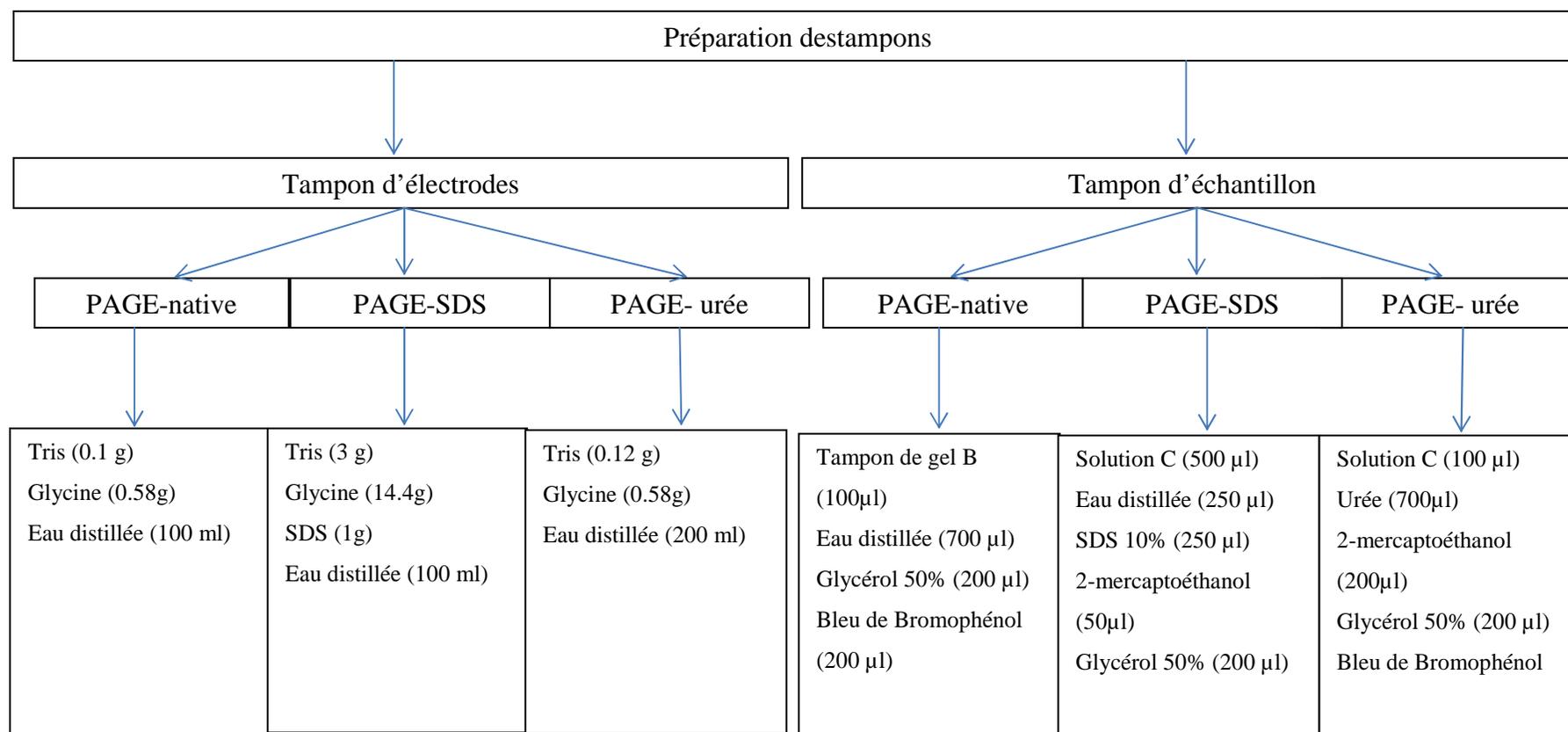
La wilaya de Djelfa (figure A), localisée en plein cœur de la steppe, est la plus importante des wilayas steppiennes de par son étendu et ses effectifs ovins. Cette wilaya constitue une zone de transition entre les hauts plateaux steppiennes de l'Atlas tellien et les présahariennes de l'Atlas saharien. Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord. Elle est d'une superficie de 33 236 km² dont les parcours steppiennes constituent 70% de sa superficie totale. Cette wilaya se distingue par quatre étages (sous étages) bioclimatiques : semi-aride, aride supérieur, moyen et inférieur. Chaque étage est caractérisé par des types de formation végétale (forêts, steppes, cultures) et par plusieurs classes de parcours (POUGET, 1977 ; CLAUDIN *et al*, 1979). Djelfa possède un couvert végétal peu intense avec des vides entre les touffes de végétation sur des sols généralement maigres et des forêts claires et aérées par manque de sous-bois. Elle fait partie globalement de la steppe d'Alfa.

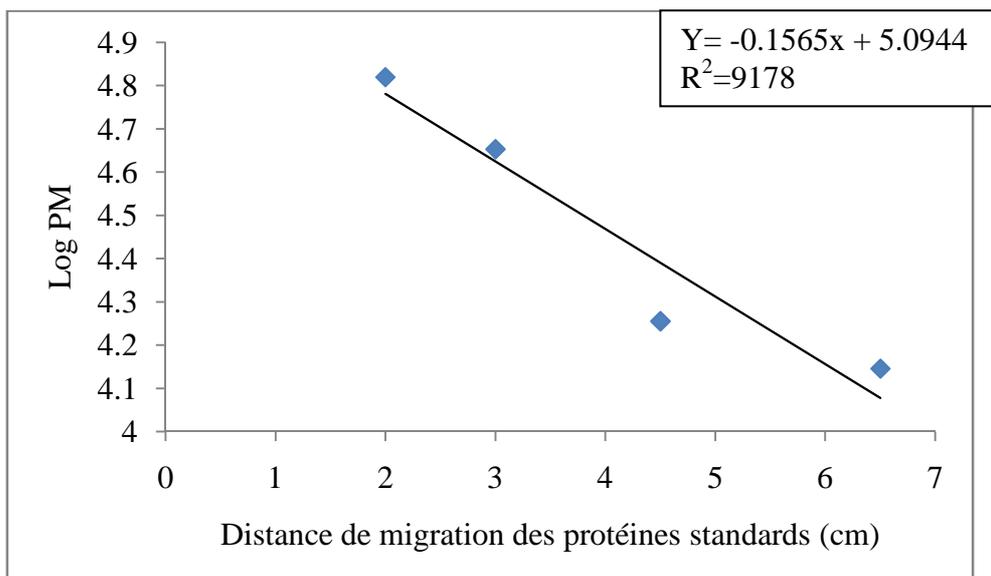
Les hivers sont froids et rigoureux et les étés chauds et secs (BENREBIHA, 1984). Djelfa connaît le gel en hiver et la canicule en été. Les précipitations sont irrégulières, peu abondantes, mal réparties dans l'espace (250 mm à 300 mm par an en moyenne au centre, 250 mm au nord et 150 mm ou moins au sud de la région). Elles sont souvent torrentielles. Les vents sont parfois violents et caractérisés par la fréquence du sirocco chaud et sec.

Annexe 5 : Composition des gels et tampons



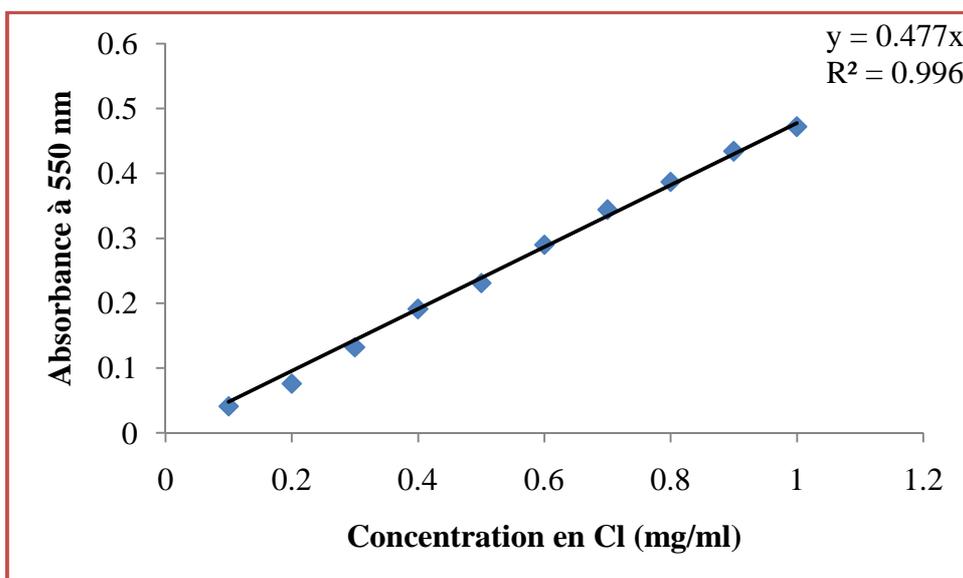
Annexe 5 : Composition des gels et tampons (suite)



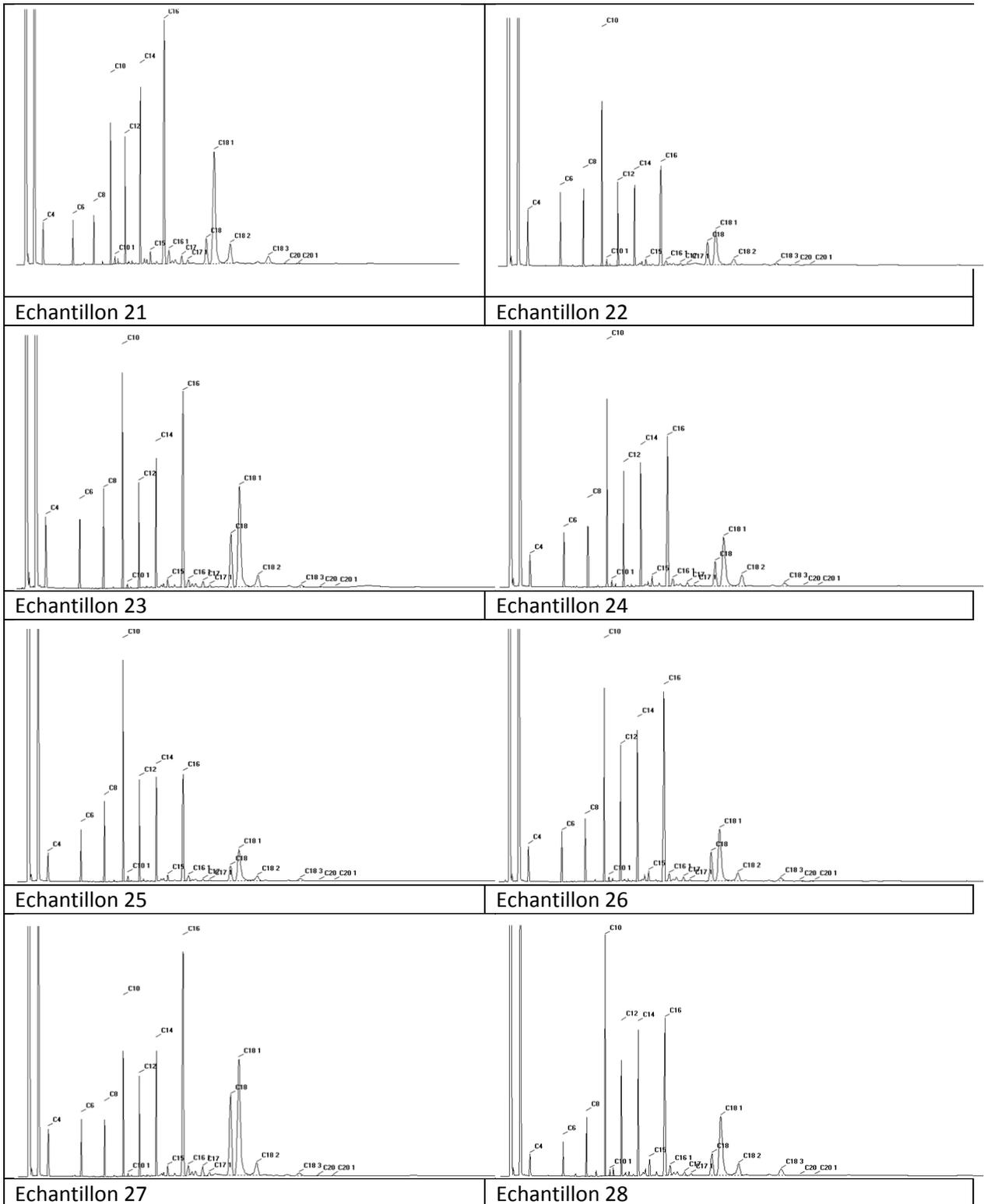
Annexe 6 : Courbe d'étalonnage du gel de séparation en PAGE-SDS

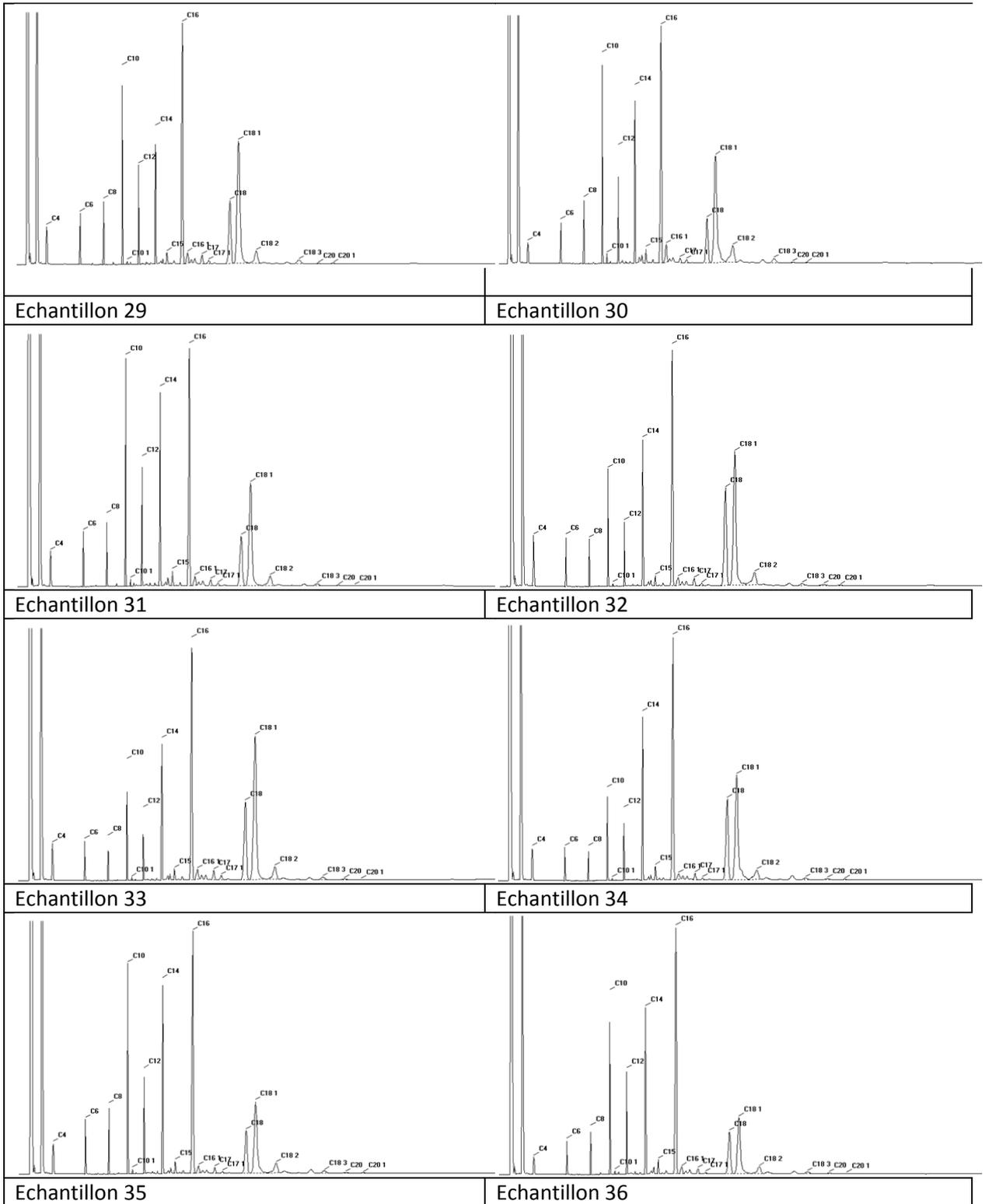
Courbe de calibration du gel de séparation en PAGE-SDS établie en utilisant un standard protéique composé de :

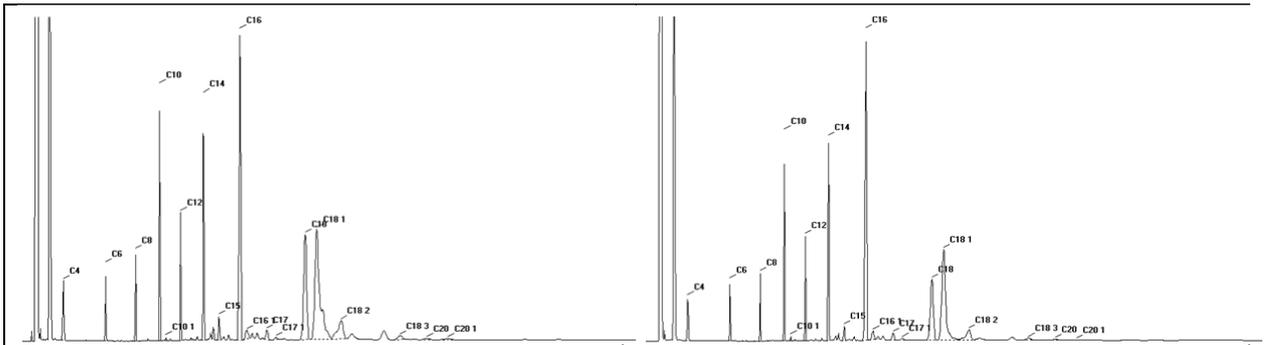
- BSA (66 000 Da),
- Ovalbumine (45 000 Da),
- β -lactoglobuline (18 000 Da),
- et α -lactalbumine (14 000 Da).

Annexe 7: Courbe d'étalonnage du cholestérol

Annexe 8 : profil chromatographique de quelques échantillons de lait cru ovin

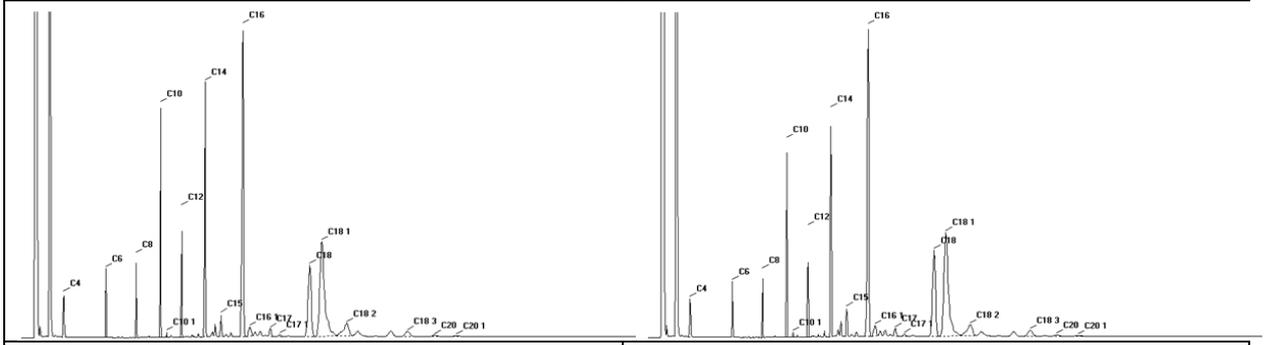






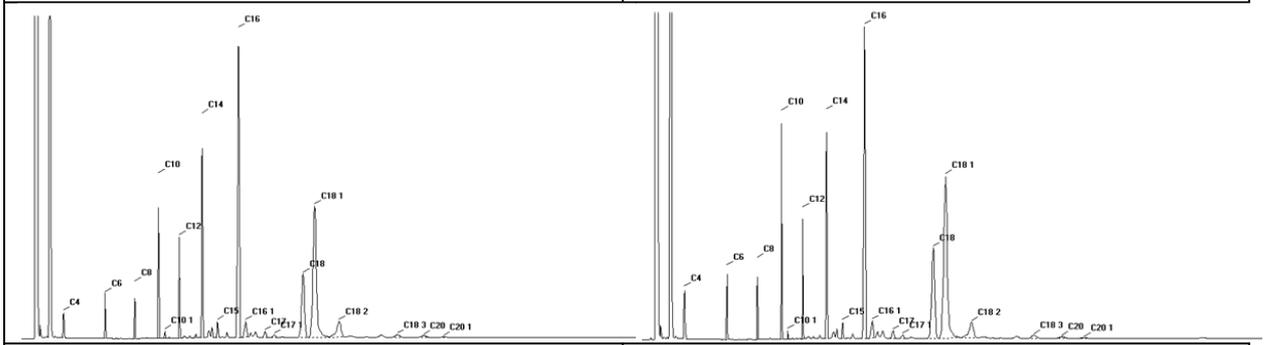
Echantillon 37

Echantillon 38



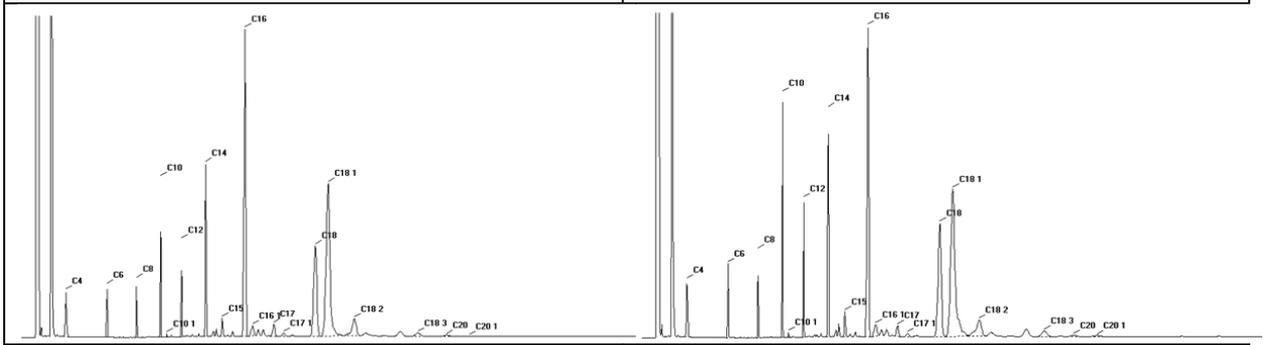
Echantillon 39

Echantillon 40



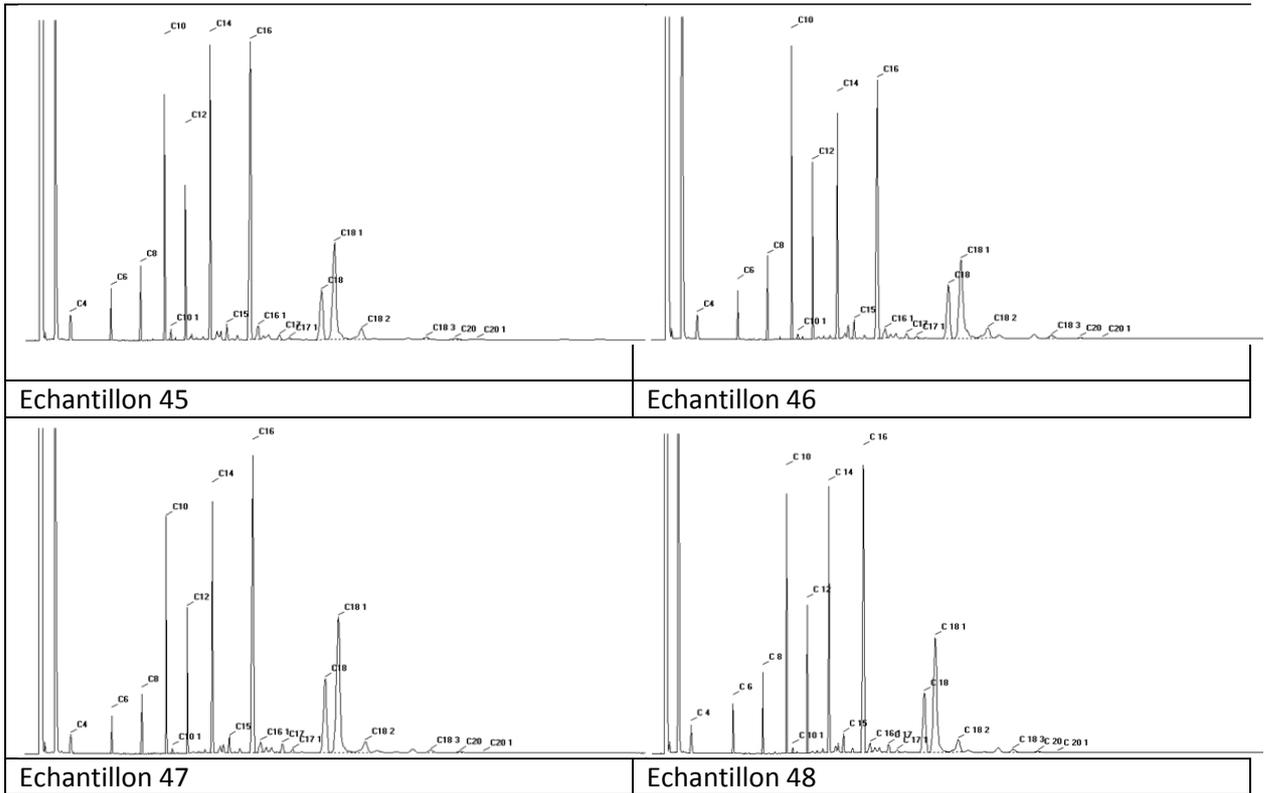
Echantillon 41

Echantillon 42



Echantillon 43

Echantillon 44



Annexe 9 :
Publications

Plusieurs parties de cette thèse ont fait l'objet de publications internationales et de communications :

I/ Publications Internationales :

1/ **B. Yabrir**, A. Hakem (ex. Akam), A. Mati. (2013). Factors affecting milk composition of Algerian ewe reared in central steppe area. Scientific Journal of Animal Science 2(8) 215-221

2/ **B. Yabrir**, A. Hakem (ex. Akam), A. Laoun, M. Labiad, H. Attia, A. Mati.(2013).Composition and Nitrogen Distribution of Ouled-Djellal and Rumbi Algerian Ewe's Milk. Advance Journal of Food Science and Technology 5(9): 1220-1226

3/**Yabrir Benalia**, Hakem (ex Akam) Ahcène, Mostefaoui Abdellah, Labiad Moussa, Titouche Yacine, Boudabous Abdellatif et Mati Abderrahmane (2013). Vers une typologie du lait de brebis collecté en milieu steppique Algérien basée sur la qualité microbiologique et liée aux pratiques de traite. Livestock Research for Rural Development 25 (5)

4/ **B. Yabrir**, A. Hakem (ex. Akam), A. Laoun, M. Labiad, N. El-Gallas, A. Hamadi, A. Mati. (2012). Does the aridity of Algerian steppe affect the ewe's raw milk quality? Bulletin UASVM, Veterinary Medicine 69(1-2) 282- 291

II/ Communications Nationales et Internationales

1/ **Yabrir Benalia**, Hakem (Ex. Akam) Ahcène, Hamadi Attia, Mati Abderrahmane (2013). Variabilité individuelle du lait cru ovin collecté en milieu steppique Algérien. Les premières Journées Scientifiques de l'Agroalimentaire : JSAA 2013 » 24-25-26 mai 2013- Sousse, Tunisie

2/ **Yabrir B.**, Hakem (ex. Akam) A., Mostefaoui A., Laoun A., labiad M., Titouche Y.Magtouf L., Mati A. (2012). Évolution de la flore microbienne du lait cru ovin au cours d'un entreposage réfrigéré. Les XVIII^{èmes} Journées Nationales de Microbiologie, Tizi-ouzou les 27 et 28 Novembre 2012

3/ **Yabrir B.**, Senoussi C., Hakem (ex. Akam) A., Laoun A., Si Ahmed S. et Mati A. (2011). Contribution à l'étude de l'aptitude à la coagulation du lait de brebis en relation avec l'aridité du milieu steppique. 1^{er} Séminaire sur le Lait et ses Dérivées: « Entre Réalité de Production et Réalités de Transformation et de Consommation » Guelma les 4 et 5 Octobre 2011.

Annexe 9.1. : Publication 1

Sjournals
Scientific Journals

Scientific Journal of Animal Science (2013) 2(8) 215-221

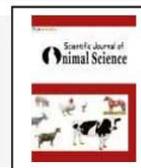
ISSN 2322-1704

doi: 10.14196/sjas.v2i8.901

Contents lists available at Sjournals

Scientific Journal of
Animal Science

Journal homepage: www.Sjournals.com



Original article

Factors affecting milk composition of Algerian ewe reared in central steppe area

B. Yabrir^{a,*}, A. Hakem (Ex Akam)^a, A. Mati^b

^aLaboratory of Exploration and Valorization of Steppic Ecosystems, University of Djelfa, Algeria.

^bLaboratory of Analytical Biochemistry and Biotechnology, University M. Mammeri of Tizi-Ouzou, Algeria.

*Corresponding author; Laboratory of Exploration and Valorization of Steppic Ecosystems, University of Djelfa, Algeria.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received 02 August 2013

Accepted 10 August 2013

Available online 26 August 2013

Keywords:

Algeria

Milk composition

Ouled Djellal sheep

Rumbi sheep

Variation

The aim of this study was to assess changes in composition of individual raw ewe's milk reared in Algerian area steppe. In total 167 milk samples from two local breeds, Ouled Djellal (75 samples) and Rumbi (92) were taken. For each ewe, we recorded the number of lactation (primiparous vs. multiparous), lactation stage (beginning, middle or end) and age. Milk samples were taken twice time from lactating period during winter and spring season. Rumbi ewe milk exhibited the highest ($p \leq 0.001$) protein, lactose, solid-non-fat and density than Ouled-Djellal ewe milk. Conversely, Ouled-Djellal manifested significantly higher ($p \leq 0.001$) fat concentration and freezing point in milk than the Rumbi. The pH value was not significantly affected by breed. The stage of lactation had significant effect on fat contents ($p \leq 0.05$) and freezing point ($p \leq 0.01$) while, other parameters studied were not significantly influenced by lactation stage. The season had a significant effect on all parameters tested except total solids. Lactose and freezing point were not significantly affected by the age of ewe. On the contrary there was an important effect of age for other parameters. Regarding the lactation number, no significant effects were found.

© 2013 Sjournals. All rights reserved.

1. Introduction

In Algerian area steppe, the ruminant livestock are mostly represented by sheep. Sheep are operated mainly for meat production and secondarily for milk and wool. Ouled Djellal and Rumbi are the most common breed with low production but well adapted to the different natural regions (Benyoucef et al., 1995) and represents approximately 75% of the total number (Boucif et al., 2007). In this environment, Sheep milk is generally used for breast lambs in the first place, then it is consumed by the farmers as well as or transformed traditionally.

Milk is undoubtedly the first food consumed by mammals. The composition of the raw milk specifies both its nutritional quality and also its ability to technological transformation and quality of resulting products (Pirisi et al., 2001; Bencini, 2002). This composition is not stable and is subject to multiple variations. Several factors affecting the composition of sheep's milk have been reported in the literature. Some of these factors are related to the animal breed (Haenlein, 2002; Tsiplakou et al., 2006; Mierlita et al., 2011), lactation stage (Sahan et al., 2005; Kuchtik et al., 2008; Hejtmanekova et al., 2012), parity (Gonzalo et al., 1994; Piras et al., 2007), lactation number (Kremer et al., 1996; Oravcova et al., 2007), age of the animal (Kremer et al., 1996; Berger et al., 2004; Abd Allah et al., 2011), udder health (Bianchi et al., 2004; Raynal-Ljutovac et al., 2007), other are related to diet (Pirisi et al., 2001; Bocquier and Caja, 2001; Bovera et al., 2003), milking practices (Nudda et al., 2002; Rassu et al., 2007; Sinapsis, 2007), season (Thomson et al., 1982; Bocquier et al., 1997; Abd Allah et al., 2011) and other factors (Sevi et al., 2003; Morand-Fehr et al., 2007). Thus, this investigation constitute the first and preliminary study carried out concerning the factors affecting milk composition of Algerian ewe reared in central steppe area.

2. Materials and methods

2.1. Sampling

Individual milk samples were collected from two local sheep breed, Ouled Djellal "OD" (n=75) and Rumbi "R" (n=92) conducted in the same herd with similar conditions regarding housing and feeding. Ewes were allowed to graze on natural pasture and feed with hay, pasture ensilage and barley when necessary. All were housed under semi-intensive mode. For each ewe, we recorded the number of lactation (primiparous vs. multiparous), lactation stage (beginning, middle or end) and age. Milk samples were taken from each ewe twice time from lactating period during winter and spring season. Milk samples were collected at the afternoon hand milking and analyzed within 24h with refrigeration overnight in terms of milk composition.

2.2. Analytical procedure

The pH values were measured using a pH-meter (Hanna H211, Hanna Instrument, Portugal) previously calibrated. Density was performed by using Quevenne lactometer, according the method described by AOAC (1998) and Milk freezing point by using a cryoscope (model 403, advanced Instruments, Norwood, NA). Total solids (TS) content was determined according to the method of AOAC (1998) by drying at 103±2°C. Fat, protein and lactose were determined by infrared analysis using a Milkoscan apparatus (FT 120, FossElectric, Hilleroed, Denmark). Solid-non-fat (SNF) was calculated as the difference between the total solids and fat content.

2.3. Statistical analysis

The statistical analysis was performed using STATISTICA software, v. 6.0 for Windows (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). The general linear model used is described by the following equation:

$$Y_{ijklm} = \mu + B_i + P_j + LS_k + A_l + S_m + \theta_{ijklm}$$

Where Yijklm is the considered parameter

μ : overall mean

B_i : fixed effect of breed (i= Rumbi and Ouled-Djellal ewes)

P_j : fixed effect of parity (j= primiparous and multiparous)

LS_k : fixed effect of stage of lactation (k= beginning, middle and end)

A_l : fixed effect of age (l= 1,2,3,4 and 5 being ≤2, ≤3 and >2, ≤4 and >3, ≤5 and >4, >6 years, respectively)

S_m : fixed effect of season (m= winter and spring)

θ_{ijklm} : error.

The significant differences between means were calculated by one-way Analysis of Variance (ANOVA) using Tukey range test and probability level was either 95 or 99%.

3. Results and discussion

3.1. Average composition

Table 1 report the mean and standard deviations of chemical composition of individual milk samples collected. These contents are not constant and vary depending on breed, stage of lactation, age and season. The average composition of the 167 samples of ewe's milk used in this study was $5.10 \pm 1.21\%$ protein, $6.02 \pm 3.48\%$ fat and $4.76 \pm 0.72\%$ lactose. These values were found lower than those reported by several authors for sheep milk in various countries: Baltadjieva et al. (1982) in Bulgaria and Greece, Pavic et al. (2002) in Croatia, Sahan et al. (2005) in Türkiye and Rouissi et al. (2006) in Tunisia except for lactose who seems to be higher. The content of TS ($16.91 \pm 3.55\%$) and SNF ($10.90 \pm 1.44\%$) were also lower than those reported previously. The physico-chemical characteristics, expressed by the freezing point, density and pH shows the following averages -0.58 °C, 1036.78 and 6.76 respectively. These data are somewhat similar to those mentioned by many workers (Pavic et al., 2002; Park et al., 2007; Kuchtik et al., 2008 and Hilali et al., 2011).

3.2. Factors of variation

3.2.1. Effect of breed

The results in Table 1 confirm the hypothesis put forward by several authors on the effect of breed on the composition of sheep milk. Rumbi ewe milk exhibited the highest ($p \leq 0.001$) protein (5.41 vs. 4.71%), lactose (4.93 vs. 4.54%) and solid-non-fat (11.43 vs. 10.24 %) than Ouled-Djellal ewe milk. Conversely, OD manifested significantly higher ($p \leq 0.001$) fat concentration in milk (6.83 vs. 5.35%) than the R. On the other hand, OD ewes yielded more milk than R ewes (data not shown). This variation includes negative correlation between milk yield and composition (Haenlein, 2002). Many researchers have shown the effect of breed on milk composition, although reports are somewhat contradicting and disparate. Abd Allah et al. (2011) found that breed had a significant effect only on fat and SNF when comparing Rahmani and Chios Egyptian ewes. Jaramillo et al. (2008) observed a significant difference in the concentration of fat and lactose from two Spanish ewe breeds (Guirra and Manchega). However, Mierlita et al. (2011) reported that breed of ewe had no significant effect on protein, fat and TS contents for Spanca and Turcana Romanian ewes. Also, Tsiplakou et al. (2008) did not found any effect of breed on fat, protein and lactose concentration of the four sheep breeds (Awassi, Lacaune, Friesland and Chios) kept under the same management in Greece. If it is recognized that fat and protein concentration in milk show a positive correlation with cheese yield (Barron et al., 2001), breeds selected for dairy production tend to have a lower concentration of milk components (Flamant and Morand-Fehr, 1982; Berger et al., 2004). Then Bencini (2001) concluded that, with high milk production, the total amount of cheese produced from the milk can be higher, but the relative yield of cheese from each liter of milk will be lower. So the East Friesian which is considered one of the best milking sheep in the world, it has, however, one of the lowest fat and protein contents, 5.5-6.5% and 5% respectively (Berger, 2004).

Regarding the physical characteristics of milk, R had significantly ($p \leq 0.001$) higher milk density (1039.26) than the OD (1033.73) and weak freezing point (-0.60 vs. -0.55 °C). The pH value was not significantly affected by breed. The same finding was observed with density (Rouissi et al., 2006), pH (Rouissi et al., 2006 and Abd Allah et al., 2011). A contrary, Martini and Carli (2003) reported that breed of ewe had a significant ($p < 0.001$) effect on pH value. According to Mathieu (1998), the pH of milk depends on its richness in certain constituents, particularly phosphates, citrates and casein.

3.2.2. Effect of stage of lactation

Changes in physico-chemical characteristics of ewe's milk during the stage of lactation are shown in table 1. Fat percentage increase significantly ($p \leq 0.05$) as lactation progressed. Similar observations had been made by Pavic et al. (2002), Bianchi et al. (2004) and Kuchtik et al. (2008). This increase was 36.8% between beginning and end lactation period; which is in agreement with percentage (37.6%) reported by Gonzalo et al. (1994) between d 45 and 150 postpartum. Also, the stage of lactation had significant effect on freezing point ($p \leq 0.01$). Its value at the end of lactation period was significantly lower with regard to the mid lactation.

Table 1
Factors affecting milk composition.

Factor of variation	Effectif	Means \pm sd							
		Protein (%)	Fat (%)	Lactose (%)	TS (%)	SNF (%)	Freezing point (°C)	Density	pH
Overall mean	167	5.10 \pm 1.21	6.02 \pm 3.48	4.76 \pm 0.72	16.91 \pm 3.55	10.90 \pm 1.44	-0.58 \pm 0.07	1036.78 \pm 8.16	6.76 \pm 0.20
Breed of ewe		***	***	***	ns	***	***	***	ns
Rumbi	92	5.41 \pm 1.26	5.35 \pm 3.67	4.93 \pm 0.71	16.78 \pm 3.75	11.43 \pm 1.52	-0.60 \pm 0.06	1039.26 \pm 9.43	6.77 \pm 0.21
Ouled-Djellal	75	4.71 \pm 1.04	6.83 \pm 3.07	4.54 \pm 0.67	17.07 \pm 3.32	10.24 \pm 1.31	-0.55 \pm 0.07	1033.73 \pm 4.82	6.74 \pm 0.19
Parity		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Primiparous	14	5.07 \pm 1.19	5.91 \pm 3.88	4.52 \pm 0.69	16.47 \pm 3.60	10.56 \pm 1.25	-0.57 \pm 0.07	1035.27 \pm 5.56	6.67 \pm 0.16
Multiparous	153	5.10 \pm 1.22	6.03 \pm 3.46	4.78 \pm 0.72	16.95 \pm 3.56	10.93 \pm 1.57	-0.59 \pm 0.07	1036.92 \pm 8.37	6.77 \pm 0.20
Stage of lactation		ns	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
Beginning	97	5.19 \pm 1.30 ^a	5.42 \pm 3.49 ^a	4.82 \pm 0.74	16.48 \pm 3.76	11.06 \pm 1.66	-0.60 \pm 0.06 ^a	1037.95 \pm 9.58	6.77 \pm 0.02
Middle	49	5.11 \pm 1.10 ^{ab}	6.59 \pm 3.05 ^b	4.63 \pm 0.77	17.39 \pm 3.18	10.80 \pm 1.36	-0.55 \pm 0.07 ^b	1035.65 \pm 5.13	6.75 \pm 0.20
End	21	4.60 \pm 0.98 ^b	7.42 \pm 3.90 ^b	4.73 \pm 0.46	17.78 \pm 3.22	10.36 \pm 1.27	-0.65 \pm 0.02 ^a	1033.99 \pm 5.69	6.76 \pm 0.17
Age (years)		*	**	ns	**	**	ns	*	***
≤ 2	35	4.74 \pm 1.05 ^a	6.08 \pm 2.87 ^a	4.53 \pm 0.52 ^a	16.31 \pm 2.81 ^a	10.23 \pm 1.03 ^a	-0.55 \pm 0.06 ^a	1034.10 \pm 4.11 ^a	6.68 \pm 0.13 ^a
≤ 3 and > 2	44	5.21 \pm 1.08 ^{ab}	4.16 \pm 2.65 ^b	5.04 \pm 0.83 ^b	15.49 \pm 2.87 ^{bc}	11.34 \pm 1.43 ^{bc}	-0.59 \pm 0.05 ^{bc}	1038.87 \pm 5.33 ^{bc}	6.82 \pm 0.19 ^{bc}
≤ 4 and > 3	42	4.99 \pm 1.23 ^a	7.01 \pm 3.94 ^a	4.66 \pm 0.67 ^a	17.70 \pm 3.93 ^{abd}	10.69 \pm 1.54 ^a	-0.57 \pm 0.09 ^{bc}	1035.14 \pm 5.95 ^a	6.74 \pm 0.19 ^{cd}
≤ 5 and > 4	15	4.65 \pm 0.99 ^a	6.83 \pm 2.92 ^a	4.65 \pm 0.36 ^{ab}	17.15 \pm 2.48 ^{ab}	10.32 \pm 1.06 ^a	-0.58 \pm 0.04 ^{abd}	1034.06 \pm 4.40 ^{cd}	6.71 \pm 0.15 ^{de}
> 6	31	5.70 \pm 1.44 ^b	6.84 \pm 3.89 ^a	4.80 \pm 0.83 ^{ab}	18.42 \pm 4.30 ^{bc}	11.58 \pm 1.94 ^c	-0.61 \pm 0.08 ^{cd}	1040.37 \pm 14.71 ^{dc}	6.81 \pm 0.27 ^{de}
Season		***	**	***	ns	***	***	***	***
Winter	73	6.30 \pm 0.75	5.19 \pm 3.14	4.47 \pm 0.63	17.07 \pm 3.48	11.89 \pm 1.44	-0.58 \pm 0.07	1040.69 \pm 9.88	6.82 \pm 0.22
Spring	94	4.16 \pm 0.44	6.66 \pm 3.62	4.98 \pm 0.71	16.78 \pm 3.63	10.12 \pm 1.13	/	1033.74 \pm 4.71	6.71 \pm 0.17

ns: not significant, *: P < 0.05, **: P < 0.01, ***: P < 0.001, a,b,c: P < 0.05.

B. Yabrir et al. / Scientific Journal of Animal Science (2013) 2(8) 215-221

Pavic et al. (2002) showed the same trend but with lower values. Other parameters studied were not significantly influenced by lactation stage. This observation is in agreement or in disagreement, regards the parameter considered, with various previous findings. Thus, Sahan et al. (2005) report significant lactational effects on the contents of dry matter ($p < 0.01$), pH and density ($p < 0.05$), not on protein, lactose and non-fat dry matter of Awassi ewe's milk. However, Bianchi et al. (2004) showed significant effect of lactation stage on lactose, protein but not on pH. While Gonzalo et al. (1994), Pavic et al. (2002) and Kuchtik et al. (2008) found that the stage of lactation had a significant influence on all analyzed parameters. On the other hand, Hejtmankova et al. (2012) report that, the contents of total protein as well as acid whey proteins in ovine milk were dependent on the period of lactation.

3.2.3. Effect of age and parity

The composition of milk depending on age and parity of ewes is summarized in table 1. Lactose and freezing point were not significantly affected by the age of ewe. On the contrary there was an important effect of age for all of the other parameters. Fat and SNF were the most affected. The highest values were recorded at the age of 4 years for Fat and more than 6 years for SNF. The lowest ones were observed respectively at the age of 3 years and 2 years old. Among other things, the older ewes (> 6 years) produce milk which is richer in term of protein, TS, density and less acid than milk produced by maiden ewes (less than 3 years). Our result contrast with the results reported by Abd Allah et al. (2011) who found no significant effect of ewe's age on the chemical components (TS, SNF, protein and pH) analyzed except fat %; where the fat percentage is lower in older ewes compared with that of younger ewes. By contrast, Corbett (1968) in Bencini (2001) reported that the concentration of fat is higher in older than younger ewes. Similarly, Hassan (1995) found no significant effect of age of ewe on TS and SNF but also on fat. Lateif et al. (1989) reported the significant effect of the age of ewe on protein percent which agrees with our finding. According to Kremer et al. (1996), only fat content was affected by age not protein, lactose and SNF contents.

Regarding the lactation number, no significant effects were found for all parameters studied which corresponds with the results reported by Piras et al. (2007) and contrast with the results reported by Gonzalo et al. (1994) for which, parity had a significant effect on the fat content but not on the protein content. Also, the concentration of TS increases with parity (Berger et al., 2004). Bencini (2001) report that there are contrasting literature reports on the effect of parity on milk composition and it is not possible to distinguish between age and parity of ewe. As documented, it seems that our results and those found in the literature are disparate and sometimes contradictory.

3.2.4. Effect of season

Results in table 1 show the influence of the season on the variables studied. Protein, lactose, SNF, density and pH have been found to increase in winter; while fat was reduced significantly. Reduction of fat can be explained by reduction of milk C4 to C16 fatty acids (Haenlein, 2002). The effect of season on milk composition may be direct by length of day (Bocquier et al., 1997) not by high temperature (Thomson et al., 1982) or indirect by its effect on food for sheep fed primarily pasture (Pulina et al., 1993). The effect of season on pH, protein, SNF contents recorded in this study were supported by Abd Allah et al. (2011) but were not for fat and TS percentage.

4. Conclusion

This study showed that all parameters were affected by breed (except pH), season (except TS) and age of ewe (except lactose and freezing point). However, no significant effect was observed of lactation number while, the stage of lactation had significant effect only on fat contents and freezing point. On the other hand, our results and those found in the literature are disparate and sometimes contradictory.

Acknowledgement

This study was supported by Algerian Ministry of higher education and scientific research (research project of CNEPRU, code: F02820100030).

References

- Abd Allah, M., Abbas, S.F., Allam, F.M., 2011. Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Chios sheep. *Int. J. Livest. Prod.*, 2(3), 24-30.
- AOAC., 1998. Official methods of analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA.
- Baltadjera, M., Veinoglou, B., Kandarakis, J., Edgaryan, M., Stamenova, V., 1982. La composition du lait de brebis de la région de la Plovdiv en Bulgari et d'Ioannina en Grec. *Le. lait.*, 62, 191-201.
- Barron, L., Fernandez de Labastida, E., Perea, S., Chavarri, F., Vega, C., Vicente, M., Torres, M., Najera, A., Virto, M., Santisteban, A., Perez-Elortondo, F., Albisu, M., Salmeron, J., Mendia, C., Torre, P., Ibanez F., Renobales, M., 2001. Seasonal changes in the composition of bulk raw milk used for Idiazabal cheese manufacture. *Int. Dairy J.*, 11, 771-778.
- Bencini, R., 2001. Factors Affecting the Quality of Ewe's Milk in Proc. 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium. Eau Claire, Wisconsin, USA 52-83.
- Bencini, R., 2002. Factors affecting the clotting properties of sheep milk. *J. Sci. Food. Agriculture.* 82, 705-719.
- Benyoucef, M. T., Zahaf, A., Boutebilla, S., Benaissa, T., Kaidi, R., Khellaf, D., Benzidour, B., 1995. Organizational and technical aspects of a program genetic studies of the Hamra sheep breed in the western region (Algeria). *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A.*, 11, 215-224.
- Berger, Y.M., 2004. Breeds of sheep for commercial milk production in Proc. 10th Great Lakes Dairy Sheep Symposium. Hudson, Wisconsin, USA., 14-20.
- Berger, Y.M., Billon, P., Bocquier, F., Caja, G., Cannas, A., McKusick, B., Marnet P-G., Thomas, D., 2004. Principles of sheep dairying in North America. Cooperative Extension Publishing, 432 N. Lake St., Rm. 103, Madison, WI., 53706.151p.
- Bianchi, L., Bolla, A., Budelli, E., Caroli, A., Casoli, C., Pauselli M., Duranti, E., 2004. Effect of udder health status and lactation phase on the characteristics of Sardinian ewe mil. *J. Dairy. Sci.*, 87, 2401-2408.
- Bocquier, F., Caja, G., 2001. Production et composition du lait de brebis: effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.* 14 (2), 129-140.
- Bocquier, F., Ligios, S., Casu, S., 1997. Effet de la photopériode sur la production, la composition du lait et sur les consommations volontaires chez la brebis laitière. *Ann. Zootech.*, 46, 427-438.
- Boucif, A., Azzi, N., Tainturier, D., Niar, A., 2007. Seasonal variation of reproductive parameters in two local breeds of Algerian rams. *Rencontre Recherche Rum.*, 14, 380.
- Bovera, F., Cutrignelli, M.I., Schettini R., Di Lella, T., 2003. Effects of non-structural carbohydrate levels of diet on milk yield of primiparous Sarda ewes. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2 (suppl. 1), 521-523.
- Corbett, J. L., 1968. Variation in the yield and composition of milk of grazing Merino ewes. *Aust. J. Agricultural. Res.*, 19, 283-294.
- Flamant, J.C., Morand-Fehr, P., 1982. Milk production in sheep and goats. In: *coop.I.E.(Ed.)*, Sheep and Goat Production. World Animal Science Series 26. Elsevier, Amsterdam., 271-274.
- Gonzalo, C., Carriedo, J. A., Baro J. A., San Primitivo, F., 1994. Factors Influencing Variation of Test Day Milk Yield, Somatic Cell Count, Fat, and Protein in Dairy Sheep. *J. Dairy. Sci.*, 77, 1537-1542.
- Haenlein, G. F. W., 2002. Nutritional value of sheep milk. *Sheep. Dairy. News.*, 19, 5-11.
- Hassan, H.A., 1995. Effects of crossing and environmental factors on production and some constituents of milk in Ossimi and Saidi sheep and their crosses with Chios. *Small Ruminant Research.*, 18, 165-172.
- Hejtmanikova, A., Pivec V., Dragounova, H., 2012. Differences in the composition of total and whey proteins in goat and ewe milk and their changes throughout the lactation period. *C. J. Anim. Sci.*, 57 (7), 323-331.
- Hilali, M., El-Mayda E., Rischkowsky, B., 2011. Characteristics and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. *Small Rum. Res.*, 10, 92-101.
- Jaramillo, D.P., Zamora, A., Guamis, B., Rodriguez M., Trujillo, A.J., 2008. Cheese making aptitude of two Spanish dairy ewe breeds: Changes during lactation and relationship between physico-chemical and technological properties. *Small Rum. Res.*, 78, 48-55.
- Kremer, R., Rosés, L., Rista, L., Barbato, G., Perdigon F., Herrera, V., 1996. Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguay. *Small Rum. Res.*, 19, 9-14.
- Kuchtik, J., Sustova, K., Urban T., Zapletal, D., 2008. Effect of stage of lactation on milk composition, its properties and the quality of rennet curdling in East Friesian ewes. *C. J. Anim. Sci.*, 53, 55-63.

- Lateif, M.G.A., Abedsalam, M.A., Haider, A., 1989. Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Barki sheep and their crosses. Proc. 3rd Egyptian British Conf. Anim. Fish and Poultry Production, Alex. Univ. Egypt. LingER (1956). A text book of dairy chemistry. Vol.2. practical 3, 3rd Ed., London, Chapman & Hall.
- Martini, M. and Caroli, A., 2003. Evaluation of ovine milk clotting aptitude. Ital. J. Anim. Sci., 2, 89-95.
- Mierlita, D., Daraban St., Lup, F., 2011. Effects of breed on milk fatty acid profile in dairy ewes, with particular reference to cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid. S. Afr. J. Anim. Sci., 41 (no. 3), 224-231.
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. Small Rum. Res., 68, 20-34.
- Nudda, A., Bencini, R., Mijatovic, S., Pulina, G., 2002. The yield and composition of milk in Sarda, Awassi, and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies. J. Dairy. Sci., 85, 2879-2884.
- Oravcova, M., Margetin, M., Peskovicova, D., Dano, J., Milerski, M., Hetenyi L., Polak, P., 2007. Factors affecting ewe's milk fat and protein content and relationships between milk yield and milk composition. C. J. Anim. Sci., 52 (7), 189-198.
- Pavic, V., Antunac, N., Mioc, B., Ivankovic A., Havranek, J. L., 2002. Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. C. J. Anim. Sci., 47 (2), 80-84.
- Park, Y.W., Juarez, M., Ramos M., Haenlein, G.F.W., 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Rum. Res., 68, 88-113.
- Piras, M., Ligios, S., Sitzia M. and Fois, N., 2007. Out of season sheep milk production in Sardinia. Ital. J. Anim. Sci., 6 (suppl. 1), 588-590.
- Pirisi, A., Piredda, G., Scintu M. F., Fois, N., 2001. Effect of feeding diets on quality characteristics of milk and cheese produced from Sarda ewes. CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A., 46, 115-119.
- Pulina, G., Rassu S.P.G., Cannas, A., 1993. The effect of group feeding strategy on milk production in dairy ewes. pp 2003-2006 in Proc. 47th Nat. Congr. SISVet, Riccione, Italy.
- Rassu, S. P. G., Cannas, E. A., Nicolussi, P., Nudda A., Pulina, G., 2007. Machine milking management and milk nitrogen fraction in primiparous ewes. Ital. J. Anim. Sci., 6 (suppl.1), 591-593.
- Raynal-Ljutovac, K., Pirisi, A., de Crémoux R., Gonzalo, C., 2007. Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. Small Rum. Res., 68, 126-144.
- Rouissi, H., Kamoun, M., Rekik, R., Tayachi, L., Hammami S., Hammami, M., 2006. Study of milk quality in dairy sheep in Tunisia. CIHEAM- Option Méditerranéennes, Série., A 78, 307-311.
- Sahan, N., Say D., Kaçar, A., 2005. Changes in chemical and mineral contents of Awassi ewe's milk during lactation. Turkish. J. Vet. Anim. Sci., 29, 589-593.
- Sevi, A., Taibi, L., Albenzio, M., Annicchiarico, G., Marino R., Caroprese, M., 2003. Influence of ventilation regimen on micro-environment and on ewe welfare and milk yield in summer. Ital. J. Anim. Sci., 2, 197-212.
- Sinapsis, E., 2007. The effect of machine or hand milking on milk production, composition and SCC in mountainous Greck breed (Boutsico) ewes. Small Rum. Res., 69, 242-246.
- Thomson, G.E., Hartmann, J.A., Goode Lindsay, K.S., 1982. Some effects of acute fasting and climatic stresses upon milk secretion in Friesland sheep. Comp Biochem. Physiol., 70A, 13-6.
- Tsiplakou, E., Mountzouris, K.C., Zervas, G., 2006. The effect of breed stage of lactation and parity on sheep milk fat CLA content under the same feeding practices. Liv. Sci., 105, 162-167.
- Tsiplakou, E., Kominakis A., Zervas, G., 2008. The interaction between breed and diet on CLA and fatty acids contents of milk fat of four sheep breeds kept indoors or at grass. Small Rum. Res., 74, 179-187.

Annexe 9.2. : Publication 2

Advance Journal of Food Science and Technology 5(9): 1220-1226, 2013

ISSN: 2042-4868; e-ISSN: 2042-4876

© Maxwell Scientific Organization, 2013

Submitted: June 07, 2013

Accepted: June 20, 2013

Published: September 05, 2013

Composition and Nitrogen Distribution of Ouled-Djellal and Rumbi Algerian Ewe's Milk

¹B. Yabrir, ¹A. Hakem (ex Akam), ¹A. Laoun, ¹M. Labiad, ²H. Attia and ³A. Mati

¹Laboratory of Exploration and Valorization of Steppic Ecosystems, University of Djelfa, Algeria

²Food Analysis Laboratory, National Engineering School of Sfax, Tunisia

³Laboratory of Analytical Biochemistry and Biotechnology, University M. Mammeri of Tizi- Ouzou, Algeria

Abstract: The chemical composition and nitrogen distribution of milk from two ewe's breed (Ouled-Djellal and Rumbi) (n = 20 each) reared in Algerian area steppe, were studied. The ewes were balanced for age and weight. All were in middle period of lactation. Individual milk samples were taken from each ewe third time from lactating period during spring season. Rumbi ewe's milk gave the highest values (p<0.01) for lactose (4.89±0.61%), solid non-fat (11.19±0.87%) and density (1037.57±3.78) than Ouled-Djellal ewes (4.38±0.45%, 10.24±0.77% 1033.82±2.59, respectively) and lowest values (p<0.01) for freezing point (-0.57±0.05°C vs -0.53±0.02°C). No significant difference was observed between the two breeds on fat, protein, total solids. The mean percentages were 6.26±1.38%, 5.54±0.76 and 16.51±1.44%, respectively for Ouled-Djellal ewes, while those of Rumbi's were 5.66±3.52%, 5.91±1.10% and 16.85±3.32%, respectively. No statistical differences related to the breed were found in the milk for all nitrogen fractions. Rumbi ewe's milk contains about 1.01% nitrogen however Ouled-Djellal's hold about 0.96%. Total nitrogen content is distributed between non-protein nitrogen (0.09% in all breeds) and protein nitrogen (0.93 vs 0.87% for Rumbi and Ouled -Djellal ewes respectively). The protein nitrogen includes casein nitrogen (0.76 vs 0.71) and whey protein nitrogen (0.20 vs 0.19%) from Rumbi and Ouled-Djellal ewes, respectively. Algerian sheep breeds were not actually selected for their milk production; selection program should be implemented to improve milk production and increase fat and protein contents. Thus further studies should carry out on milk ability and milk yield of these breeds.

Keywords: Algeria, milk composition, nitrogen distribution, Ouled-Djellal ewe, Rumbi ewe

INTRODUCTION

The population of sheep in Algeria is estimated at over 21 million heads (ONS, 2009). Sheep are mainly composed of local breeds (Benyoucef *et al.*, 2000) with low production but well adapted to the different natural regions (Benyoucef *et al.*, 1995) and unevenly distributed among primary (Ouled-Djellal, Rumbi and Hamra) and secondary breeds which are less abundant (Chellig, 1992). Ouled-Djellal (OD) is the most common breed and represents approximately 63% of the total number, then comes Hamra with a percentage of 21%; however the Rumbi (RB) represents 12% of the total population (Boucif *et al.*, 2007).

Algerian breeds are usually studied for their reproductive performance (Dekhili, 2004; Dekhili and Aggoun, 2005) never for their milk composition. Average milk production per day, all races confounded, is estimated at 400 g for 4 to 5 months (Khelifi, 1999). This production is valued at 70-80 kg in 6 months of lactation for OD ewes; it is 55-65 kg in 5-6 months for Rumbi's (Chellig, 1992). This milk is generally used for breast lambs in the first place, then it is consumed

by the farmers as well as or transformed traditionally often on "smen" (traditional butter), on "l'ben" (fermented milk) or in "djeben" (fresh cheese).

The composition of milk determines firstly its processing ability (Pearse and Mackinlay, 1989; Pellegrini *et al.*, 1994; Bencini, 2002) and secondly the quality of products that result (Pirisi *et al.*, 2001). This composition is not constant and many factors are reported that affect the quality of ewe's milk (Bencini and Pulina, 1997; Bencini, 2001). Some of these factors are related to management system (Bocquier and Caja, 1999; Oravcova *et al.*, 2007; Rassu *et al.*, 2007), others are depending on sheep: stage of lactation (Pavic *et al.*, 2002; Kuchtik *et al.*, 2008; Hejtmankova *et al.*, 2012) and genetic factors (Javor *et al.*, 2000). The effects of breed on milk composition have been studied by several researchers (Boylan *et al.*, 1988; Haenlein, 2001; Mierlita *et al.*, 2011; Pelmus *et al.*, 2012).

Research on chemical composition of ewe's breeds was well documented overall the world such as Suffolk (Torres-Hernandez and Hohenboken, 1979), Dorset (Wohlt *et al.*, 1981), Manchega (Molina, 1987), Rambouillet (Ochoa-Cordero *et al.*, 2002), Awassi

Corresponding Author: B. Yabrir, Laboratory of Exploration and Valorization of Steppic Ecosystems, University of Djelfa, Algeria, Tel.: 00 213 777 44 13 84

(Sahan *et al.*, 2005), Sicilo-sarde and Comisane (Rouissi *et al.*, 2006), Rahmani and Chios (Abd Allah *et al.*, 2011) but there is no information, in our knowledge on the chemicals of ewe's milk produced in Algeria, except this one reported by Yabrir *et al.* (2012), neither for sheep breeds. Thus, this investigation constitute the first and preliminary study carried out concerning the milk composition and nitrogen distribution of Algerian ewe breeds (Rumbi and Ouled-Djellal) reared in central steppe area.

MATERIALS AND METHODS

Animals and sampling: This study was carried out using two flocks, one of Rumbi breed, the other of Ouled-Djellal's located in Algerian area steppe. Ewe's were in natural pasture all the year and feed with hay, pasture ensilage and barley when necessary. Twenty ewes were chosen for each breed. The ewes were balanced for age (medium age was 4.8 and 5.6, respectively for Rumbi and Ouled-Djellal), weight (52 kg for Rumbi and 42.5 kg for Ouled-Djellal) and all were in middle period of lactation.

Individual milk samples were taken from each ewe third time from lactating period during spring season. Milk samples were collected at the afternoon hand milking. During each milking about 120 mL of milk was sampled without any preservative and divided in two aliquots. The first was analyzed within 24 h with refrigeration overnight in terms of basic composition of milk. The second aliquot was frozen at -20°C until analysis for nitrogen fractions.

LABORATORY ANALYSIS

Basic composition: Fat, lactose, solids-non-fat were determined by infrared analysis using a milkoscan apparatus (FT 120, Foss Electric, Hilleroed, Denmark). Total solids content was determined according to the method of AOAC (1998) by drying at 103±2°C. The pH values were measured using a pH-meter (Hanna H211, Hanna Instrument, Portugal) previously calibrated. Density was performed by using Quevenne lactometer, according the method described by AOAC (1998) and Milk freezing point by using a cryoscope (model 403, advanced Instruments, Norwood, NA).

Nitrogen distribution: Nitrogen was analyzed by Kjeldahl method according to AOAC (1998). Digestion was carried out using a Buchi K-435 Digestion Unit (Flawil 1, Switzerland) and distillation in Gerhardt Vapodest 10 Distillation Unit (Königswinter, GB). Total Nitrogen (TN) was determined on whole milk, the Non-Protein Nitrogen (NPN) was determined on the supernatants produced by action of trichloroacetic 15% and the Non-Casein Nitrogen (NCN) on the serum obtained by acidifying the milk at 4.6-4.7pH with acetic acid 10% (Shahani and Sommer, 1951). The other nitrogen fractions were calculated as follows: Protein

Table 1: Comparison of physico-chemical characteristics of ewe's milk between Ouled-Djellal and Rumbi breeds

Parameter	Breed (mean±SD)		P*
	Rumbi	Ouled djellal	
Protein (%)	5.91±1.10000	5.54±0.7600	ns
Fat (%)	5.66±3.52000	6.26±1.38000	ns
Lactose (%)	4.89±0.61000	4.38±0.45000	**
Total solids (%)	16.85±3.3200	16.51±1.4400	ns
Solids-non-fat (%)	11.19±0.8700	10.24±0.7700	**
Freezing point (°C)	-0.57±0.0500	-0.53±0.0200	**
Density	1037.57±3.78	1033.82±2.59	**
pH	6.78±0.27000	6.76±0.17000	ns

P*: Analysis of variance (ns: not significant, *: p<0.05 **: p<0.01)

Nitrogen (NP) = TN-NPN, Casein Nitrogen (CN) = TN-NCN, Whey Protein Nitrogen (WPN) = NCN-NPN and Casein index as (CN/TN)*100. A nitrogen conversion factor of 6.38 was used for calculation of protein contents of milk samples and various fractions (Cerbulis and Farrell, 1975).

Statistical analysis: Statistical analysis was carried out using Statistica program. The significant differences between means were calculated by one-way Analysis of Variance (ANOVA) using Turkey range test. Breed was the factor studied and probability level was either 95 or 99%.

RESULTS AND DISCUSSION

Basic composition: All compositional parameters of milk samples, except fat and freezing point were higher in milk from Rumbi than from Ouled-Djellal breeds (Table 1). Results show that lactose, solid non-fat, freezing point and density were significantly influenced by breed type. The effect of breed on chemical composition of ewe's milk was well established by many workers (Bencini and Pulina, 1997; Mierlita *et al.*, 2011; Pelmus *et al.*, 2012). No significant difference was observed between the two breeds on protein, fat, total solids and pH.

Regarding the physicochemical characteristics of milk, pH was similar between the two breeds. This report is in disagreement with Martini and Caroli (2003) who reported that the pH of milk was significantly influenced by the breed of sheep. The pH value in this study was slightly higher than that reported by Hilali (2001) for Awassi sheep and by Bianchi *et al.* (2004) for Sardinian healthy ewe but is in agreement with Rouissi *et al.* (2006) for Comissane sheep. Bianchi *et al.* (2004) observed that pH value of sheep milk increases with somatic cell counts. Concerning the density and freezing point, Rumbi milk has higher density and lower freezing point than Ouled-Djellal milk (p<0.01). Simos *et al.* (1996) and Rouissi *et al.* (2006) reported similar density in Epirius Mountain and Comisane ewes respectively than that in our study for Rumbi ewe, while Hilali (2001) and Rouissi *et al.* (2006) found the same value of density in Awassi and

Table 2: Nitrogen distribution (%) in milks of Rumbi and Ouled-Djellal ewe's

Parameter	Breed (mean±SD)		P*	Average	Cowmilk**
	Rumbi	Ouled djellal			
TN***	1.01±0.18	0.96±0.15	ns	0.99±0.17	0.580
NPN	0.09±0.03	0.09±0.04	ns	0.09±0.04	0.028
PN	0.93±0.17	0.87±0.12	ns	0.90±0.15	0.550
CN	0.76±0.16	0.71±0.12	ns	0.74±0.14	0.450
WPN	0.20±0.06	0.19±0.05	ns	0.19±0.06	0.100

*: Analysis of variance (ns: not significant); **: Cerbulis and Farrell (1975); ***: TN: Total Nitrogen, NPN: Non-Protein Nitrogen, PN: Protein Nitrogen, CN: Casein Nitrogen, WPN: Whey Protein Nitrogen

Sicilo-sarde sheep respectively than that for Ouled-Djellal ewes. Our finding for the freezing point of Rumbi ewe is in agreement with values reported by Gonzalo *et al.* (2005) for several breeds in Spain and for Ouled-Djellal is almost similar than that found by Martini *et al.* (2008) for Massese sheep in Italy.

Protein and fat were mainly studied because basic and incentive payments for milk (Pirisi *et al.*, 2007) or considered as useful material milk for cheese technology (Scintu and Piredda, 2007). As shown in Table 1, there is no significant difference between the two breeds considering the fat and protein contents. Milk fat ranges from 5.66% for Rumbi to 6.26% for Ouled-Djellal ewes which is in agreement with Torres-Hernandez and Hohenboken (1979), Maria and Gabina (1993) and Ochoa-cordero *et al.* (2002), respectively for Suffolk, Latxa and Rambouillet breeds. But lower than that reported by Bencini and Purvis (1990), Simos *et al.* (1996) and Rouissi *et al.* (2006) for Merino, Epirus Mountain and Comisane and Sicilo-Sarde ewes. Also, Nudda *et al.* (2002) reported higher fat content for Sarda, Awassi and Merino sheep in Australia. However, the fat contents were higher than the values reported by Molina (1987) and Casoli *et al.* (1989) for Churra and Massese breeds. The mean percentage protein content balanced between 5.91 for Rumbi and 5.54% for Ouled-Djellal breeds and was higher than the values reported by Molina (1987), Casoli *et al.* (1989) and Bencini and Purvis (1990) for Churra, Massese and Merino ewes breed, respectively but lower than that established by Boylan *et al.* (1988), Simos *et al.* (1996) and Rouissi *et al.* (2006) for Dorest, Epirus Mountain and Sicilo-Sarde and Comisane ewes. On the other hand Riek and Gerker (2006) showed that an increase in protein concentration should result in an increase in pH, because proteins are more anionic than cationic.

Rumbi ewe's milk gave the highest values ($p \leq 0.01$) for lactose. In this study, the mean milk lactose content (%) was 4.89 for Rumbi breed. This level was almost the same with those found by Boylan *et al.* (1988) but was higher than reported by Rouissi *et al.* (2006) and Karoui *et al.* (2011). However milk from Ouled-Djellal gave 4.38% lactose which was also higher than finding by Rouissi *et al.* (2006) and Karoui *et al.* (2011), but lower than reported by many researchers (Molina, 1987; Casoli *et al.*, 1989; Bencini and Purvis, 1990) all for several sheep breeds.

The total solids value, ranging from 16.51% (Ouled-Djellal) to 16.85% (Rumbi) did not vary significantly between the two breeds. Similar value was observed in Rambouillet breed milk (Ochoa-Cordero *et al.*, 2002). However, this result was higher than that found in Churra and Massese milks obtained by Molina (1987) and Casoli *et al.* (1989), respectively, but lower than that reported by many workers (Wohlt *et al.*, 1981; Bencini and Purvis, 1990; Rouissi *et al.*, 2006) in other breeds. The solid non-fat content of ewe milk of Rumbi breed was significantly ($p \leq 0.01$) higher than that of Ouled-Djellal (11.19 v.s 10.24%). The SNF recorded in this study for the Rumbi ewe was supported by Rouissi *et al.* (2006) and Martini *et al.* (2008) but lower than that reported by Kremer *et al.* (1996) and Simos *et al.* (1996) with different sheep breeds. The SNF from Ouled-Djellal milk seems to be the lowest value as regarding the aforementioned study.

Nitrogen distribution: Changes in the nitrogen distribution of ewe's milk protein fractions between Rumbi and Ouled-Djellal breeds are shown in Table 2. No statistical differences related to the breed were found in the milk for all nitrogen fractions. When compared to cow milk, all nitrogen fractions of cow's milk were lower than that reported in this study (Table 2).

Rumbi ewe's milk contains about 1.01% N however Ouled-Djellal's hold about 0.96% N, the average value was 0.99%. this finding coincides with the results obtained by Rouissi *et al.* (2006) and Kondyli *et al.* (2012) in Tunisian and Greek breeds respectively but very lower than that data reported by Rassa *et al.* (2007), Bornaz *et al.* (2009) and Potocnik *et al.* (2011) for other breeds.

The present study shows that the NT content is distributed between non-protein nitrogen (NPN, 0.09% in all breeds) and Protein Nitrogen (PN, 0.93 vs 0.87% for Rumbi and Ouled-Djellal ewes respectively, with average equal to 0.90%). The NPN contents found in this study were one time higher than those reported by Pirisi *et al.* (2001) and Rouissi *et al.* (2006) for Sarda and Sicila-Sarde ewes breeds, another time lower than that reported for the same breeds by Bornaz *et al.* (2009) and Bovera *et al.* (2003). These values of NPN account for 8.67 and 9.15% of the TN in milk of Rumbi and Ouled-Djellal respectively and which are higher than

Adv. J. Food Sci. Technol., 5(9): 1220-1226, 2013

Table 3: Nitrogen distribution (%N of TN) in milks of Rumbi and Ouled-Djellal ewe's

Parameter	Breed (Mean±SD)		P*	Average	Cowmilk**
	Rumbi	Ouled djellal			
NPN/TN***	8.67±2.84	9.15±3.53	ns	8.91±3.170	4.90
PN/TN	91.33±2.84	90.85±3.53	ns	91.09±3.17	95.1
CN/TN	74.66±5.63	74.42±4.27	ns	74.54±5.10	77.9
WPN/TN	19.14±3.39	19.60±3.8	ns	19.37±3.56	22.1

*: Analysis of variance (ns: not significant); *: Cerbulis and Farrell (1975); ***: TN: total nitrogen, NPN: Non-Protein Nitrogen, PN: Protein Nitrogen, CN: Casein Nitrogen, WPN: Whey Protein Nitrogen

Table 4: Nitrogen compounds (%)

Parameter	Breed (Mean±SD)		P*	Average	Cowmilk**
	Rumbi	Ouled djellal			
TN*6.38	6.47±1.17	6.12±0.96	ns	6.30±1.07	3.72±0.63
Proteins	5.91±1.10	5.54±0.76	ns	5.73±0.95	3.54±0.60
Caseins	4.84±0.99	4.55±0.74	ns	4.70±0.87	2.89±0.51
Whey Proteins	1.26±0.40	1.20±0.32	ns	1.23±0.14	0.63±0.13***

*: Analysis of variance (ns: not significant); *: Cerbulis and Farrell (1975); ***: True whey proteins

Table 5: Average nitrogen distribution and nitrogen compounds of ewe's milk from other breeds

Breed	TN	NPN	PN	CN	WPN	TN*6.38	Proteins	Caseins	Whey proteins	Reference
Sarda	-	0.23	-	77.6*	-	5.66	-	4.4	1.03	Bianchi <i>et al.</i> (2004)
Sarda	4.5	0.31	-	-	-	-	4.18	3.38	0.80	Rassu <i>et al.</i> (2007)
ND	-	0.044	95	82.3**	-	5.63	5.35	4.41	0.946	Pellegrini <i>et al.</i> (1994)
Sicilia-sarde	1.06	0.043	-	-	-	6.55	-	5.16	-	Rouissi <i>et al.</i> (2006)
Comisane	1.03	0.042	-	-	-	6.40	-	4.97	-	Rouissiet <i>et al.</i> (2006)
Sarda	-	0.04	-	76.7**	-	-	5.28	4.26	1.02	Pirisi <i>et al.</i> (2001)
Sarda	-	0.05	-	73.2**	-	-	5.66	4.36	1.30	Pirisi <i>et al.</i> (2001)
ND	5.55	0.39	-	4.3	1.1	-	-	7.75	2	Potocnik <i>et al.</i> (2011)
ND	-	0.8	-	76	17	-	6.2	4.2	-	Park <i>et al.</i> (2007)
				83*	22***		4.6			
Sarda	-	0.15	-	-	-	4.99	-	3.93	0.89	Bovera <i>et al.</i> (2003)
Sarda	-	0.16	-	-	-	5.02	-	3.98	0.90	Bovera <i>et al.</i> (2003)
Sicilia-sarde	5.77	0.29	-	84*	-	-	5.48	4.85	-	Bornaz <i>et al.</i> (2009)
Sicilia-sarde	5.91	0.24	-	83.7*	-	-	5.67	4.95	-	Bornaz <i>et al.</i> (2009)
Boutsiko	1.02	-	-	-	-	-	6.46	5.00	-	Kondyli <i>et al.</i> (2012)
Karamaniko	0.97	-	-	-	-	-	6.17	4.74	-	Kondyli <i>et al.</i> (2012)
ND	-	0.269	-	-	-	5.78	5.52	4.55	0.97	Assenat (1985)

ND: Not Defined; *: CN/TN; **: CN/Proteins; ***: WPN/TN

that of cow milk (Table 3). According to DePeters and Ferguson (1992), the NPN content of milk is less variable among breeds but the NPN as a percentage of TN is quit variable. On the other hand, NPN compounds does not have nutritional value (except free amono acids, B vitamins and nucleotids) (Mehaia *et al.*, 1995) or commercial value that would justify taking it into consideration in a payment scheme (Grappin, 1992).

The main value of protein nitrogen was higher than cow milk (Table 2). It varies from 0.87% (milk of Ouled-Djellal) to 0.93% (Rumbi's milk). The protein nitrogen includes casein nitrogen (CN, 0.76 vs 0.71 between Rumbi and Ouled-Djellal breeds) and whey protein nitrogen (WPN, 0.20 vs 0.19% from Rumbi and Ouled-Djellal ewes, respectively). Generally, the casein nitrogen is expressed as caseins contents. Thus, the mean value of caseins in ewe milk (4.70%) was higher than cow milk (2.89%) (Table 4); moreover, compared to varied values of other sheep breeds (Table 5), it is found that the value of caseins of milk from the Algerian breeds is either similar or higher than those

reported elsewhere. Park *et al.* (2007) reported that casein content of milk has a significant influence on rheological properties of the rennet gel. It is negatively correlated with the quantity of serum retained during the cheese making (Storry *et al.*, 1983). The average casein number (CN/TN*100) for Rumbi and Ouled-Djellal ewe milks were 74.66 and 74.42, respectively which did not differ and were lower than that reported for cow milk (Table 3). This value is also lower than that reported in literature (Table 5) from various breeds of sheep. When compared to published data, attention will be taken that some authors use the ratio of casein in true protein (Pirisi *et al.*, 2001) instead of casein in total protein (Bianchi *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2007; Bornaz *et al.*, 2009). The casein number may vary among species and according to animal and lactation stage (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). On the other hand, it characterizes the suitability of milk for cheese production (Mehaia *et al.*, 1995).

Many of the whey proteins have interesting physico-chemical (functional), nutritional and physiological properties (Fox, 2001). Milk samples from Algerian

ewe's breed contained on average 1.23% whey proteins which did not differ between the two breeds (1.26 and 1.20, respectively from Rumbi and Ouled-Djellal milk) and were higher than that reported by Cerbulis and Farrell (1975) for cow milks. Our finding was higher than that of Sarda ewe's milk (Bovera *et al.*, 2003; Bianchi *et al.*, 2004; Rassa *et al.*, 2007) and lower than that of Sarda ewe's milk when fed on pasture ryegrass (Pirisi *et al.*, 2001). Park *et al.* (2007) reported that sheep milk whey proteins account for 17-22% of total protein which is in agreement with the result of this study.

CONCLUSION

This study showed that the breed had a significant effect on lactose, solid non-fat, freezing point and density. However, no significant difference was observed between the two breeds on protein, fat, total solids and pH. The milk from Rumbi ewe seems to be richer than Ouled-Djellal's. Further studies should carry out on milk ability and milk yield of these breeds. Algerian sheep breeds were not actually selected for their milk production; their importance for the dairy sheep industry cannot be assessed at the present time. Selection program should be implemented to improve milk production and increase fat and protein contents.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Algerian Ministry of higher education and scientific research (research project of CNEPRU, code: F 02820100030).

REFERENCES

- Abd Allah, M., S.F. Abbas and F.M. Allam, 2011. Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Chios sheep. *Int. J. Livest. Prod.*, 2(3): 24-30.
- AOAC, 1998. Official Methods of Analysis. 16th Edn., Association of Official Analytical Chemist. Arlington, VA.
- Assenat, L., 1985. Composition et propriétés. In: Luquet, F.M. (Eds.), *Lait et Produits Laitiers: Vache-Brebis-Chèvre*. Technique et Documentation Lavoisier, Paris, France, pp: 685.
- Bencini, R., 2001. Factors affecting the quality of ewe's milk. *Proceeding of the 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. Eau Claire, Wisconsin, USA, pp: 52-83.
- Bencini, R., 2002. Factors affecting the clotting properties of sheep milk. *J. Sci. Food Agric.*, 82: 705-719.
- Bencini, R. and G. Pulina, 1997. The quality of sheep milk: A review. *Aust. J. Exp. Agric.*, 37(4): 485-504.
- Bencini, R. and I. Purvis, 1990. The yield and composition of milk from Merino sheep. *Wool Technol. Sheep Breed*, 18: 71-73.
- Benyoucef, M.T., A. Zahaf, S. Boutebilla, T. Benaissa, R. Kaidi, D. Khellaf and A. Benzidour, 1995. Organizational and technical aspects of a program genetic studies of the Hamra sheep breed in the western region (Algeria). *CIHBAM-Mediterr. Opt. Series A*, 11: 215-224.
- Benyoucef, M.T., T. Madani and K. Abbas, 2000. Sheep production systems and selection objectives under semi-arid conditions in Algeria. *CIHBAM-Mediterr. Opt. Series A*, 43: 101-109.
- Bianchi, L., A. Bolla, B. Budelli, A. Caroli, C. Casoli, M. Pauselli and E. Duranti, 2004. Effect of udder health status and lactation phase on the characteristics of Sardinian ewe mil. *J. Dairy Sci.*, 87: 2401-2408.
- Bocquier, F. and G. Caja, 1999. Effects of nutrition on ewes' milk quality. *Proceeding 5th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. Brattleboro, Vermont, USA, pp: 1-15.
- Bomaz, S., A. Sahli, A. Attalah and H. Attia, 2009. Physicochemical characteristics and renneting properties of camels' milk: A comparison with goats', ewes' and cows' milks. *Int. J. Dairy Technol.*, 62(4): 505-513.
- Boucif, A., N. Azzi, D. Tainturier and A. Niar, 2007. Seasonal variation of reproductive parameters in two local breeds of Algerian rams. *Dating Ruminants*, 14: 380.
- Bovera, F., M.I. Cutrignelli, R. Schettini and T. Di Lella, 2003. Effects of non-structural carbohydrate levels of diet on milk yield of primiparous Sarda ewes. *Italian J. Anim. Sci.*, 2(Suppl. 1): 521-523.
- Boylan, W.J., J.W. Fecht and H. Sakul, 1988. Dairy sheep performance and potential. *Proceeding of 16th Annual "Sheep and Lamb Feeders Day"*. University of Minnesota, West Central Experiment Station, Morris, MN, USA, pp: 54-63.
- Casoli, C., E. Duranti, L. Morbidini, F. Panella and V. Vizioli, 1989. Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Rumin. Res.*, 2: 47-62.
- Cerbulis, J. and H.M. Farrell, 1975. Composition of milks of dairy cattle. I. Protein, lactose and fat contents and distribution of protein fraction. *J. Dairy Sci.*, 58(6): 817-827.
- Chellig, R., 1992. *Algerian Sheep Breeds*. Office of University Publication, Algiers, Algeria. (In French).
- Dekhili, M., 2004. Productivity of ouled-djellalewes. *Dating Rumin.*, 11: 234.
- Dekhili, M. and A. Aggoun, 2005. Ewe productivity in two contrasting locations. *Dating Rumin.*, 12: 163.
- DePeters, E.J. and J.D. Ferguson, 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 3192-3209.

- Fox, P.F., 2001. Milk proteins as food ingredients. *Int. J. Dairy Technol.*, 54(2): 41-55.
- Gonzalo, C., M.A. Blanco, B. Beneitez, M.T. Juarez, A. Martinez, B. Linage and A. Ariznabarreta, 2005. Bulk tank milk quality of dairy sheep in the Castilla-Leon region (Spain). *Dating Rumin.*, 12: 401.
- Grappin, R., 1992. Bases and the protein experiences of expressing content of milk-France. *J. Dairy Sci.*, 75: 3221-3227.
- Haenlein, G.F.W., 2001. The nutritional value of sheep milk. *Int. J. Anim. Sci. (India)*, 16: 253-268.
- Hejtmankova, A., V. Pivec and H. Dragounova, 2012. Differences in the composition of total and whey proteins in goat and ewe milk and their changes throughout the lactation period. *Czech J. Anim. Sci.*, 57(7): 323-331.
- Hilali, M., 2001. Study of the physico-chemical properties and coagulation parameters of Awassi sheep milk collected in Maragha region, Syria, according to pasture. Thesis, University of Aleppo, Aleppo, Syria.
- Javor, A., S. Kukovics, A. Nabradi, Z.R. Varszegi, M. Amyasi and G. Molnar, 2000. The fat and protein content of sheep milk under different conditions. *CIHBAM-Mediterr. Opt. Series A*, 43: 69-73.
- Karoui, R., M. Hammamib, H. Rouissi and C. Blecker, 2011. Mid infrared and fluorescence spectroscopies coupled with factorial discriminant analysis technique to identify sheep milk from different feeding systems. *Food Chem.*, 127: 743-748.
- Khelifi, Y., 1999. Sheep and goat production in Algerian steppe areas. *CIHBAM-Mediterr. Opt. Series A*, 38: 245-247.
- Kondyli, E., C. Svarnas, J. Samelis and M.C. Katsiarriet, 2012. Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Rumin. Res.*, 103: 194-199.
- Kremer, R., L. Rosés, L. Rista, G. Barbato, F. Perdigon and V. Herrera, 1996. Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguay. *Small Rumin. Res.*, 19: 9-14.
- Kuchtik, J., K. Sustova, T. Urban and D. Zapletal, 2008. Effect of stage of lactation on milk composition, its properties and the quality of rennet curdling in East Friesian ewes. *Czech J. Anim. Sci.*, 53: 55-63.
- Maria, G. and D. Gabina, 1993. Non-genetic effects on milk production of Lataca ewes. *Small Rumin. Res.*, 12: 61-67.
- Martini, M. and A. Caroli, 2003. Evaluation of ovine milk clotting aptitude. *Italian J. Anim. Sci.*, 2: 89-95.
- Martini, M., M. Mele, C. Scolozzi and P. Salari, 2008. Cheese making aptitude and the chemical and nutritional characteristics of milk from Massese ewes. *Italian J. Anim. Sci.*, 7: 419-437.
- Mehaja, M.A., M.A. Hablas, K.M. Abdel-Rahman and S.A. El-Mougy, 1995. Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chem.*, 52: 115-122.
- Mierlita, D., St. Daraban and F. Lup, 2011. Effects of breed on milk fatty acid profile in dairy ewes, with particular reference to cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid. *South Afr. J. Anim. Sci.*, 41(3): 224-231.
- Molina, M.P., 1987. Composition and sources of variation in the milk of Manchega ewes. Ph.D. Thesis, Polytechnic University of Valencia, Valencia, Spain, pp: 239.
- Nudda, A., R. Bencini, S. Mijatovic and G. Pulina, 2002. The yield and composition of milk in Sarda, Awassi and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies. *J. Dairy Sci.*, 85: 2879-2884.
- Ochoa-Cordero, M.A., G. Torres-Hernandez, Ochoa-Alfaro, L. Vega-Roque and P.B. Mandeville, 2002. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. *Small Rumin. Res.*, 43: 269-274.
- ONS, 2009. Office National Statistics: Productions Animales (2000-2009). Retrieved from: <http://www.ons.dz>. (Accessed on: August 25, 2012).
- Oravcova, M., M. Margetin, D. Peskovicova, J. Dano, M. Milerski, L. Hetenyi and P. Polak, 2007. Factors affecting ewe's milk fat and protein content and relationships between milk yield and milk composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 52(7): 189-198.
- Park, Y.W., M. Juarez, M. Ramos and G.F. W. Haenlein, 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, 68: 88-113.
- Pavic, V., N. Antunac, B. Mioc, A. Ivankovic and J.L. Havranek, 2002. Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech J. Anim. Sci.*, 47(2): 80-84.
- Pearse, M.J. and A.G. Mackinlay, 1989. Biochemical aspects of syneresis: A review. *J. Dairy Sci.*, 72(6): 1401-1407.
- Pellegrini, O., F. Remeuf and M. Rivemale, 1994. Evolution of physico-chemical characteristics and renneting properties of ewe's milk collected in the "Roquefort area". *Lait*, 74: 425-442.
- Pelms, R.S., G.C. Pistol, C. Lazar, D.E. Marin, M. Gras, M. Radu and B. Ghita, 2012. Preliminary study on milk composition and milk protein polymorphism in the Romanian local sheep breed Teleorman Black Hrad Tsigai. *Roman. Biotechnol. Lett.*, 17(5): 7582-7591.
- Pirisi, A., A. Lauret and J.P. Dubeuf, 2007. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Rumin. Res.*, 68: 167-178.

- Pirisi, A., G. Piredda, M.F. Scintu and N. Fois, 2001. Effect of feeding diets on quality characteristics of milk and cheese produced from Sarda ewes. *CIHEAM-Mediterr. Opt. Series A*, 46: 115-119.
- Potocnik, K., V. Gantner, K. Kuterovac and C. Angela, 2011. Mare's milk: Composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, 62(2): 107-113.
- Rassu, S.P.G., E.A. Cannas, P. Nicolussi, A. Nudda and G. Pulina, 2007. Machine milking management and milk nitrogen fraction in primiparous ewes. *Italian J. Anim. Sci.*, 6(Suppl.1): 591-593.
- Raynal-Ljutovac, K., G. Lagriffoul, P. Paccard, I. Guillet and Y. Chilliard, 2008. Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Rumin. Res.*, 79: 57-72.
- Riek, A. and M. Gerker, 2006. Changes in llama (Lama glama) milk composition during lactation. *J. Dairy Sci.*, 89: 3484-3493.
- Rouissi, H., M. Kamoun, R. Rekik, L. Tayachi, S. Hammami and M. Hammami, 2006. Study of milk quality in dairy sheep in Tunisia. *CIHEAM-Mediterr. Opt. Series A*, 78: 307-311.
- Sahan, N., D. Say and A. Kaçar, 2005. Changes in chemical and mineral contents of Awassi ewe's milk during lactation. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 29: 589-593.
- Scintu, M.F. and G. Piredda, 2007. Typicity and biodiversity of goat and sheep milk products. *Small Rumin. Res.*, 68: 221-231.
- Shahani, K.M. and H.H. Sommer, 1951. The protein and non-protein nitrogen fractions in milk. II. Their content in fresh raw milk. *J. Dairy Sci.*, 34: 1010-1013.
- Simos, B.N., E.M. Nikolaou and P.E. Zoiopoulos, 1996. Yield, composition and certain physicochemical characteristics of milk of the Epirus mountain sheep breed. *Small Rumin. Res.*, 20: 67-74.
- Storry, J.B., A.S. Grandisson, D. Milliard, A.J. Owen and G.D. Ford, 1983. Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminant. *J. Dairy Res.*, 50: 215-229.
- Torres-Hernandez, G. and W. Hohenboken, 1979. Genetic and environmental effects on milk production, milk composition and mastitis incidence in crossbred ewes. *J. Anim. Sci.*, 49: 410-417.
- Wohlt, J.B., D.H. Kleyn, G.W. Vandermoot, D.J. Selfridge and C.A. Novotney, 1981. Effect of stage of lactation, age of sheep, sibling status and sex of lambs on gross and minor constituents of Dorest ewe milk. *J. Dairy Sci.*, 64: 2175-2184.
- Yabrir, B., A. Hakem (ex.Akam), A. Laoun, M. Labiad, N. El-Gallas, A. Hamadi and A. Mati, 2012. Does the aridity of Algerian steppe affect the ewe's raw milk quality. *Bull. UASVM Vet. Med.*, 69(1-2): 282-290.

Annexe 9.3. : Publication 3

[Livestock Research for Rural Development 25 \(5\) 2013](#)[Guide for preparation of papers](#)[LRRD Newsletter](#)[Citation of this paper](#)

Vers une typologie du lait de brebis collecté en milieu steppique Algérien basée sur la qualité microbiologique et liée aux pratiques de traite

Yabrir Benalia, Hakem (ex Akam) Ahcène, Mostefaoui Abdellah, Labiad Moussa, Titouche Yacine, Boudabous Abdellatif* et Mati Abderrahmane**

*Laboratoire d'Exploration et Valorisation des Ecosystèmes Steppiques, université de Djelfa, Algérie
byabrir@yahoo.fr*

* *Laboratoire Microorganismes et Biomolécules Actives (LMBA), Université de Tunis, El Manar, Tunisie*

** *Laboratoire de biochimie analytique et biotechnologies, université M. Mammeri de Tizi- Ouzou, Algérie*

Résumé

L'objectif de notre étude consiste, d'abord évaluer la qualité microbiologique du lait cru ovin collecté en milieu steppique, ensuite mettre l'accent sur l'influence des pratiques hygiéniques lors de la traite comme source de contamination. Au total cinquante et un éleveur ont été enquêtés et des laits de mélange ont été prélevés pour des fins analytiques. Les résultats obtenus montrent que la qualité microbiologique et hygiénique est insuffisante et est très hétérogène et témoigne de ce fait de la variabilité des pratiques de traite d'une ferme à l'autre.

L'analyse statistique a permis de construire une typologie des laits formée de six classes distinctes. Les pratiques de traite rapportées aux classes de laits et sources de variation de la qualité microbiologique étaient principalement le trayeur, l'élimination des premiers jets, le lavage des mamelles, le nombre de brebis à la traite et le lieu de traite. Trois groupes de classe se distinguent ainsi: le premier renferme des laits de qualité hygiénique et sanitaire satisfaisante. Ils sont essentiellement traités par la femme du propriétaire et dont le nombre de brebis soumis à la traite est inférieur à 50. Le second correspond aux laits moyennement chargés en diverses flores. Il caractérise des laits qui proviennent des élevages dont les pratiques de traite varient d'une ferme à l'autre. Le dernier groupe rassemble les laits les plus contaminés et de très mauvaise qualité hygiénique mais de bonne qualité sanitaire. Il regroupe des laits qui sont traités exclusivement par le berger, sans lavage des mamelles, ni élimination des premiers jets. La traite a lieu à l'étable pour un effectif supérieur ou égal à 50 brebis à la traite. Les résultats de cette étude ont montré que la qualité du lait cru ovin collecté en milieu steppique dépend de l'hygiène des animaux et de la conduite de la traite et que les causes de cette qualité sont très nombreuses et dépendantes l'une de l'autre.

Mots clés: Algérie, hygiène, lait, ovin, qualité, traite

Towards a typology of sheep's milk collected in Algerian area steppe based on the microbiological quality and related to milking practices

Abstract

The objective of our study consists, first to assess the microbiological quality of ewe's raw milk collected in area steppe, then to focus on the influence of hygienic practices during milking as a source of contamination. A total of fifty-one breeders were surveyed and milk mixture was taken for analytical purposes. The results show that the microbiological and hygienic quality is insufficient, very heterogeneous and reflects thereby the variability of milking practices from one farm to another. A typology of milk consists of six distinct classes was assayed by statistical analysis. Milking practices reported in classes of milk and sources of variation in the microbiological quality were primarily the milker, the foremilk elimination, washing udders, the number of ewes milked, and milking area.

Three class groups are thus distinguished: the first contains milk with hygienic and sanitary satisfactory quality. They are mainly milked by the owner's wife and the number of sheep subjected to milking is less than 50. The second corresponds to the milk fairly loaded in various floras. It characterizes the milk that comes from farms with milking practices varying from one farm to another. The last group includes most contaminated milk and very poor hygienic quality but good health. It includes milks which are exclusively milked by the shepherd, without washing udders or foremilk elimination. Milking takes place in the barn with number of sheep in milking is greater than or equal to 50. The results of this study showed that the quality of ewe's raw milk collected in area steppe depends on the health of animals and the milking practices and the causes of this quality are numerous and dependent to any of the other.

Key words: Algeria, hygiene, milk, milking, quality, sheep

Introduction

La qualité microbiologique du lait cru suscite l'intérêt des différents acteurs de la filière. D'un point de vue consommateur, la qualité hygiénique préoccupe le consommateur qui en devient de plus en plus exigeant. Le lait cru et les produits qui en découlent doivent apporter des garanties sanitaires (Nanu et al 2007). La consommation de ces derniers peut présenter un danger pour la santé publique (Barret 1986; DeBuyser et al 2001; Oliver et al 2009). D'un point de vue technologique, la qualité et la typicité des produits laitiers sont à l'origine de la flore du lait cru (Buchin et Beuvier 2000; Montel et al 2003). Deux questions se sont alors soulevées et se succèdent, d'abord « faut-il privilégier la quantité ou la nature de la flore du lait ? » (Bouton et al 2005) ensuite « comment préserver une flore utile sans affecter la qualité sanitaire des laits ? » (Parguel et al 2007).

Il est bien établi que le lait est considéré comme stérile dans la glande mammaire. A la sortie de la mamelle ; le lait est, s'il est traité d'un animal sain et dans de bonnes conditions hygiéniques, peu contaminé (Faye et Loiseau 2002). C'est au cours des opérations de récolte que le lait se contamine et plus il est manipulé, plus le risque de contamination augmente. Le niveau de contamination résulte de plusieurs causes (Piton et Richard 1982; Bonfoh et al 2006). D'une part, les études relatives à l'influence des pratiques hygiéniques lors de la traite du lait ovin étant relativement rares et sont beaucoup moins nombreuses que celles qui existent pour les vaches laitières et d'autre part, à notre connaissance, aucune étude n'a été faite dans ce sens dans le milieu steppique algérien. Celle-

ci se veut être une première investigation dans son genre concernant l'effet des pratiques hygiéniques lors de la traite sur la qualité microbiologique du lait cru ovin collecté dans les conditions de la steppe centrale Algérienne.

Matériel et méthodes

Choix des élevages

Les éleveurs choisis caractérisent un système d'élevage de type sédentaire où les parcours steppiques constituent l'essentiel de l'apport alimentaire. Ce dernier est complété par l'apport de la céréaliculture et de l'aliment concentré pour les saisons sèches. La taille du troupeau varie de 100 à 300. Au total cinquante et un éleveurs ont été sélectionnés sur une zone naturelle caractérisant le milieu steppique de la région de Djelfa (à 300 km au sud d'Alger), à vocation agro-pastorale.

Enquête

Pour chaque éleveur enquêté, un questionnaire a été réalisé au moment du prélèvement. Ce questionnaire portait sur les pratiques de traite: périodicité de traite, nombre de traite par jour, moment de la traite, quantité de lait par brebis (estimée par les éleveurs), type de traite, trayeur, hygiène des mamelles, lieu de traite, élimination des premiers jets et nombre de brebis à la traite.

Echantillonnage

Les prélèvements de lait ont été effectués pendant une période très courte (du 10/04 jusqu'au 01/05/2010) afin de travailler sur des laits d'animaux au pâturage et de réduire l'effet saison. Le lait provient de la traite du soir, après le retour du troupeau à la bergerie ou tôt le matin avant la sortie des animaux. C'est un lait de mélange. La traite est manuelle. Les échantillons de lait prélevés sont recueillis dans des flacons en verre opaque stériles et conservés à 4°C. Ils sont acheminés immédiatement ou le lendemain matin au laboratoire sous régime de froid en utilisant une glacière empliée de poche de glace.

Analyses au laboratoire

Les analyses ont été réalisées au laboratoire régional vétérinaire de Laghouat. Les méthodes d'analyses employées sont celles décrites par Beerns et Luquet (1987), Guiraud (1998) et Larpent (1997). A partir de la solution mère, des dilutions sériées (jusqu'à 10^{-4}) ont été réalisées par une solution de tryptone sel (TSE).

L'évaluation des groupes de flore a été réalisée par recherche/dénombrement sur milieux de culture appropriés. Les échantillons recueillis ont été soumis aux analyses suivantes:

- Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) sur milieu Plate Count Agar (PCA) à 30°C pendant 72h
- Dénombrement des coliformes sur gélose lactosée bilisée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL), incubation 24h à 30°C pour les coliformes totaux (CT) et 24h à 44°C pour les coliformes fécaux (CF)
- Recherche des entérocoques (streptocoques fécaux) (SF) sur milieu présomptif de Rothe à 37°C pendant 24 à 48h puis, pour les tests positifs, repiquage sur milieu de confirmation de Litsky à 37°C pendant 24h
- Dénombrement des clostridium sulfitoréducteur sur gélose viande-foie additionné d'alun de fer et de sulfite de sodium, incubation à 37°C pendant 24 à 48h. Le lait est préalablement chauffé 10 minutes à 80°C puis refroidi
- La flore fongique (levures et moisissures) est dénombrée sur milieu glucosé à l'oxytetracycline (OGA), incubation à 20-25°C pendant 3 à 5 jours
- Recherche des *Staphylococcus aureus* sur milieu de Baird-Parker additionné de plasma de lapin, incubation 24-48h à 37°C
- Pour les salmonelles, d'abord un enrichissement est effectué sur bouillon au sélénite de sodium (SFB), puis, après incubation 24h à 37°C, isolement sur milieu Hecktoen. Incubation 24h à 37°C
- La méthode immunologique, basée sur la mise en évidence des anticorps anti-*Brucella*, est employée pour la recherche des *Brucella*. La réaction met en jeu le test de l'anneau « ring-test »
- L'estimation des populations microbiennes est évaluée par le test de réduction du bleu de méthylène (RBM) en déterminant le temps au bout duquel il ya décoloration. Préalablement, le lait est pré-incubé 16-18h à une température de 12-18°C
- D'autres tests physico-chimiques, associés aux analyses microbiologiques pour estimer la qualité microbiologique du lait, ont été mesurés tel-que le pH qui est déterminé par pH-métrie et l'acidité Dornic par titrage acido-basique à l'aide de la soude Dornic (N/9)

Analyses statistiques

L'approche statistique consiste en premier lieu à décrire les pratiques de traite de l'ensemble des éleveurs enquêtés, ensuite de mettre en classe les laits présentant des caractéristiques microbiologiques semblables et enfin d'analyser les relations entre ces classes et les caractéristiques des pratiques de traite. La typologie des laits est réalisée sur la base d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), construite à partir des résultats d'une Analyse en Composante Principale (ACP). Les caractéristiques microbiologiques retenues sont la flore totale (FAMT), les coliformes totaux (CT) et fécaux (CF), les levures (Lev) et moisissures (Mois), les streptocoques fécaux (SF), *Staphylococcus aureus* (SA), les brucelles (Br), les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR), le temps de réduction du bleu de méthylène (RBM), pH et acidité (Ac). Celles des pratiques de traite sont le lieu de traite (LT), le trayeur (Tr), type de traite (TT), nombre de brebis à la traite (BT), lavage des mamelles (Mm), et élimination des premiers jets (PJ). Les différences entre les caractéristiques des laits et des pratiques de traite des six classes a été traité par analyse de la variance

(ANOVA) « test de Fisher-Snedecor » à un facteur (classe de lait). Le logiciel STATISTICA, version 6.1 édition 2003a été utilisé lors de cette étude.

Résultats

Description des pratiques de traite

Sur les 51 éleveurs enquêtés, 62.7% d'entre eux pratiquent la traite quotidiennement, le reste ne la pratiquent qu'occasionnellement ou parfois périodiquement. Elle a lieu généralement une fois par jour pour 66.7% des cas contre 33.3% (deux fois par jour) et pour plus de 45% essentiellement le soir après le retour du troupeau à la bergerie. La traite est globalement complète (72.6%) et est pratiquée soit par la femme du propriétaire (54.9%), soit par le berger (35.3%); le propriétaire ne traite les brebis que très rarement. Les mamelles sont rarement lavées (31.4% contre 68.6%) et seulement avec de l'eau sans rессuage. La traite a lieu soit à l'air libre, soit à l'étable et les premiers jets ne sont éliminés que pour 25.5% et si c'est le cas, ils sont envoyés sur le sol. Le nombre de brebis à la traite est généralement inférieur à 50. 39.2% des éleveurs estiment que la quantité de lait produite varie entre 0.251 à 0.501 litre par brebis par jour et que 45.1% l'estiment entre 0.501 à 0.999 litre. Pour le reste (15.7%), cette quantité ne dépasse guère 0.251 litre.

Tableau 1: description des pratiques de traite

Pratiques de traite	Effectif (51)	
	Nombre	%
Traite :		
quotidienne	32	62.7
périodique	9	17.6
occasionnelle	10	19.6
nombre de traite /jour :		
une fois	34	66.7
deux fois	17	33.3
moment de la traite :		
le matin	11	21.6
matin et soir	17	33.3
le soir	23	45.1
quantité du lait / brebis /j :		
moins de 0.25l	8	15.7
0.251 – 0.50l	20	39.2
Plus de 0.50l	23	45.1
Type de traite :		
complète	37	72.6
incomplète	14	27.4
Trayeur		
berger	18	35.3
propriétaire	5	9.80
femme	28	54.9
Lavage des mamelles		
oui	16	31.4
non	35	68.6
Lieu de traite :		
étable	26	51
air libre	25	49
Elimination des premiers jets:		
oui	13	25.5
non	38	74.5
Nombre de brebis à la traite :		
0 - 20	23	45.1
20 - 50	24	47.1
50 – 100	4	7.80

Caractéristiques des laits

Pour l'ensemble des éleveurs, la contamination moyenne des laits en flore totale est de 23×10^6 germes/ml avec une dispersion très importante des valeurs autour de la moyenne. De plus, 78.4% des laits ont un temps de réduction du bleu de méthylène supérieur à 4 heures. Les coliformes totaux et fécaux sont présents à des valeurs moyennes plutôt élevées, respectivement 10.9×10^4 et 14.6×10^3 (germes/ml) pour les coliformes totaux et fécaux. Pour la flore fongique, les moisissures sont moins abondantes que les levures (3.48×10^3 vs 23.9×10^4).

Les salmonelles sont totalement absentes. *Staphylococcus aureus* n'est présente que chez 9.8% des éleveurs prélevés. 13.7% des laits analysés ont une réponse positive au ring-test et seulement 3.92% des échantillons analysés dépasse 50 germes/ml d'ASR. Presque la moitié des échantillons est positif vis-à-vis des SF, ce qui représente une prévalence de 43.1%.

Le pH moyen des laits analysés est de 6.5, par contre l'acidité moyenne est estimée à 19.7.

Profils bactériologiques des laits

L'ACP réalisée sur les cinquante et un échantillons de lait nous a permis de distinguer deux grands axes de variation qui forment le premier plan en rapportant 46,8% de la variabilité totale (figure 1).

Le premier axe, en expliquant 33,1% de la variation totale, représente des laits qui traduisent la qualité globale, liée aux variables (pH, acidité et flore totale « FAMT ») ainsi que la qualité hygiénique liée aux variables (CF et CT). Quant au deuxième axe, il représente 13,7% de la variation totale et oppose les laits riches en levures et ASR à ceux riches en SF; il rapporte la flore utile (technologique) liée aux levures et la flore pathogène (qualité sanitaire) liée aux anaérobies sulfitoréducteurs, aux streptocoques fécaux et au *staphylococcus aureus* ainsi qu'aux brucelles.

La classification hiérarchique issue de cette ACP a permis de distinguer six classes de lait (figure 2) dont les caractéristiques sont précisées au tableau 2. Les pratiques de traite rapportées aux classes de laits ainsi établies figurent au tableau 3.

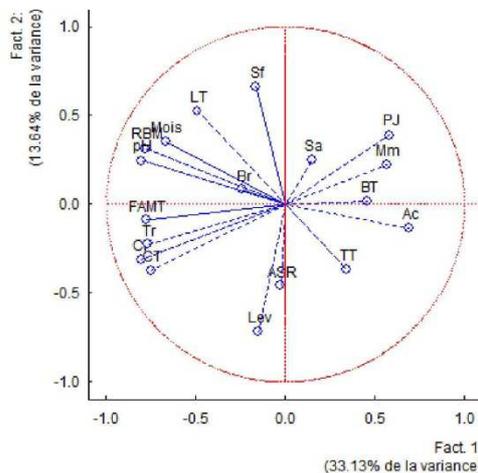


Figure 1: Représentation des 18 variables actives sur le premier plan de l'ACP

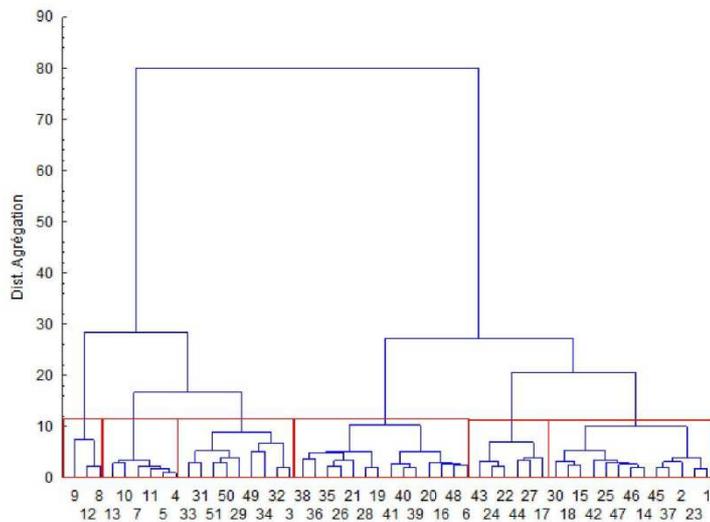


Figure 2: Dendrogramme de la classification hiérarchique

Tableau 2: caractéristiques microbiologiques des classes de lait

Classe de laits	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P	Moy
Effectif	13	6	14	9	6	3		51
FAMT (10 ⁶ /ml)	9.42 ^a	1.34 ^{ab}	16.2 ^b	0.491 ^a	85 ^{cd}	100 ^d	0.000	23
CT (10 ³ /ml)	0.04 ^a	66 ^b	113 ^b	142 ^b	686 ^c	356 ^{bc}	0.000	109
CF (10 ² /ml)	0.15 ^a	22 ^b	86.6 ^{bd}	2.9 ^b	765 ^c	501 ^{cd}	0.000	146
Brucelle (p) ^a	7.69 ^a	0 ^a	0.07 ^a	55.6 ^b	0 ^a	0 ^{ab}	0.003	13.7
RBM	a	abcd	ac	bc	bd	d	0.000	
(>4h) ^a	100	100	92.9	77.8	16.7	0		78.4

(<4h et >2h)	0	0	7.14	22.2	0	0	5.88	
(<2h)	0	0	0	0	83,3	100	15.7	
Levures (10 ³ /ml)	20.1 ^a	863 ^b	337 ^{cd}	238 ^{de}	13 ^e	10.6 ^{ac}	0.000	239
Moisi (10 ² /ml)	0.6 ^a	140 ^{bc}	2.3 ^a	11.2 ^{bc}	58 ^b	136 ^{cb}	0.000	34.8
S. fécaux (p) [*]	30,8 ^a	50 ^{cd}	64,3 ^{cd}	66,7 ^d	0 ^{bl}	0 ^{cl}	0.024	43.1
<i>S. aureus</i> (p) [*]	0	16,7	21.4	0	16.7	0	0.380	9.80
ASR (0/ml) ^{**}	92,3	83,3	50	55.6	83.3	100	0.076	72.6
(<50/ml)	7.69	16.7	50	22.2	16.7	0	23.5	
(≥50/ml)	0	0	0	22.2	0	0	3.92	
pH	6.65 ^a	6.64 ^a	6.59 ^a	6.55 ^a	6.13 ^b	5.80 ^c	0.000	6.5
Acidité	16.8 ^a	13.7 ^b	19.1 ^c	22.8 ^{de}	23 ^e	31.3 ^f	0.000	19.7

^{abcd^{ef}}: sur une même ligne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à $p < 0.05$

^{*}: présence en pourcentage

^{**}: les chiffres sont exprimés en pourcentage

^l: variance nulle entre C5 et C6

Tableaux 3: Pratiques de traite selon les classes de laits

Classes de laits Effectifs	C1 13	C2 6	C3 14	C4 9	C5 6	C6 3	P
Traite :							0.039
quotidienne	9	6	8	5	1	3	
périodique	3	0	2	2	2	0	
occasionnelle	1	0	4	2	3	0	
nombre de traite /jour :							0.153
une fois	9	4	6	6	6	3	
deux fois	4	2	8	3	0	0	
moment de la traite :							0.323
le matin	3	0	2	5	1	0	
le soir	6	4	4	1	5	3	
matin et soir	4	2	8	3	0	0	
quantité du lait / brebis / j :							0.131
moins de 0.25l	0	1	3	1	2	1	
0.251 – 0.50l	4	2	3	7	3	1	
Plus de 0.50l	9	3	8	1	1	1	
Type de traite (TT):							0.033
Complète	9	4	12	9	2	1	
Incomplète	4	2	2	0	4	2	
Trayeur (Tr):							0.000
Berger	0	2	6	1	6	3	
Propriétaire	1	1	1	2	0	0	
Femme	12	3	7	6	0	0	
Lavage des mamelles (Mm)							0.036
Oui	7	2	2	5	0	0	
Non	6	4	12	4	6	3	
Lieu de traite (LT)							0.024
Etable	7	2	4	4	6	3	
Air libre	6	4	10	5	0	0	
Elimination des premiers jets (PJ)							0.070
Oui	7	1	2	3	0	0	
Non	6	5	12	6	6	3	
Nombre de brebis à la traite (BT)							0.017
0 – 20	9	1	8	4	1	0	
20 – 50	4	5	5	5	3	2	
50 - 100	0	0	1	0	2	1	

Les laits de la classe 1 sont de qualité satisfaisante (la flore totale est inférieure à 10⁵ pour plus de la moitié des laits analysés et inférieure à 10⁶ pour plus de 90.9% des cas et dont le temps de RBM est supérieure à 4heures pour l'ensemble des laits). Ils sont de meilleures qualités hygiéniques, ce sont les plus pauvres en CT, CF et en ASR, quelques rares cas de présence de SF (30.8%), absence totale de *S.aureus* et un cas de réponse positive au Ring test. Enfin ce sont les laits les moins chargés en levures et moisissures. Ce sont des laits au pH moyen normal (6,65) et dont l'acidité moyenne est estimée 16,8.

Ils proviennent des éleveurs qui pratiquent la traite quotidiennement, une fois par jour le plus souvent le soir. Trois quart de ces éleveurs ont une traite complète. Les brebis sont traitées par la femme du propriétaire, à l'air libre ou à l'étable, avec ou sans éliminations des premiers jets. Les mamelles sont parfois lavées, parfois non. Le nombre de brebis soumis à la traite est inférieur à 50 et dont la quantité de lait produite par brebis a été estimée par les éleveurs de cette classe à plus de 0.5l par jour.

Les classes 2,3 et 4 regroupent les laits moyennement chargés en diverses flores. Les laits de la classe 4 sont les moins chargés en flore totale, en coliformes fécaux et en levures et les plus chargés en coliformes totaux que ceux des classes 2 et 3. Ils se caractérisent aussi par le taux de prévalence des brucelles et l'absence totale de *Staphylococcus aureus* et par leur acidité. La classe 2 se distingue de la classe 3 par la réponse négative au ring-test, la faible acidité, l'importance de la charge fongique, des teneurs faibles en coliformes et un temps de réduction du bleu de méthylène supérieur à 4heures pour l'ensemble des échantillons analysés.

Les laits de ces classes regroupent plus de 56% des éleveurs enquêtés. Ces derniers se répartissent inégalement entre ces classes et dont les caractéristiques varient d'une ferme à l'autre. Ainsi les éleveurs de la classe 2 se distinguent par une traite quasi quotidienne et presque complète, sans élimination des premiers et généralement sans lavage des mamelles. Le nombre de brebis à la traite est

compris entre 20 et 50, elles sont traitées par la femme du propriétaire ou le berger le plus souvent à l'air libre. Les éleveurs de la classe 4 se rapprochent de ceux de la classe 2 en matière de nombre de traite par jour, trayeur, lieu de traite, élimination des premiers jets et le nombre de brebis à la traite. Les éleveurs de la classe 3 pratiquent la traite souvent quotidiennement, une à deux fois par jour. La traite est généralement complète. Elle est pratiquée par la femme du propriétaire ou le berger, sans lavage des mamelles et sans élimination des premiers jets. Elle a lieu à l'air libre (71.4%) le matin comme le soir pour un effectif inférieur à 50 brebis.

Les laits des classes 5 et 6 sont de loin les plus contaminés. Ces classes caractérisent les laits de très mauvaise qualité globale (une très forte charge microbienne supérieure à 10^8 et un temps de RBM inférieure à 2h) et aussi de très mauvaise qualité hygiénique (la charge en CT est supérieure à 10^5 et celle en CF supérieure à 10^4). Ce sont aussi les laits les plus chargés en moisissures et faiblement chargés en levures. Cependant on constate l'absence totale de *Staphylococcus aureus*, de SF, d'ASR et de Brucelles c'est-à-dire de bonne qualité sanitaire. Ce sont les laits les plus acides (l'acidité moyenne dépasse 31 et dont le pH moyen avoisine 5,80).

Ces laits proviennent des éleveurs qui traitent tous leur brebis quotidiennement (pour la classe 6) et souvent occasionnellement ou périodiquement (pour la classe 5), une fois par jour le soir après le retour du troupeau à la bergerie par le berger. La traite est souvent incomplète sans lavage des mamelles, ni élimination des premiers jets et a lieu à l'étable. L'effectif soumis à la traite est supérieur à 20 brebis, parfois à 50.

Les corrélations entre les différents groupes dénombrés se distinguent et sont généralement faibles, excepté pour le groupe formé par la flore totale et les coliformes totaux et fécaux. Dans ce groupe la plus forte corrélation est enregistrée entre les coliformes totaux et fécaux (0.81), la plus faible entre FAMT et CT (0.41). Le pH est corrélé négativement avec l'acidité. Cette dernière est liée aux FAMT, CT, CF et aux moisissures. Brucelles et SA ne sont corrélées qu'avec la FAMT tandis que les ASR sont liées uniquement aux levures. Quant aux SF, ils sont corrélés aux levures.

Discussion

Les résultats obtenus montrent que la qualité microbiologique et hygiénique du lait est très hétérogène et témoigne de ce fait de la variabilité des pratiques de traite d'une ferme à l'autre. Cette qualité est insuffisante, tant au niveau de la flore totale qu'au niveau de la flore coliforme. Dans notre étude, plus de la moitié des laits dépassent les normes Européennes fixées par la directive 92/46 (Anonyme 1992). Ceci est dû entre autre au non-respect des bonnes pratiques hygiéniques lors de la traite. L'importance de cette contamination microbienne dans la ferme peut avoir plusieurs causes (Chatelin et Richard 1981; Zweifel et al 2005; Elmoslemany et al 2009a et b; D'Amico et Donnelly 2010).

Si la flore totale, associée au comptage cellulaire constitue la base du paiement du lait à la qualité pour de nombreux pays (Pirisi et al 2007); certains auteurs pensent que la numération des coliformes fournit une meilleure indication du soin apporté à la production que la numération bactérienne totale (Johns 1966). La principale concentration par ml en flore totale (plus de 10^6), en flore coliforme (plus de 10^5 et 10^4 respectivement pour les CT et CF) et en levure (plus de 10^5), se trouve dans les fermes qui possèdent plus de 20 brebis à la traite. Ce résultat rejoint ceux de Mena et al (2001) et Delgado-Pertinez et al (2003) pour le lait de chèvre et Muehlherr et al (2003) pour le lait de brebis. Zweifel et al (2005) ont constaté que plus le nombre d'animaux à la traite augmente, plus la flore totale dénombrée est importante.

Cette même concentration s'observe chez les fermes qui ne pratiquent pas de lavage des mamelles en plus de la charge importante en moisissure. Même si le lavage est pratiqué, il n'est fait qu'avec de l'eau sans désinfectant et sans ressuyage des mamelles avec une lavette collective. De plus cette eau est de qualité bactériologique à discuter, ce qui peut constituer une source non négligeable de contamination du lait, qu'elle soit utilisée pour l'abreuvement ou pour le nettoyage (Bonfoh et al 2006; Goyon et Badinand 2003). Les mamelles sales incorrectement lavées, le matériel de traite mal nettoyé et/ou présentant des défauts sont à l'origine des contaminations du lait à la ferme (Chatelin et Richard 1981). Pour Piton et Richard (1982), la peau des mamelles constitue une source non négligeable de contamination du lait. La flore de la peau pourrait cependant contenir certaines bactéries lactiques (Desmasures et al 1997) et qui peut présenter une part non négligeable de la FAMT.

L'élimination des premiers jets est une pratique peu courante du fait que la quantité de lait produite par la brebis est déjà faible. Les éleveurs, en observant cette pratique, éliminent les premiers jets en les envoyant sur le sol. Or, de cette manière on contribue à multiplier les sources de contamination. La non élimination des premiers jets constitue un autre facteur de risque de contamination (Bacic et al 1968). La quasi-totalité des éleveurs (38/51) qui ne pratiquent pas cette technique ont des laits qui sont chargés en diverses flores. Michel et al (2001) considèrent l'élimination des premiers jets comme étant une purge de l'intérieur du trayon et élimine une forte quantité de microorganismes. Cependant, cette pratique ne réduit que de 1-4% la numération bactérienne (Lochhead 1939 in Clegg 1966) et que l'addition des premiers jets au lait initial n'augmente que très faiblement la charge microbienne, malgré qu'ils en sont très riches (Bacic et al 1968). L'élimination des premiers jets peut être utile à deux niveaux, d'abord améliorer la qualité du lait (Michel et al 2001), ensuite perçu comme un moyen pour détecter d'éventuel mammite subclinique à la ferme (Rakotozandrindrainy et al 2007).

Les laits traités à l'étable sont plus chargés en FAMT, en coliformes et en moisissures et moins contaminés en levures que ceux traités à l'air libre. Ce dernier renferme des laits moins acides mais plus riches en flore pathogène. Le lieu de traite joue ainsi un rôle en tant que réservoir de flores des laits crus. La litière et l'air sont les deux composantes du milieu qui contribuent àensemencer le lait durant la période de traite. Les laits traités manuellement sur litière riche en foin sont relativement chargés en bactéries hétérolactiques (Bouton et al 2005). Tormo et al (2006) préconisent le renouvellement des litières et l'utilisation concomitante de produits jouant sur les paramètres des litières (pH, humidité) pour réduire les charges microbiennes des laits. L'air peut jouer un rôle potentiel comme vecteur des flores des litières (Tormo et al 2006). Plus la durée totale de traite est longue, plus le lait est laissé en

contact avec l'air et plus la contamination par les germes de l'environnement est importante (Faye et Loiseau 2002). Michel et al (2006) qualifient l'air du lieu de traite comme un réservoir intermédiaire dans la diversité des groupes microbiens et dans le rapport entre flore d'intérêt et flore d'altération.

Les laits sont moins chargés en FAMT, CT et CF lorsqu'ils sont traités par la femme du propriétaire que par le berger. Le lait traité par le propriétaire semble être plus chargé en CF et le plus contaminé en SF quoique ce dernier ne pratique la traite que très rarement. Ceci pourrait s'expliquer par le soin porté par la femme lors de la traite contrairement au berger ou même au propriétaire, plus particulièrement en matière de d'hygiène corporelle.

Les faibles à moyennes corrélations enregistrées entre les différentes flores dénombrées lors de cette étude ont été observées par plusieurs auteurs plus particulièrement pour le lait de vache (Boor et al 1998; Jayarao et al 2004; Elmoslemany et al 2009a). Ces faibles corrélations supposent que chaque dénombrement nous fournit des informations variables en relation avec les pratiques de traite et les sources possibles de contamination bactérienne et qu'aucun dénombrement ne permet de prédire l'autre (Elmoslemany et al 2009a). Les résultats de cette étude ont montré que la qualité du lait cru ovin collecté en milieu steppique dépend de l'hygiène des animaux et de la conduite de la traite et que les causes de cette qualité sont très nombreuses et dépendantes l'une de l'autre qu'on ne peut les séparer et qui remontent en amont de la filière: pratique de la traite à la ferme.

Références

- Anonyme 1992** Directive 92/46/CEE du Conseil du 16 juin 1992 arrêtant les règles sanitaires pour la production et la mise sur le marché de lait cru, de lait traité thermiquement et de produits à base de lait. Luxembourg.
- Bacic B, Jackson H and Clegg L F L 1968** Distribution of bacteria in milk drawn directly from the cow's udder. *Journal of Dairy Science* 51: 47-49. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030268869188.pdf>
- Barrett N J 1986** Communicable disease associated with milk and dairy products in England and Wales: 1983 – 1984. *Journal of Infections* 12: 265-272.
- Beerns H et Luquet F M 1987** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Edition Lavoisier. Paris, 243p.
- Bonfob B, Roth C, Traoré A N, Fané A, Simbé C F, Alfaroukh I O, Nicolet J, Farah Z et Zinstag J 2006** Effet of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali). *Food Control* 17: 153-161.
- Boor K J, Brown D P, Murphy S C, Kozłowski S M and Bander D K 1998** Microbiological and chemical quality of raw milk in New York State. *Journal of Dairy Science* 81: 1743-1748. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS002203029875742X.pdf>
- Bouton Y, Desmasures N et Beuvier E 2005** Faut-il privilégier la quantité ou la qualité de la flore du lait? Institut de l'élevage. Fiche technique. 5p.
- 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. Rencontre Recherche Ruminants 12: 403. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2005_qualite_produits_23_bouton.pdf
- Buchin S et Beuvier E 2000** La spécificité des fromages au lait cru: le rôle de la microflore naturelle du lait. Rencontre Recherche Ruminants 7: 361-363. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2000_actualite_04_buchin.pdf
- 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.
- Clegg L F L 1966** La manipulation du lait in Hygiène du lait. Mesures à prendre aux stades de production, du traitement et de distribution. OMS, séries de monographies N°48: 187 – 196
- D'Amico D J and Donnelly C W 2010** Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science* 9: 134-147. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030210702733.pdf>
- DeBuyser M L, Dufour B, Maire M and Lafarge V 2001** Implication of milk and milk products in food borne diseases in France and in different Industrialized countries. *International Journal of Food Microbiology* 67: 1-17.
- Delgado-Pertinez M, Alcalde MJ, Guzman – Guerrero J L, Castel J M, Mena Y et Caravaca F 2003** Effet of hygiene- sanitary management on goat milk quality in semi- extensive systems in Spain. *Small Ruminant Research* 47: 51-61.
- Desmasures N, Opportune W, Guéguen M 1997** *Lactococcus* spp., yeasts and *Pseudomonas* spp. on teats and udders of milking cows as potential sources of milk contamination. *International Dairy Journal* 7: 643-646.
- El Moslemany A M, Keefe G P, Dohoo I R and Dingwell R T 2009(a)** Microbiological quality of tank raw milk in Prince Edward Island dairy herds. *Journal of Dairy Science* 92: 4239-4248. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030209707490.pdf>
- El Moslemany A M, Keefe G P, Dohoo I R and Jayarao B M 2009(b)** Risk factors for bacterial quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 2: bacteria count-specific risk factors. *Journal of Dairy Science* 92: 2644-2652. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS002203020970579X.pdf>
- Faye B et Loiseau G 2002** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Actes atelier international. Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement, Montpellier, France, 11-13 dec 2000. Montpellier, France, Cirad.
- Goyon N et Badinand F 2003** Qualité de l'eau et qualité du lait. A partir d'une enquête menée dans la Loire. Rencontre Recherche Ruminants 10: 244. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/qualite_20_Goyon.pdf
- Guiraud J 1998** Microbiologie alimentaire. Edition Dunod. Paris. 652p
- Jayarao B M, Pillai S R, Sawant A A, Wolfgang D R and Hegde N V 2004** Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell and bacterial counts. *Journal of Dairy Science* 87: 3561-3573. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030204734931.pdf>
- Johns C K 1966** Le contrôle du lait à la réception, in Hygiène du lait. Mesures à prendre aux stades de production, du traitement et de distribution. OMS, séries de monographies N° 48: 225-240.
- Larpen J P 1997** Microbiologie alimentaire: techniques de laboratoire. Edition Technique et Documentation. Paris. 1073p.

- Mena Y, Delgado-Pertinez M, Alcalde M J, Castel J M, Caravaca F, Ramirez E, Gousse S and Guzman J L, 2001** Study of the goat production system and quality of milk produced in the Sierra Norte of Seville (Spain). *Option Méditerranéennes, Série Etude* 46: 201-205. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a46/01600137.pdf>
- Michel V, Hauway A et Chamba J F 2001** La flore microbienne de lait cru de vache : diversité et influence des conditions de production. *Lait* 81: 575-592.
- Michel V, Hauway A et Chamba J F 2006** Gestion de la flore microbienne des laits crus par les pratiques des producteurs. *Rencontre Recherche Ruminants* 13: 309-312. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2006_10_qualite_03_Michel.pdf
- Montel M C, Beuvier E et Hauway A 2003** Pratiques d'élevage, microflore du lait et qualités des produits laitiers. *INRA Production Animale* 16 (4): 279-282.
- Muehlerr J E, Zweifel C, Corti S, Blanco J E and Stephan R 2003** Microbiological quality of raw goat's and ewe's bulk-tank milk in Switzerland. *Journal of Dairy Science* 8: 3849- 3856. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030203739927.pdf>
- Nanu E, Latha C, Sunil B, Prejit M T and Vrind Menon K 2007** Quality assurance and public health safety of raw milk at the production point. *American Journal of Food Technology* 2(3): 145-152.
- Oliver S P, Boor K J, Murphy S C and Murinda S E 2009** Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne pathogens and disease*, volume 6, number 7: 793-805.
- Parguel P, Laithier C, Berodier A, Barral J, Hulin S, Montel M –C et Ballot N 2007** Comment préserver une flore utile sans affecter la qualité sanitaire des laits. Institut de l'élevage. Fiche technique: 6p.
- Pirisi A, Lauret A and Dubeuf J P 2007** Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research* 68: 167-178.
- Piton C et Richard J 1982** Causes de contamination microbienne d'importance moyenne du lait dans un groupe de fermes de la région de Rennes. *Le lait* 62: 67-74.
- Rakotozandrindrainy R, Razafindrajaona J M et Foucras G 2007** Diagnostic rapide à la ferme des mammites subcliniques des vaches laitières du triangle laitier des hautes terres de Madagascar. *Revue de Médecine Vétérinaire* 158, 02: 100-105. http://www.revmedvet.com/2007/RMV158_100_105.pdf
- Tormo H, Ali Haimoud Lekhah D et Laithier C 2006** Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre: principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. *Rencontre Recherche Ruminants* 13: 305-308. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2006_10_qualite_02_Tormo.pdf
- Zweifel C, Muehlerr J E, Ring M and Stephan R 2005** Influence of different factors in milk production on stand and plate count of raw small ruminants bulk-tank milk in Switzerland. *Small Ruminant Research* 58: 63-70.

Received 9 March 2013; Accepted 24 April 2013; Published 1 May 2013

[Go to top](#)

Annexe 9.4 : Publication 4

Bulletin USAMV serie.....69(1-2)/2012
 Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X

Does the aridity of Algerian Steppe affect the Ewe's raw milk quality?

Benalia YABRIR*, **Ahcène HAKEM (ex. AKAM)***, **Abbes LAOUN***, **Moussa LABIAD***, **Nazek EL-GALLAS****, **Attia HAMADI*****, **Abderrahmane MATI******

* Laboratoire d'Exploration et Valorisation des Ecosystèmes Steppiques, Université. Djelfa, B.P.3117, Djelfa 17000, Algérie; byabrir@yahoo.fr

** Lab. Contrôle des Eaux et Denrées Alimentaires, Institut Pasteur de Tunis, Tunis, Tunisie

*** Lab. Analyses alimentaires, Ecole Nationale d'Ingénieur, Sfax, Tunisie

**** Lab. Biochimie Analytique et Biotechnologies, Université M. Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie

Abstract. The microbiological and physico-chemical quality of milks varies from bioclimatic stage to another. The latest has significant effect on Total Bacterial Count (TBC), Total and Faecal Coliforms (TC and CT) and reduction time ($P < 0.001$). The effect is highly significant for TBC, faecal Streptococci ($P < 0.01$) and significant only for Yeasts ($P < 0.05$). No effect was observed for other microbiological variables. The variability of the chemical composition is significant for density and protein ($P < 0.05$), highly for pH, Dornic acidity, freezing point and solids-non-fat ($P < 0.01$). Lactose, fat and total solids are independent. The semi-arid zone contains milks with a high density, weak freezing point and less loaded on TBC, TC, FC and Moulds. They are rich in protein, fat and total solids. They differ from those other zones by the highest frequency of faecal Streptococci and absence of *Staphylococcus aureus*. The inferior-arid includes the poorest in protein, fat, total solids, solids-non-fat and lactose. It contains the most acidic milks (lowest pH and highest acidity), the less density milks and having the highest freezing point and it had the most loaded on TBC, TC, FC and Moulds. However, there are less milk loaded in Yeast and distinguished by the absence of faecal Streptococci and *Brucella*. The middle and superior arid reassemble milks with same characteristics and intermediate between the two stages. It seems that the milks which come from superior arid are richer in fat. These two zones are differentiated by the level of presence of *E. coli*, *S. aureus* and *Brucella*. The superior-arid combines milks with the highest count of Yeast and mostly contaminated with anaerobic sulfito-reducing.

Keywords: raw milk, sheep steppe, bioclimatic stages, microbiological and physico-chemical and quality, Algeria

INTRODUCTION

In Algeria, the steppe covers over 20 million hectares and supports a sheep estimated at over 21 million heads (ONS, 2009). In the middle of central steppe, the province of Djelfa, extending over an area of 32.362 km² and contains four climatic stages: Semi-arid (SA), Superior-Arid (SsA), Middle-Arid (MA) and Inferior-Arid (IA) (Claudin *et al.*, 1979). Each stage is characterized by different vegetal formations (forest, steppe, cultures) and classes of rangelands (Pouget, 1977). In this area, the ruminant livestock were mostly represented by sheep. Its milk production is estimated at more than 32 million liters per year (DSA, 2010). This milk is generally used for breast lambs in the first place, then it is consumed by the farmers in the region as well as or transformed often on 'smen' (traditional butter) on 'l'ben' (fermented milk) or in 'djeben' (fresh cheese).

Milk is undoubtedly the most widely consumed such as it is or processed. The raw milk quality interested all actors of the sector. From a microbiological point of view, the hygienic quality preoccupies the consumer that is becoming more demanding. Raw milk and

products derived from it must provide health guarantees (Nanu *et al.*, 2007) if it's known that the consumption of these can pose a risk for the public health (Oliver *et al.*, 2009) and the quality and typicality of dairy products are at the origin of the flora of raw milk (Buchin and Beuvier, 2000). From a chemical point of view, milk composition conditions his market quality and is essential for its nutritional value as for its technological value (Pirisi *et al.*, 2007). The bacterial count, somatic cell count, fat and protein contents are thus the basis of the main quality payment systems in many countries (Pirisi *et al.*, 2007). Milk quality can be related to multiple factors and their interaction, such as farming methods, agro-climatic conditions, genetics or rearing conditions (Morand-Fehr *et al.*, 2007). These variations have been extensively studied, mainly for bovine milk and to a lesser degree for milk sheep. In this perspective, the objective of this study is to evaluate microbiological and physico-chemical quality of ewe's raw milk produced in the region of Djelfa (Algeria) under steppe condition in relation with the aridity of area study.

MATERIALS AND METHODS

Sampling: The raw sheep's milk used in this investigation was taken from 56 sheep farms in the province of Djelfa (Algeria). Farms were distributed in four bioclimatic stages as follow: 12 farm from Semi-Arid (SA) and Inferieur Aride (IA) (21.43% of each of total) and 16 from the each Middle Arid (MA) and Superior Arid (SsA) (28.57% of each of total). Samples were collected from all animals in natural pasture. Raw milk was sampling in afternoon from the hand milking and divided on two aliquots, one for microbiological analysis and other for physical-chemical analysis. Samples were cooled into sterile bottles without preservative and kept immediately at 4°C. All samples were analyzed within 24h following collection samples.

Microbiological assay: Counts were performed in milk samples using methods as described by Beerns and Luquet (1987), Guiraud (1998) and Larpent (1997). The samples were serially diluted as follow: 1ml of milk was suspended in 9 ml of peptone water. After, they were subcultured on nutrient agar pour using Plate Count Agar (PCA). Microbiological analysis included determination of Total Bacterial Count (TBC) on PCA at 30°C for 24-48h. Total Coliforms (TC) and Fecal Coliforms (FC) were analyzed in Violet Red Bile Agar (VRBA) incubated respectively at 37 and 44°C for 24h. *Escherichia coli* was detected using biochemical characteristics (IMViC) reactions. Yeasts and Molds were enumerated in Yeast glucose Chloramphenicol (YGC) agar incubated at 25°C for 5 days. For the enumeration of anaerobic sulfite-reducing (ASR), milks were heated at 80°C for 10mn and cooled immediately in ice bath than plated on meat-liver agar supplemented with sodium sulfite and iron alun, incubated at 37°C for 24-48h. *Salmonella* were detected in Sodium Tellurite Broth (TCB) enrichment at 37°C for 24h then isolation in Hecktoen agar at 37°C for 24h. For *S. aureus*, surface-inoculated plates of Baird-Parker medium added with rabbit plasma fibrinogen were incubated at 37°C for 48h. Faecal Streptococci were determined by presumptive test with medium Roth, incubation at 37°C for 24-48h then positive test were plated on Litsky medium at 37°C for 24h. *Brucella* using ring test and methylene blue tests for appreciate the level of contamination. All media were purchased from Algerian Pasteur Institute. Microbiological counts were carries out in duplicate.

Physical and chemical analysis: The pH values of samples were measured using pH meter (Hanna H211, Hanna Instrument, Portugal) previously calibrated (AOAC, 1990). Acidity was determined by titrating with N/10 sodium hydroxide (NaOH) solution using the procedure described by AOAC (1990). Density was performed by using Quevenne

lactometer, according the method described by AOAC (1990). Milk freezing points were determined using a cryoscope (model 403, Advanced Instruments, Norwood, NA). Milk composition (fat, protein, lactose and total solids) was determined using a Milkoscan apparatus (model FT120, Foss Electric, Hilleroed, Denmark). Solids-non-fat was calculated as difference between total solids and fat. All analysis were performed in duplicate. Chemicals were from Meck.

Statistical analysis: Statistical analysis was carried out using Statistica program. The significant differences between means were calculated by one-way Analysis of Variance (ANOVA) using Turkey range test.

RESULTS AND DISCUSSION

A. Microbiological quality.

A.1. Microbiological characteristics in bioclimatic zones: Microbiological quality of milk samples analysed varies from zone to another (Tables 1 and 2). SA area is characterized by milks with less loaded on TBC, TC, FC and Moulds, with a time reduction of blue methylene is superior at 4 hours of more than 92% of milks. Its milk differs from those of the other areas by highest frequency of faecal Streptococci (70%) and the absence of *S. aureus*.

In addition, the Milks collected from IA area were mostly loaded on TBC, TC, FC and Moulds with a time reduction inferior at 2h of 46.15% of the milk. However, the milk are less loaded in Yeasts and distinguished by the absence of faecal Streptococci and *Brucella*. On the other hand, the milks sampling from MA and SsA have intermediate counts in TBC, Coliforms and Moulds. Their time reduction is greater than 4 hours for more than 89% of milk (10% for the first against 80% for the second). These two zones are differentiated by the presence of *E. coli* with low positives cases in SA and high in MA. *S. aureus* recorded highest positives cases in MA against none positive case in SA. Thus *Brucella* was identified with high frequency in SA against lower in MA.

The SA combines milks with higher count of Yeast and there are mostly contaminated by ASR (33.33% positive cases with 40% have a load greater than 50 cfu/ml).

Analysis of variance (Tables 3 and 4) showed that the bioclimatic zone has a significant effect for TBC, FC and reduction time ($P < 0.001$). The effect is highly significant for TC, faecal Streptococci ($P < 0.01$) and significant only for Yeasts ($P < 0.05$). No effect was recorded for other variables.

A.2. Hygienic quality: For all farmers, TBC count was situated at 2.3×10^7 cfu/ml with a very large dispersion between regions, reflecting the variability of milking practices. The highest load average of TBC was observed in IA against SA area, 6.4×10^7 vs 1.2×10^6 cfu/ml respectively.

Indicators of hygiene and faecal contamination, TC and FC are present with a high values, 1.8×10^5 against 1.5×10^4 (cfu/ml) respectively for TC and FC. Coliforms counts varied from 3×10^3 in MA to 4×10^5 cfu/ml for IA and from 10^2 in SA to 4.7×10^4 cfu/ml for IA.

Results shows that the microbiological and hygienic milk is insufficient, both in terms of TBC as the level of the Coliforms and exceed the standards set by the European directive 92/46 (Anonymous, 1992). This result concurs with that TBC counts increases with the number of animals milking (Zweifel *et al.*, 2005). This is due to non-compliance with good hygienic practices during milking (Zweifel *et al.*, 2005; Tormo *et al.*, 2006 and 2011). If the TBC associated with the cell count is the basis of payment for milk quality for many countries, many experts believe that the Coliforms count provides a better indication of the care taken up to produce milk than TBC (Johns, 1966).

For the Fungal flora, Fungi are less abundant than Yeasts (3.4×10^3 vs 2.4×10^5 cfu/ml). This trend confirms that results obtained by Michel *et al.* (2001) and Tormo *et al.* (2011). Our results confirm those recorded by Bouazza *et al.* (2012) and are higher than those reported by Prejit *et al.* (2007). The highest average load of Yeasts is stored in the SA zone (4.1×10^5 cfu/ml), the lowest in the IA area (1.5×10^4 cfu/ml). For Moulds, the samples from IA are mostly contaminated (6×10^3 cfu/ml) and those from SA were moderately loaded (4.6×10^2 cfu/ml).

Tab.1

Effect of bioclimatic area on hygienic quality of ewe's milk

	SA	IA	MA	SSA	P*	Mean
n*	11	12	13	15		
TBC	1.2×10^6	6.4×10^7	1.7×10^7	7.3×10^6	***	2.3×10^7
TC	10^5	4×10^5	3×10^3	1.8×10^4	**	1.1×10^5
FC	10^2	4.7×10^4	10^3	8.2×10^3	***	1.5×10^4
Yeasts	1.3×10^5	1.5×10^4	3.5×10^5	4.1×10^5	*	2.4×10^5
Moulds	4.6×10^2	6×10^3	10^3	5.9×10^3	ns	3.4×10^3
MBT	>4h (92,31%)	>4h (68,75%)	>4h (50%) <4h et >2h (50%)	>4h (100%)	***	

n*: number of samples per zone; P*: Analysis of variance (ns: not significant, *: P< 0.05, **: P< 0.01, ***: P< 0.001); TBC: Total bacteria Count, TC: Total Coliforms, FC: Fecal Coliforms, MBT: Methylene blue test

A.3. Sanitary quality: *E. coli* was detected in all samples analysed with an average estimated at 17.65% and ranged from 6.66% from SA to 34.46% in MA. This prevalence seems to be higher than that reported by Muehlerr *et al.* (2003) but lower to those reported by Little and De Louvois (1999). Massive contamination by *E. coli* can cause severe diarrhoea in infants and adolescents (Kornalijnslip, 2004).

Brucella, faecal Streptococci and *S. aureus* were absent in all samples at least one zone. All samples from SA are free in *S. aureus*, those in IA from *Brucella* and Faecal Streptococci and those from superior from *S. aureus*. The average prevalence of *Brucella* is 13.73%. The most contaminated samples with *Brucella* belong to the SA area (26.66%), those with the least contaminated at MA (7.69%). This result is higher than that reported by Zowghir *et al.* (1984) in Iran where 5.8% of milk samples examined were positive to *Brucella*. Its presence in milk poses a health problem for consumers and economic for actors in the milk sector.

Faecal Streptococci are present at an average rate of 43.14%. The SA zone contains mostly contaminated samples (more 70%) against the SA (46.67%). Although they are very common in the animal's environment, there are sometimes opportunistic pathogens and are usually associated with uncleanliness of milking. Our result is similar to those recorded by Little and De Louvois (1999) and much lower than reported by Alexopoulos *et al.* (2011). *S. aureus* was detected in 5 samples, which corresponds to an average prevalence of 9.8%. This prevalence is unevenly distributed between IA (15.38%) and MA (23.07%) and lower than that reported by several authors (Hahn *et al.*, 1992; D'Amico and Donnelley, 2010) but much higher than those obtained by Bouazza *et al.* (2012). All milk samples analysed by Alexopoulos *et al.* (2011) were infected with this species. Although regarded as a principal of

mastitis in sheep (Contreras, 2007) and often implicated in food poisoning and regarded as terrible for the consumer.

In addition, 28% of samples are positive for ASR and 13.33% of SA area samples are greater than 50 germs/ml. More than 65% (66.67 to 80%) samples of each zone are free for ASR. Their absence was also observed by Bouazza *et al.* (2012) in Morocco, by analysing 30 samples of milk from Sardi breed sheep. *Salmonella* was not detected in any milk sample analysed. This is the case for the milk samples analysed by Little and De Louvois (1999) in Britain, Muehlerr *et al.* (2003) in Switzerland and Bouazza *et al.* (2012) in Morocco.

Tab.2

Effect of bioclimatic areas on prevalence of pathogens in ewe's milk

	SA (%)	IA (%)	MA (%)	SsA (%)	P*	Mean
n*	10	13	13	15		
<i>E.coli</i>	10	15.38	34.46	6.66	ns	17.65
<i>Brucella</i> spp	20	0	7.69	26.66	ns	13.73
Faecal Streptococci	70	0	61.54	46.67	**	43.14
<i>S.aureus</i>	0	15.38	23.07	0	ns	9.8%
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	ns	0%
ASR	0 (80) <50 (20)	0 (76.92) <50 (23.08)	0 (69.23) <50 (30.77)	0 (66.67) <50 (20) ≥50 (13.33)	Ns	28%

n*: number of samples per zone; P*: Analysis of variance (ns: not significant, **: P< 0.01).

ASR: Anaerobic sulfite-reducing

B. Physico-chemical quality

B.1. Variability of milk composition according to the arid environment. The average composition of milk samples analysed varied from zone to other (Table. 3). The SA area contains milks with a high density and a weak freezing point. The milk samples are rich in protein, fat and total solids. Conversely, the IA is poorest in protein, fat, total solids, solids-non-fat and lactose. Its contains the most acidic milks (lowest pH and highest acidity), the less density milks and having the highest freezing point. However, MA and SsA reassemble milks with same characteristics and intermediate between the two stages. It seems that the milks which come from SA are richer in fat. The variability of the chemical composition of milk between different zones was considerable; it's significant for density and protein (P< 0.05), highly significant for pH, Dornic acidity, freezing point and solids-non-fat (P< 0.01). Lactose, fat and total solids are independent.

Tab.3

Effect of bioclimatic area on composition (%) and physical properties of sheep milk

	semi - arid	Inferior-arid	Middle-arid	Superior-arid	P*	Mean
n*	12	12	16	16		
pH	6,81	5,7	6,57	6,45	**	6,49
Acidity (°D)	19,5	28	17,94	18,6	**	19,58
Density	1,0372	1,0312	1,0354	1,0342	*	1,0345
Freezing point (°C)	-0,68	-0,56	-0,65	-0,64	**	-0,64
Lac (%)	4,27	4,07	4,46	4,45	ns	4,34
Protein (%)	6,33	4,43	5,49	5,27	*	5,38
Fat (%)	6,46	5,72	6,03	6,51	ns	6,19
Total solids (%)	18,2	15,21	17,02	16,19	ns	16,65
Solids-non-fat (%)	11,65	9,07	10,96	10,73	**	10,64

n*: nbr of samples per zone; P*: Analysis of variance (ns: not significant, *: P<0.05 ** P<0.01).

B.2. Physico-chemical characteristics of milk: Samples milk collected from IA have the lowest pH (5.70) than those of SA which have highest value (6.81). These values are comparable to those recorded from other countries, 6.67 in Sicilian-Sardinian and 6.75 in Comisane in Tunisia (Rouissi *et al.*, 2006), 6.6 to 6.72 in Italy (Pirisi *et al.*, 2001), 6.58 to 6.57 respectively in Bulgaria and Greece (Baltadjieva *et al.*, 1982). They were also approach the range 6.5 - 6.85 established by FAO (1995). According to Mathieu (1998), the pH of milk varied from one species to another and depends for a given species, on the richness of her milk in certain constituents, particularly phosphates, citrates and casein. It is known that sheep milk is particularly rich in these components than other ruminants (Mathieu, 1998; Chilliard and Sauvant, 1987). The lactic acid levels vary from 17.94 in MA area to 28 °D, IA with a mean value of 19.58 °D. According to Mathieu (1998), the acidity of fresh milk sheep is between 18-22 °D. Baltadjieva *et al.* (1982) reported an acidity of about 22 °D for Bulgaria sheep milk and 21 °D for Greece sheep milk.

The density of milk is situated at 1.0312 in IA against 1.0372 in SA area with a can of 1.0345. These values are similar to those found by several authors in sheep milk, 1.036 for Bulgarian and Greece milk (Baltadjieva *et al.*, 1982), 1.035 vs 1.037 respectively for Sicilian-Sardinian and Comisane breed Tunisian milk (Rouissi *et al.*, 2006) and 1.030 for Italian milk (Martini *et al.* 2008). These values are also supervised by the interval established by FAO (1995).

For freezing point, the average is situated at -0.64°C and its values ranged from -0.68 to -0.56 °C in SA and IA respectively. These values are much lower than those reported in FAO (1995) (-0.570 °C) and Gonzalo *et al.* (2005) (-0.575 to -0.571 °C) for sheep milk.

B.3. Chemical composition of milk: The protein and fat content have always been the basis of payment for milk quality. Among other things, this two compound are considered useful material milk in cheese technology. Thus, the mean values of protein and fat contents in sheep milk samples analyzed are estimated at 5.38% and 6.19% respectively. For lipids, the value ranged from 4.43 to 6.33% in IA and SA respectively and for protein, from 5.72 to 6.51% in IA and SA area respectively. These values reflect the richness of the milk protein content and the poorest fat content compared to various bibliographic resources on sheep milk in different countries (Table 4).

Lactic fermentation substrate, the average level of lactose in milk sheep analysed is estimated at 4.34%. Extremes values ranged from 4.07 to 4.46% in IA and MA area

respectively. It seems that lactose is the most stable component (Table 2). As for total solids and solids-non-fat, their mean values are estimated at 16.65 and 10.64% respectively. The extremes values observed range from 15.21 in IA to 18.20% in SA for total solids and 9.07 to 11.65% for the same bioclimatic area for solids-non-fat. These values are considered to be slightly lower than those found by other authors for sheep milk in different countries especially for total solids (Table 4).

Tab.4

Average composition (%) of some ewe's milk

Pays	Protein	Lipid	Lactose	Total solids	Solids-non-fat	Source
Tunisia	6.40-6.55	7.49-7.60	3,89-4,05	18,98-19,11	11,51-11,50	Rouissi <i>et al.</i> (2006)
Greece	5.74	6.82	4,59	17,18	10,92	Baltadjieva <i>et al.</i> (1982)
Bulgaria	5.83	8.10	4,72	1954	11,43	Baltadjieva <i>et al.</i> (1982)
France	5.35	7.40	4,66	/	/	Pellegrini <i>et al.</i> (1994)
Italy	5.77	6.41	4,50	17,57	11,12	Martini <i>et al.</i> (2008)
Spain	7.52	9.76	/	/	/	Castro <i>et al.</i> (2009)

CONCLUSION

The variability of the quality of raw milk sheep depends in part on the aridity of the steppe environment. The effect of the aridity is by its direct action on the climate or indirectly through its effect on vegetation. For the system breeding and hygiene, practices during milking collection are also to be taken into consideration. Thus, milk quality is the result of many factors taken separately or in interactions.

REFERENCES

- Alexopoulos A, Tzatzimakis G, Bezirtzoglou E, Plessas S, Stavropoulou E, Sinapis E, Abas Z (2011), Microbiological quality and related factors of sheep milk produced in farms of NE Greece. *Anaerobe*, 17 (6), 276-279
- Anonyme, 1992, Directive 94/71/CEE du Conseil du 16 juin 1992 arrêtant les règles sanitaires pour la production et la mise sur le marché de lait cru, de lait traité thermiquement et de produits à base de lait. Luxembourg.
- AOAC. (1990). Official methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA.
- Baltadjiera M, Veinoglou B, Kandarakis J., Edgaryan M. et Stamenova V. (1982). La composition du lait de brebis de la région de la Plovdiv en Bulgari et d'Ioannina en Grec. *Le lait*, 62, 191-201.
- Beerns H, et Luquet FM (1987), Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Ed. Lavoisier, Paris, 243p.
- Bouazza F, Hassikou R, Ohmani F, Hmamouchi J, Ennadir J, Qasmaoui A, Mennane Z, Chrof R, Khedid K (2012), Hygienic quality of raw milk at Sardi breed of sheep in Morocco. *African Journal of Microbiology Research*, Vol. 6(11), 2768-2772.
- Buchin S, Beuvier E (2000), La spécificité des fromages au lait cru: le rôle de la microflore naturelle du lait. *Renc. Rech. Ruminants*, 7, 361-363.
- Castro T, Manso T, Jimeno V, Del Alamo M, Mantecon AR (2009), Effect of dietary sources of vegetable fats on performance of dairyewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. *Small Ruminant Research* 84, 47-53.

9. Chilliard Y, Sauvant D, (1987), La sécrétion des constituants du lait in le lait, matière première de l'industrie laitière. INRA-CEPIL. Paris. 13- 26.
10. Claudin J, Le Houerou HN et Pouget M, (1979), Etude bioclimatique des steppes algériennes. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord.
11. Contreras A, Sierra D, Sanchez J, Corles C, Marcoc JC, Paape MJ, Gonzalo C, (2007), Mastitis in small ruminants. Small Ruminant Research, 68, 145-153.
12. D'Amico D J and Donnelly C W, (2010), Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: effect of farm characteristics and practices. J. Dairy Sci., 93, 134-147.
13. DSA (2010), Statistiques Agricoles, Wilaya de Djelfa. Direction des services agricoles, Djelfa
14. FAO (1995), Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition n°28
15. Gonzalo C, Blanco MA, Beneitez E, Juarez MT, Martinez A, Linage B et Ariznabarreta A, (2005), Qualité physico-chimique et hygiénique du lait de brebis chez les troupeaux du bassin de Castilla-Leon (Espagne). Ren .Rech . Ruminants 12, pp401.
16. Guiraud J, (1998), Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Paris, 652p
17. Hahn G, Kirchhoff H, Hammer P, Ubben EH et Heeschen WH (1992). Bakteriologische Befunde und deren Bewertung in Milch und Milchprodukten von Ziegen und Schafen. Arch. Lebensmittelhygiene, 43 (4), 89-93.
18. Johns CK (1966), Le contrôle du lait à la réception, 225-240 in Abdussalam, M. et al., 1966. Hygiène du lait. Mesures à prendre aux stades de production, du traitement et de distribution.FAO/OMS.
19. Kornalijnslijper JE, Daemena AJJM, Van Werven T, Niewold TA, Rutten VPMG and Noordhuizen-Stassen EN (2004), Bacterial growth during the early phase of infection determines the severity of experimental *Escherichia coli* mastitis in dairy cows. Vet. Microbiol., 101, 177-186.
20. Larpent JP (1997), Microbiologie alimentaire: techniques de laboratoire. Ed. Tec et Doc. Paris, 1073p.
21. Little CL et De Louvois J (1999), Health risks associated with unpasteurized goat's and ewe's milk on retail sale in England and Wales. A PHLS dairy products working group study. Epidemiol. Infect., 122 (3), 403-408.
22. Martini M, Scolozzi C, Cecchi F, Mele M et Salari F (2008), Relationship between morphometric characteristics of milk fat globules and the cheese making aptitude of sheep's milk. Small Ruminant Research 74, 194-201.
23. Mathieu J (1998), Initiation à la physicochimie du lait. Tec. et Doc., Lavoisier.220p.
24. Morand-Fehr P, Fedele V, Decandiad M, Le Frileux Y (2007), Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68, 20-34.
25. Muehlerr JE, Zweifel C, Corti S, Blanco JE and Stephan R (2003), Microbiological quality of raw goat's and ewe's bulk-tank milk in Switzerland. J. Dairy Sci., 86, 3849- 3856.
26. Nanu E, Latha C, Sunil B, Prejit MT and VrindMenon K (2007), Quality assurance and public health safety of raw milk at the production point. American Journal of Food Technology 2(3), 145-152.
27. Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC and Murinda SE (2009), Food safety hazards associated with consumption of raw milk. Foodborne pathogens and disease, vol.6, number 7, 793-805.
28. ONS (2009), Office Nationale des Statistiques: Production animale (2000-2009) (www.ons.d: consulté le: 25/08/2012
29. Pellegrini O, Remeuf F et Rivemole M (1994), Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis collecté dans la région de Roquefort. Le lait. 74, 425 - 442.
30. Pirisi A, Lauret A, Dubeuf JP (2007), Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. Small Ruminant Research 68, 167-178.

31. Pirisi A, Piredda G, Scintu MF et Fois N (2001), Effect of feeding diets on quality characteristics of milk and cheese produced from Sarda dirty ewes. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaire Méditerranéen, 46, 115-119
32. Pouget M (1977), Cartographie des zones arides, géomorphologie, pédologie, groupements végétaux, aptitude du milieu à la mise en valeur : région de Messad- Ain Elbel, *D.E.M.R.H. OROSTOM*. Note explicative N° : 67. 70p.
33. Prejit E, Nanu and C, Latha, (2007), Microbial quality assurance of milk during production, processing and marketing. *Am.J. of Food Technology* 2(3), 136-144.
34. Rouissi H, Kamoun M, Rekik B, Tayachi L, Hammani S et Hammami M, (2006), Etude de la qualité du lait des ovins laitiers en Tunisie. *Options Méditerranéennes, série A*, 78,307-311.
35. Tormo H, Ali Haimoud Lekhah D, Laither C, (2006), Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre: principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. *Renc. Rech. Ruminants*, 13, 305-308.
36. Tormo H, Agabriel C, Lopez C, Ali Haimoud Lekhah D and Roques C, (2011). Relationship between the production conditions of goat's milk and the microbial profiles of milk. *Int. J. of Dairy Sciences*, 6 (1), 13-28.
37. Zowghi E, Ebadi A et Vandyousefi DJ (1984), Investigations bactériologiques sur la brucellose bovine, ovine et caprine en Iran. *Rev. sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 3(3), 583-588.
38. Zweifel C, Muehlerr JE, Ring M et Stephan R (2005), Influence of different factors in milkproduction on stand and plate count of raw small ruminants bulk-tank milk in Switzerland. *Small Ruminant Research*, 58, 63-70.