

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس- مستغانم
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie كلية العلوم الطبيعية و الحياة



Département des sciences Agronomiques

قسم العلوم الزراعية

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de
Magister en sciences animales

Option
« Génétique et Reproduction animale »

Par
M. AMEUR AMEUR Abdelkader
Thème

Déterminisme génétique de la qualité du lait de brebis.
Influence de la race (Hamra, Ouled Djellal) sur les paramètres
physico-chimiques et le profil protéique

Laboratoire de physiologie animale appliquée, université de Mostaganem
Laboratoire de biologie des microorganismes et biotechnologie, Université d'Oran Es-Sénia

Composition du jury de soutenance

Nom et prénom	Grade	Qualité	Appartenance administrative
HALBOUCHE Miloud	Pr	Président	Université de Mostaganem
CHOUGRANI Fadela	MC (A)	Promotrice	Université de Mostaganem
KARAM Noureddine	Pr	Examinateur	Université d'Oran Es-Sénia
CHERIGUENE Abderrahim	MC (A)	Examinateur	Université de Mostaganem
BENAHMED Hamza	MC (A)	Examinateur	Université de Mostaganem

Année universitaire : 2012-2013

Remerciements

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements à madame CHOUGRANI ép. CHERIGUENE Fadela, mon encadreur, pour la confiance qu'elle m'a accordée aussi pour son soutien indéfectible et inestimable. J'espère être à la hauteur de votre attente et votre espérance.

Je tiens à remercier très chaleureusement Monsieur HALBOUCHE Miloud, Professeur à l'Université de Mostaganem, d'avoir accepté de présider le Jury.

J'exprime ma gratitude et ma reconnaissance à Monsieur KARAM Nour-Eddine, le responsable du Laboratoire de Biologie des Microorganismes et Biotechnologie (LBMB) d'Oran Es-Sénia qui a bien voulu accepter de me recevoir pour la réalisation d'une grande partie de mon travail au sein de son unité. Merci aussi d'avoir accepté de juger mon travail.

Mes remerciements les plus sincères vont également à Monsieur CHERIGUENE Abderrahim, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements s'adressent également à Monsieur BENAHMED Hamza, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté d'évaluer ce travail

J'exprime mes respectueux dévouements à Messieurs BOUDJENAH Ahmed et MADKOUR Mohamed, respectivement Directeur de l'Institut Technique des Élevages (ITELV) et de la Station ITELV d'Ain El-Hadjjar (Saïda), qui m'ont chaleureusement accueilli au sein de leurs structures. Ainsi que les personnels qui m'ont apporté beaucoup d'aide.

Un merci tout spécial revient à monsieur HAFIANE Abdelkader, pour l'aide qui m'a apporté durant les analyses des échantillons de lait de brebis, au niveau de la Station ITELV de Sidi bel Abbès.

Je remercie chaleureusement monsieur AMRANI Mohamed, technicien au laboratoire LBMB d'Oran, de m'avoir initié à la méthode d'électrophorèse, pour sa patience et ses précieux conseils.

Finalement, que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail soient assurés de ma profonde sympathie.

Dédicace

À mes parents, pour leur soutien inconditionnel et leur sacrifice.

À ma sœur KHAIRA et sa petite famille

À mes frères DJILALI et ABDELGHANI

À mon frère MOHAMED et sa petite famille

Merci de former une famille unie, aimante, qui m'a toujours soutenu et encouragé.

À tous mes amis,

Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir,

Pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires partagés,

Un très grand merci à tous.

SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des tableaux	III
Introduction générale.....	1
1. Synthèse bibliographique.....	3
1.1. Introduction.....	4
1.2. Espèce ovine dans le monde.....	4
1.3. Situation de l'élevage ovin en Algérie.....	5
1.4. Aperçu sur les races ovines en Algérie.....	5
1.4.1. Description de la race Ouled Djellal.....	7
1.4.2. Description de la race Hamra.....	8
1.5. La production laitière.....	9
1.5.1. Système de production de lait de brebis.....	10
1.5.2. Importance de la production laitière ovine dans le monde.....	12
1.6. Les facteurs influençant la production laitière.....	13
1.6.1. Les facteurs génétiques.....	14
1.6.2. Les facteurs physiologiques.....	16
1.6.3. Les facteurs de gestion.....	16
1.7. Caractéristiques physico-chimiques du lait de brebis.....	17
1.7.1. Généralité.....	17
1.7.2. Propriétés physiques et organoleptiques.....	19
1.7.3. Composition chimique du lait de brebis.....	19
1.7.3.1. La fraction des lipides	20
1.7.3.2. Protéines du lait de brebis.....	21
1.7.3.2.1. Caractéristique générale.....	21
1.7.3.2.2. Les Caséines.....	22
1.7.3.2.3. Les caractéristiques micellaires des caséines du lait de brebis.....	22
1.7.3.2.4. Les protéines de lactosérum.....	24
1.7.3.2.5. L'azote non protéique.....	25
1.7.3.3. Les glucides.....	25
1.7.3.4. La fraction minérale.....	25
1.7.3.5. Les vitamines.....	27

1.8.	Le polymorphisme génétique des protéines du lait des ovins.....	28
1.8.1.	Les caséines.....	28
1.8.1.1.	Composition des gènes de la caséine.....	28
1.8.1.2.	Polymorphismes de caséine.....	28
1.8.1.2.1.	Alpha-Caséines (α — s1 et α s2).....	29
1.8.1.2.2.	Bêta — caséines (β — Cn).....	30
1.8.1.2.3.	Kappa-caséine (κ — Cn).....	30
1.8.2.	Les protéines de lactosérum.....	30
1.8.2.1.	Composition des gènes α — lactalbumine et β — lactoglobuline.....	30
1.8.2.2.	Polymorphismes de protéines de lactosérum.....	31
1.8.2.2.1.	α — lactalbumine.....	31
1.8.2.2.2.	β — lactoglobuline.....	32
1.9.	Importance des polymorphismes de protéines du lait de brebis.....	32
2.	Matériels et méthodes.....	34
2.1.	Matériels.....	34
2.1.1.	Échantillons de lait.....	34
2.1.2.	Origine des animaux.....	34
2.1.3.	L'alimentation.....	35
2.1.4.	Analyse statistique.....	35
2.1.5.	Appareillage.....	35
2.2.	Méthodes d'analyse.....	37
2.2.1.	Collecte du lait.....	37
2.2.2.	Étude des caractéristiques du lait de brebis collecté.....	37
2.2.2.1.	Analyses physico-chimiques.....	37
2.2.2.1.1.	Principe.....	37
2.2.2.1.2.	Les avantages de l'appareil « Ekomilk ».....	38
2.2.2.1.3.	Etalonnage.....	38
2.2.2.1.3.1.	Détermination des valeurs d'étalonnage.....	38
2.2.2.1.4.	Mode d'emploi.....	38
2.2.2.2.	Caractérisation électrophorétique des protéines du lait.....	38
2.2.2.2.1.	Dosage des protéines.....	38
2.2.2.2.2.	Préparation des échantillons.....	41

2.2.2.2.3.	Conditions de réalisation de l'électrophorèse.....	41
2.2.2.2.4.	Conditions expérimentales.....	44
2.2.2.2.5.	Révélation des bandes de migration électrophorétique.....	46
3.	Résultats et discussion.....	48
3.1.	Qualité physico-chimique.....	48
3.1.1.	pH.....	49
3.1.2.	Densité.....	49
3.1.3.	Point de congélation.....	50
3.1.4.	Taux matière grasse.....	50
3.1.5.	Matière protéique.....	51
3.1.6.	Extrait sec dégraissé.....	52
3.1.7.	Extrait sec total et % de l'eau.....	52
3.2.	Analyses électrophorétiques des protéines du lait de brebis.....	54
3.2.1.	Analyse électrophorétique des protéines sériques totales.....	54
3.2.2.	Analyse électrophorétique des caséines totales.....	57
	Conclusion.....	63
	Références bibliographiques.....	65
	Annexes	90

Liste des abréviations

2— ME	2— mercaptoéthanol
APS	Persulfate d'ammonium
BBP	Bleu de bromophénol
BSA	Albumine sérique bovine
Cn	Caséine
D.O	Densité optique
ESD	Extrait sec dégraissé
EST	Extrait sec total
FAO	Food and Agriculture Organisation
FIL	Fédération Internationale de Laiterie
Ig	Immunoglobulin
ITELV	Institut Technique des Élevages
LBMB	Laboratoire de biologie des microorganismes et biotechnologie
LF	Lactoferrine
LV	Lait de vache
MG	Matière grasse
MS	Matière sèche
NPN	Azote non protéique
PAGE	Électrophorèse sur gel de polyacrylamide
PLS	Protéines du lactosérum
PM	Poids moléculaire
PP3	Composant-3 des protéoses-peptones
PT	Protéines totales
R	Coefficient de corrélation
SDS	Dodécylsulfate de sodium
T (%)	% d'acrylamide et de bisacrylamide dans un volume V de tampon
TCA	Acide trichloracétique
TEMED	N, N, N', Ne — tetramethyl-éthylène diamine
Tris	Tris-hydroxy-méthyl-amino-méthane
α— La	α— Lactalbumine
β— Lg	β— Lactoglobuline
AnGR	Rapport national sur les ressources génétiques animales

Liste des figures

N°	Intitulé	Page
1	L'évolution du cheptel d'ovin en Algérie (millions de têtes)	4
2	Représentant les différentes races ovines algériennes (effectifs et %)	6
3	Différents systèmes de production du lait de brebis dans le monde	11
4	les facteurs qui affectent la qualité du lait de brebis	13
5	Micelles de caséines du lait de vache observation au microscope électronique à balayage.	24
6	Représentations du modèle des micelles de caséines proposées par Schmidt (1982)	24
7	Représentation schématique de la structure du gène de la β — caséine ovine	30
8	Analyseurs automate de lait à ultrasons (EKOMILK ULTRA, Etats-Unis) avec une imprimante des données.	35
9	Courbe étalon pour le dosage des protéines par méthode de Bradford (1976) avec comme étalon la protéine BSA.	39
10	Étapes suivies pour l'isolement des protéines totales, caséines et protéines sériques du lait de brebis collecté.	40
11	Photographie d'une unité d'électrophorèse (The Studier Model SE400)	42
12	Étapes nécessaires à la réalisation de l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE) dans plusieurs conditions.	43
13	Structure du dodecyl sulfate de sodium SDS.	44
14	Courbe de calibration du gel de séparation en SDS-PAGE, en utilisant un standard protéique de PM allant de 10 à 250 kDa.	45
15	Electrophorégramme des protéines sériques du lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal comparées aux protéines sériques bovine.	56
16	Electrophorégramme des caséines du lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal comparée aux caséines bovines en PAGE-Urée (5.7M)	59
17	Electrophorégramme des protéines totales du lait de brebis race Hamra et race Ouled Djellal, en PAGE-SDS	61

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
1	Diversité du cheptel ovin en Algérie	5
2	La production de lait et la période de traite de plusieurs races de brebis « après période d'allaitement »	9
3	La production de lait de brebis (en tonne) pour l'année 2010.	12
4	Héritabilités (H^2) estimées pour les caractères de performance du lait chez les races ovines laitières	15
5	Composition chimique globale (%) du lait de brebis (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache.	18
6	Propriétés physiques du lait de brebis (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache	19
7	Comparaison des structures de micelles entre le lait de brebis et le lait de vache	23
8	Composition en sels minéraux (pour 100 g) du lait de brebis ; comparaison avec le lait de vache.	26
9	Composition en vitamines (pour 100 g) du lait de brebis ; comparaison avec le lait de vache.	27
10	Les caractéristiques structurelles des quatre gènes de caséine ovins	28
11	Comparaison des caractéristiques structurelles des quatre caséines dans le lait ovin et bovin.	29
12	Caractéristiques structurelles des principaux gènes des protéines de lactosérum ovines.	31
13	Les caractéristiques structurelles des deux principales protéines de lactosérum dans le lait de brebis	31
14	Origine et date de prélèvement des échantillons de laits de brebis analysés	34
15	Les paramètres de mesure par d'Ekomilk-ULTRA analyseur de lait	37
16	Analyses physico-chimiques des échantillons de lait ovin (Race Hamra et Race Ouled Djellal) collectés.	48

Résumé

Le lait de brebis est un produit unique avec des qualités nutritionnelles contenant des acides gras à courte chaîne, il est plus riche en protéines, en calcium et en vitamines que le lait de vache. Il s'agit d'un produit exceptionnel pour la fabrication de yaourts et de fromages, donnant un rendement fromager deux fois plus élevé.

Dans le but de caractériser le lait de brebis, nous avons analysé et comparé, dans une première étape du travail, les caractéristiques physico-chimiques chez deux races ovines algériennes : la race Hamra et la race Ouled Djellal élevées au niveau de l'ITELV de Ain Hadjar (Wilaya de Saïda). Les analyses effectuées ont porté sur le pH, la densité, le point de congélation, la matière grasse, les protéines totales, l'extrait sec dégraissé, l'extrait sec total. Les résultats obtenus pour ces paramètres, notamment le point de congélation (-0.651 °C vs -0,649 °C), la matière grasse (5,94 % vs. 5,69 %), l'extrait sec dégraissé (11,75 % vs. 11,93 %) et la matière protéique (6.23 % vs. 6,41 %) ne montrent pas de différences significatives entre races.

La deuxième étape de notre travail a consisté en l'isolement et à la caractérisation des protéines du lait. Pour cela, nous avons utilisé la précipitation à pH isoélectrique des caséines (pH 4,6). Les fractions ont ensuite été contrôlées par électrophorèse sur gel polyacrylamide dans différentes conditions (native, en présence d'urée et en présence de SDS). Les profils électrophorétiques résultants ont permis d'identifier des analogies entre le lait de deux races Hamra et Ouled Djellal. Mais par rapport au lait de bovin, ils ont permis de mettre en relief certaines particularités liées tant aux protéines sériques (α La et β Lg) qu'aux caséines, notamment les α s1-Cn.

Mots clés : lait, caséines, protéines, Hamra, Ouled Djellal, brebis.

Abstract

Sheep milk is a unique product with nutritional fatty acids containing short chain; it is rich in protein, calcium and vitamins than cow's milk. This is an outstanding product for the manufacture of yoghurt and cheese.

In order to characterize the sheep milk, we analyzed and compared, in a first stage of labor, the physico-chemical characteristics in two Algerian sheep breeds: race Hamra and race Ouled Djellal elevated at the ITELV Ain Hajar (Wilaya de Saida). The analyzes focused on the pH, density, freezing, fat, total protein, solids-the total solids. The results obtained for these parameters, including the freezing point (-0.651 °C vs. -0.649 °C), fat (5.94 % vs. 5.69 %), solids — (11.75 % vs. 11.93 %) and protein content (6.23 % vs. 6.41 %) showed no significant differences between races.

The second step of our work consisted in the isolation and characterization of milk proteins. For this, we used isoelectric precipitation of casein at pH (pH 4.6). The fractions were then controlled by polyacrylamide gel electrophoresis under different conditions (native, in the presence of urea and in the presence of SDS). The electrophoretic profiles results have identified similarities between the milk of two breeds Hamra and Ouled Djellal. But compared to bovine milk, they have helped to highlight some particularities of both proteins (α La and β Lg) as caseins, α s1-Cn particular.

Keywords: milk, caseins, Proteins, Hamra, Ouled Djellal, ewe.

الملخص

يعتبر حليب الغنم منتج فريدا من نوعه لما يحمله من صفات غذائية تحتوي على الكثير من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة، المزيد من البروتين، الكالسيوم والفيتامينات مقارنة بحليب البقر. وهو منتج استثنائي لصناعة الزبادي والاجبان، حيث أن المرود من الجبن أعلى مرتين.

من أجل تمييز حليب الأغنام، لجانا إلى تحليل ومقارنة، في الجانب الأول، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب المنتج من قبل سلالتين من الأغنام الجزائرية : سلالة أولاد الجلال وسلالة الحمراء في نفس الظروف التربوية في المعهد التقني لتربية الحيوانات بعين الحجر(سعيدة). وتتضمن التحاليل كل من الكثافة، نقطة التجمد، محتوى الدهون، البروتينات، مستخلص منزوع الدهن، المادة الجافة ونسبة الماء.

تم الحصول على النتائج الآتية لكل من السلالة الحمراء و سلالة أولاد الجلال على التوالي نقطة التجمد (0.649 — 0.651 °د — 0.651 °د)، نسبة الدهون (5.69% - 5.94%)، محتوى البروتين (6.23% - 6.41%)، مستخلص منزوع الدهن (11.75% و 11.93%)، لكل من السلالة الحمراء وسلالة أولاد الجلال على التوالي، تبين هذه النتائج عدم وجود فرق هام بين السلالتين.

في المرحلة الثانية، قمنا بعزل البروتينات الأساسية مثل الكازين وبروتينات المصل عن بعضها البعض، ومن ثم معالجتها بواسطة تقنية (PAGE) électrophorèse في أنواع مختلفة (native بوجود،Urée وكذاك SDS).

كلمات البحث

حليب، الكازين، البروتينات، الحمرة، أولاد الجلال، الغنم.

Introduction générale

À l'échelle mondiale, l'élevage des brebis laitières est une partie vitale de l'économie nationale dans de nombreux pays, notamment en Méditerranée et au Moyen-Orient (Park *et al.*, 2007).

La production annuelle de lait de brebis, d'environ huit millions de tonnes, est d'une importance marginale par rapport au lait de vache en termes quantitatifs (2 % du total, FAO, 2003). La plus grande partie de cette production est utilisée pour la consommation sous forme de lait frais en Asie (Izadifard et Zamiri, 1997) alors que dans l'Europe méditerranéenne, il est principalement utilisé pour la fabrication de fromage (Gabina, 1997 ; Ploumi *et al.*, 1998 ; Pugliese *et al.*, 2000 ; Talevski *et al.*, 2009).

Ainsi, les besoins en ce produit ne cessent de s'accroître dans le monde en général alors que la production mondiale de lait n'arrive pas à suivre cette tendance. Dans ces conditions, le lait de vache occupe la plus grande proportion (environ 80 %), le reste est constitué de lait de bufflonne, de brebis, de chèvre et de chamelle (Moualek, 2011). Cette situation de déficit est encore plus accentuée quand on s'intéresse de près au cas de notre pays qui est considéré comme le premier consommateur maghrébin de lait (100 l/an/habitant), mais dont la production laitière (1 milliard de l/an) ne permet pas de couvrir les besoins, estimés à plus de 3 milliards de l/an. Là aussi, les autres espèces laitières (chèvre, brebis, dromadaire) ne couvrent qu'environ 10 % ces besoins.

Afin de contrôler cette tendance et établir les équilibres, notre pays a mis en place une stratégie de développement et d'encouragement de la production nationale, mais ce plan reste centré sur la filière bovine, tandis que les autres filières (ovines, caprines et camelines) restent marginales avec une production destinée exclusivement à l'allaitement. Une très faible partie est utilisée pour la consommation familiale.

L'Algérie dispose d'énormes potentiels en matière de diversité génétique très importante avec plusieurs races ovines, ainsi la production de lait de brebis a été estimée en 2010 par la FAO et qu'elle est autour de 230 mille tonnes par an. De ce fait, il paraît évident que l'analyse de ce lait et sa caractérisation sur le plan protéique pour les différentes races ovines locales aident à mieux orienter les technologues sur les possibilités d'exploitation industrielle de ce lait de collecte.

Nous avons réalisé une étude qui vise à avoir une meilleure connaissance du lait issu de deux races ovines algériennes Hamra et Ouled Djellal élevées à la station expérimentale (ITELV) d'Ain El-Hadjar, Saïda, et mettre en évidence l'influence de la race sur les paramètres physico-chimiques et le profil protéique.

La présente étude s'articule autour de deux volets d'investigations complémentaires :

1. Détermination de la composition physico-chimique du lait ovin.
2. L'isolement et l'identification des protéines majeures de ces laits avant de les caractériser selon leur comportement électrophorétique.

Synthèse Bibliographique

1. Synthèse bibliographique

1.1. Introduction

Les chèvres, puis les brebis ont été les premières à être domestiquées par l'homme comme des animaux de ferme il y a environ 10.000 ans (Haenlein, 2007). Originaires de quelque races ovines sauvages se trouvent dans la région actuelle de l'Irak, l'Iran, la Syrie et la Turquie orientale (Zeuner, 1963; Schaller, 1977; Zeder et Hesse, 2000; Hatziminaoglou et Boyazoglu, 2004). Les brebis ont été développées à travers le monde, dont des centaines de races différentes totalisant actuellement plus de 1,1 milliard d'ovins (Park et Haenlein, 2006). Ce cheptel est surtout exploité actuellement pour sa viande et pour sa laine. La production laitière demeure très limitée en quantité et localisée autour du bassin méditerranéen (kahramen, 2011) **annexe (2)**.

1.2. Espèce ovine dans le monde

Le cheptel ovin dans le monde est constitué de 1071 millions d'animaux. L'Asie représente 42 % du total, suivie par l'Afrique (27 %), l'Europe (12 %), l'Océanie (10 %), l'Amérique du Sud (8 %), l'Amérique centrale (0,8 %) et enfin l'Amérique du Nord (0,6 %) (FAO stat, 2010) **annexe (1)**. En Algérie, il y a 20 millions de têtes. Leur répartition au cours de dix ans est indiquée dans la **figure (1)** (FAO stat, 2010).

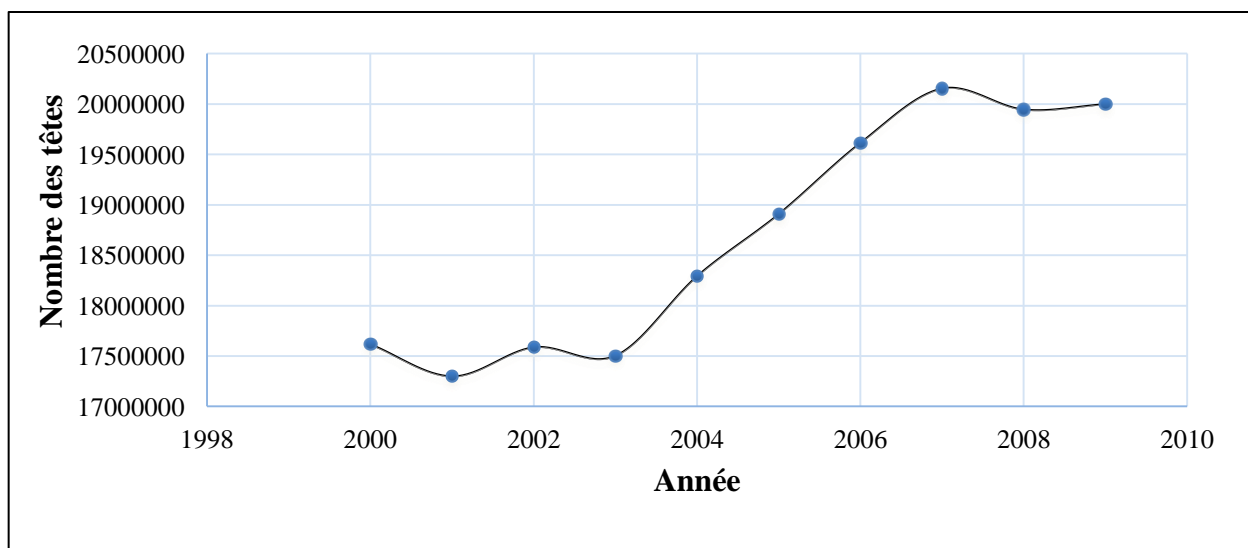


Figure (1) : L'évolution du cheptel d'ovin en Algérie (millions de têtes) (FAO stat, 2010).

1.3. Situation de l'élevage ovin en Algérie

L'Algérie de la part de sa position géographique et la structure de ses étages bioclimatiques très contrastés représentent un grand centre de biodiversité biologique, et sont considérées à juste titre comme un gisement de ressources génétiques animales et végétales. L'élevage ovin est conduit généralement selon un système de production extensif basé sur l'exploitation des unités fourragères gratuites (AnGR, 2003). C'est un système qui concerne particulièrement l'ovin et le caprin dans les zones steppiques et les parcours sahariens (Harkat et Lafri, 2007; Lafri, 2011).

1.4. Aperçu sur les races ovines en Algérie

Le cheptel ovin en Algérie est constitué de sept races (**tableau 1**), ces deniers sont classés selon leurs effectifs et leurs importances économiques. Elles sont groupées en races principales, dominantes (La Ouled-Djellal, Hamra et Rembi) et des races secondaires (La Berbère, Barbarine, D'men et Sidaoun) (Chellig, 1992; AnGR, 2003) (**Figure 2**).

Tableau (1) : Diversité du cheptel ovin en Algérie (AnGR, 2003).

Races	Aire de répartition	Effectif	Part %
Ouled Djellal	Steppe et hautes plaines	11.340.000	63 %
Rembi	Centre Est (Steppe et hautes plaines)	1.998.000	11.1 %
Hamra	Ouest de Saïda et limites zones sud	55.800	0.31 %
Berbère	Massifs montagneux du nord de l'Algérie	4.500.000	25 %
Barbarine	Erg oriental sur frontières tunisiennes	48.600	0.27 %
D'men	Oasis du Sud-ouest algérien	34.200	0.19 %
Sidaoun	Le grand Sahara Algérie	23.400	0.13 %

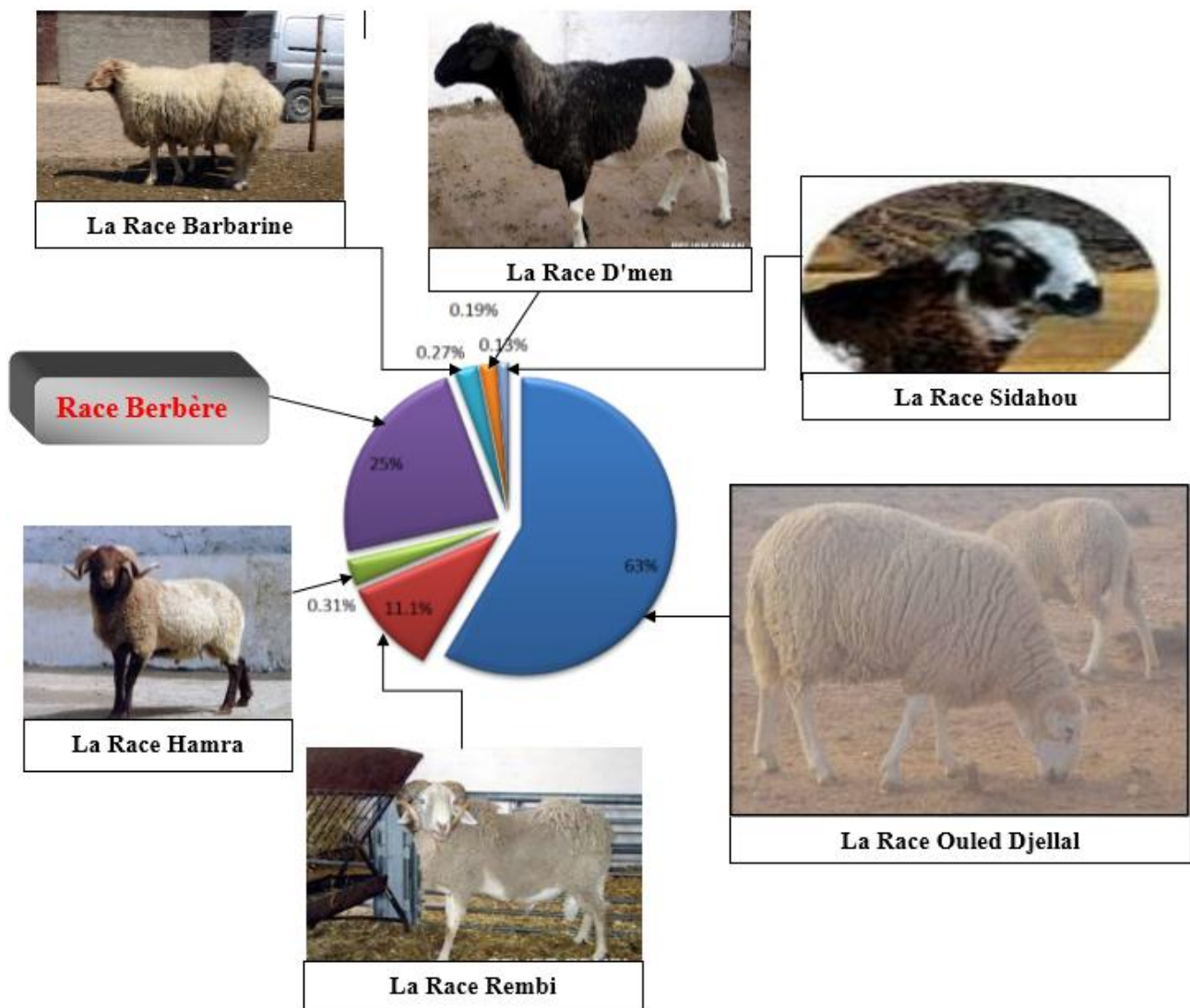


Figure (2) : Représentant les différentes races ovines algériennes (effectifs en %) (AnGR, 2003 ; Lafri, 2011).

1.4.1. Description de la race Ouled Djellal

Historiquement, cette race aurait été introduite par les Béni-Hilal venus en Algérie au XI^{ème} siècle, du Hidjaz (Arabie) en passant par la Haute Égypte. Il faut cependant remarquer que les races ovines du Moyen-Orient et d'Asie sont toutes des races barbarines à queue grasse. C'est pour cette raison que, d'après le Dr Trouette, la race Ouled-Djellal à queue fine et laine fine aurait été introduite par les Romains, grands amateurs de laine, au cinquième siècle venant de Tarente en Italie où ce type de mouton existe jusqu'à présent. Il est d'ailleurs représenté sur les stèles funéraires des ruines de Timgad (Chellig, 1992).

Le mouton Ouled-Djellal est un animal puissant, qui présente un squelette un peu fort, une ligne dorsale bien droite et un rein assez ample (**Figure 2**). La toison est blanche souvent courte, descendant jusqu'aux jarrets et aux genoux et s'arrêtant généralement sur la nuque à la limite des cornes. La production de laine est de 2,5 à 3,5 kg chez le bélier et 1,5 à 2,5 kg chez la brebis. Le poids de l'agneau au sevrage (4 mois) est de 30 kg et son taux de prolificité est de 110 %. Actuellement, cette race est considérée comme la principale race pour la production de viande en Algérie (Chellig, 1992; Lafri, 2011). Il existe trois variétés de la race Ouled Djellal : la Variété Chellalia, la Variété lourde (Hodnia) et la Variété Djellalia (Lafri, 2011)

La brebis Ouled Djellal se laisse traire facilement. La traite se fait surtout pendant le printemps. La production est de 70 à 80 kg en 6 mois de lactation (Chellig, 1992).

La race Ouled-Djellal qui constituait presque la moitié de l'effectif ovin algérien était répartie sur presque l'ensemble du pays, essentiellement au centre et à l'Est (Chellig, 1992). Mais, récemment, cette race a connu une extension au niveau du tell, de la steppe et du nord du Sahara, ce qui a provoqué le rétrécissement des aires de répartition des races Hamra, Berbère, Barbarine, Rembi et D'men (Gaouar *et al.*, 2005 ; Lafri, 2011).

1.4.2. Description de la race Hamra

La race Hamra dite Béni-Ighil est autochtone d'Afrique du Nord, plus précisément du haut atlas marocain où elle est élevée par la tribu Béni-Ighil d'où elle tire son nom (**Figure 2**). Tout en rondeur, elle a une conformation idéale de mouton à viande, et une finesse remarquable de l'ossature. Elle était préférée à toutes les autres races sur le marché de France sous le nom de mouton d'Oranie à cause de ses qualités organoleptiques. Ce mouton, de petite taille, se distingue des autres races par une tête et des pattes marron foncé tendant vers le rouge. La laine est blanche avec du jarre allant au brun roux. Le poids de la toison varie de 2,5 à 3 kg chez le bélier et de 1,5 à 2 kg chez la brebis. Les cornes spiralées sont de taille moyenne, la queue est fine et de longueur moyenne. Le poids de l'agneau au sevrage (4 mois) est de 25 kg et celui de l'agnelet de 12 mois est de 31 kg. Sa prolificité atteint les 110 % (Chellig, 1992).

La brebis Hamra est caractérisée par une bonne aptitude à la traite, la production laitière chez la brebis Hamra se situe dans la catégorie moyenne avec un maximum de production situé entre 50 et 60 kg pendant 4 à 5 mois de lactation (Chellig, 1992).

Quant à la race Hamra, dont l'effectif était estimé à 3 millions 200 mille têtes au début des années 90 (Chellig, 1992), il a beaucoup diminué pendant ces dernières années. Cette diminution est due surtout à l'introduction massive, par les éleveurs, de la race Ouled-Djellal dans le berceau de cette race, ce qui a abouti au remplacement de cette dernière par Ouled-Djellal (Gaouar *et al.*, 2005). Actuellement, la race Hamra est localisée surtout au niveau de la région ouest de la steppe jusqu'à la frontière marocaine au niveau des Wilayas de Saïda, El Bayed et Tlemcen (Lafri, 2011).

1.5. La production laitière

La production de lait de brebis laitières est souvent enregistrée comme après la tétée des agneaux pendant quatre à huit semaines, contrairement à la pratique pour les chèvres laitières ou les bovins (Giambra, 2011). La durée de lactation est un caractère très variable entre les races et entre les individus d'une même race (Hustiu et coll, 1956; Finci, 1957). Cette variable est intéressante à considérer, car elle est en relation avec le niveau de production totale d'un animal (Boyazoglu, 1963). En général, chez la brebis la période de traite est autour de cinq mois (Giambra, 2011), **tableau (2)**.

Tableau (2). La production de lait et la période de traite de plusieurs races de brebis « après période d'allaitement » (Haenlein et Wendorff, 2006)

Race	Pays	La production de lait (kg)	Jours de la période de la traite
Assaf	Israël	150-350	150-210
Awassi	la Turquie	130-205	120
Chios	Grèce	135-300	170-250
Churra	Espagne	150	150
Comisana	Italie	90-175	-
Frisonne orientali	Allemagne	500-900	300-365
Lacaune	France	270	160-17
Manchega	Espagne	80-520	150-270
Sarda	Italie	120-195	-
Hamra	Algérie	50-60	120-150
Ouled Djellal	Algérie	60-70	180

1.5.1. Système de production de lait de brebis

La comparaison de différents modes d'allaitement (techniques et durée) a permis, au Flament et casu, (1977), puis Treacher (1985), de faire ressortir différents systèmes de production de lait de brebis (Haenlein et Wendorff, 2006) (**Figure 3**).

Dans le cas de l'Algérie, le système de production de lait de brebis se classe dans la variante n°4 (Ayachi, 1992) (**Figure 3**). La production de lait de brebis en vue d'une consommation humaine dépend essentiellement de l'année (pluviométrie) (Ayachi, 1992), donc :

- En bonne année, c'est-à-dire automne et printemps pluvieux, les brebis sont traitées systématiquement durant toute la phase d'allaitement et même après le sevrage des agneaux. La traite est pratiquée matin et soir, avant le départ aux pâturages et aussitôt le retour du troupeau. Le sevrage est précoce (un mois).
- En année moyenne, les brebis traitées sont de catégories :
 - a- Les brebis ayant perdu tôt leurs agneaux pour différentes causes (Mortalité périnatale, agneau adopté par une autre brebis).
 - b- Les brebis, dont les produits, sont sevrés.
- En année mauvaise, la pratique de la traite est pratiquement impossible (la survie aussi bien de la mère que de son produit).

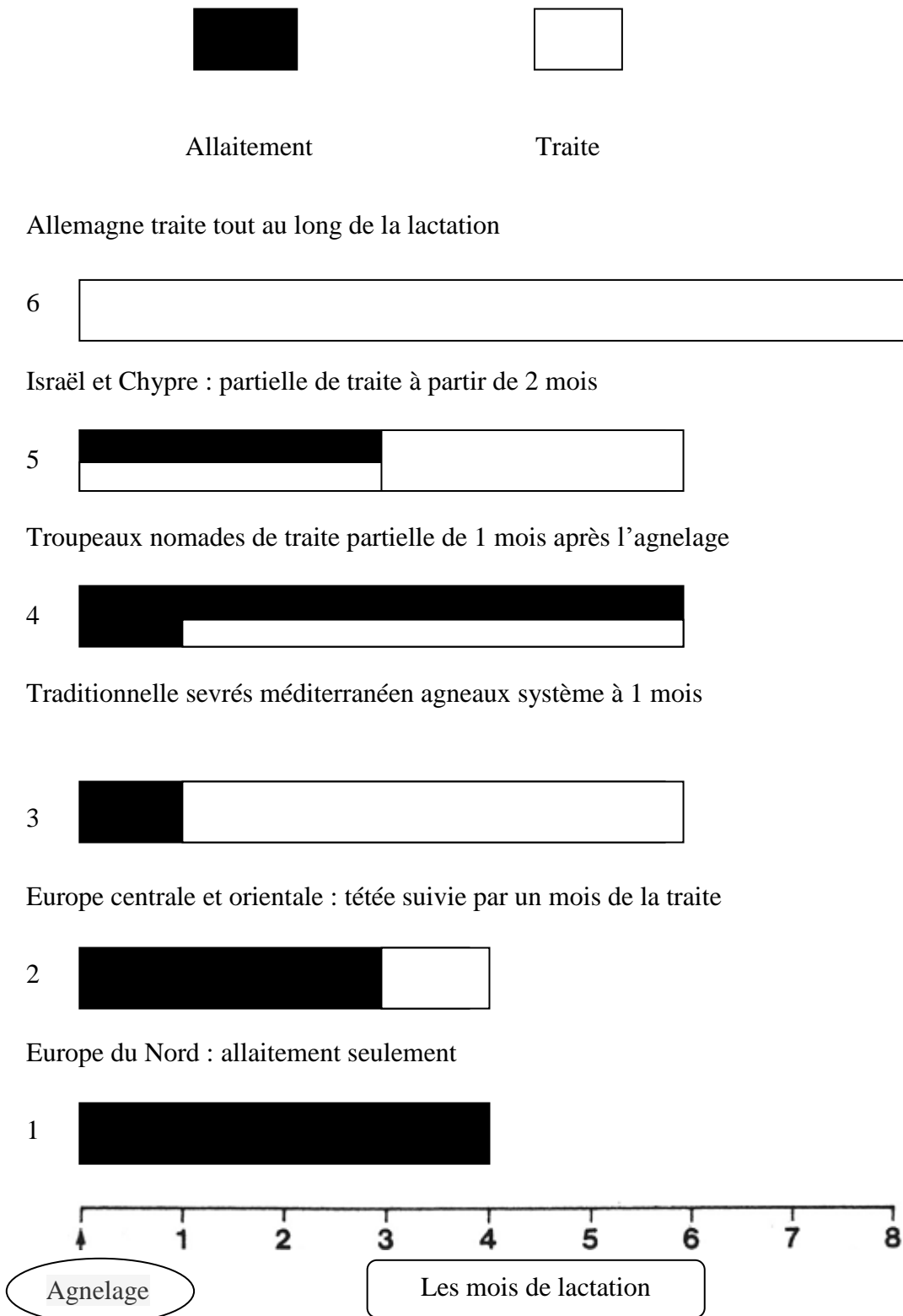


Figure (3) : Différents systèmes de production du lait de brebis dans le monde (Treacher, 1985)

1.5.2. Importance de la production laitière ovine dans le monde

L'élevage ovin et caprin renferme une importance vitale pour l'économie nationale dans de nombreux pays de la région méditerranéenne et au Moyen-Orient. Particulièrement bien organisé en France, en Italie, en Espagne et en Grèce (Park *et al.*, 2007) **annexe (2)**.

La production laitière ovine (**Tableau 3**) contribue à la subsistance d'un grand nombre de petits agriculteurs pauvres en ressources dans les pays du Moyen-Orient, en particulier la Syrie, la Jordanie et le Liban (Ploumi *et al.*, 1998 ; Iniguez, 2005).

En Algérie, la grande importance du lait de brebis dans l'alimentation des peuples nomades, où il constitue un élément principal du régime alimentaire, a été signalée par plusieurs auteurs (Sharafeldin, 1982 ; Morand-Fehr et Boyazoglu, 1999 ; Cheriguene *et al.*, 2007).

Tableau 3 : La production de lait de brebis (en tonne) pour l'année 2010 (FAO stat, 2010) **annexe (2)**.

Pays	Production (tonnes)
Algérie	231 300
Maroc	37 700
Tunisie	19 500
Égypte	97 700
Libye	60 600
Chine	1 724 000
Grèce	855 000
Turquie	816 832
Espagne	585 190
Italie	600 100
France	259 240
Monde (Total)	10 046 506

1.6. Les facteurs influençant la production laitière de brebis

Comme il a été signalé pour le lait de vache, la composition du lait de brebis varie avec la race, les animaux dans la même race, la parité, la saison, l'alimentation, la gestion et les conditions environnementales et du stade de lactation (Haenlein et Wendorff, 2006; Park *et al.*, 2007; Ramos et Juarez, 2011).

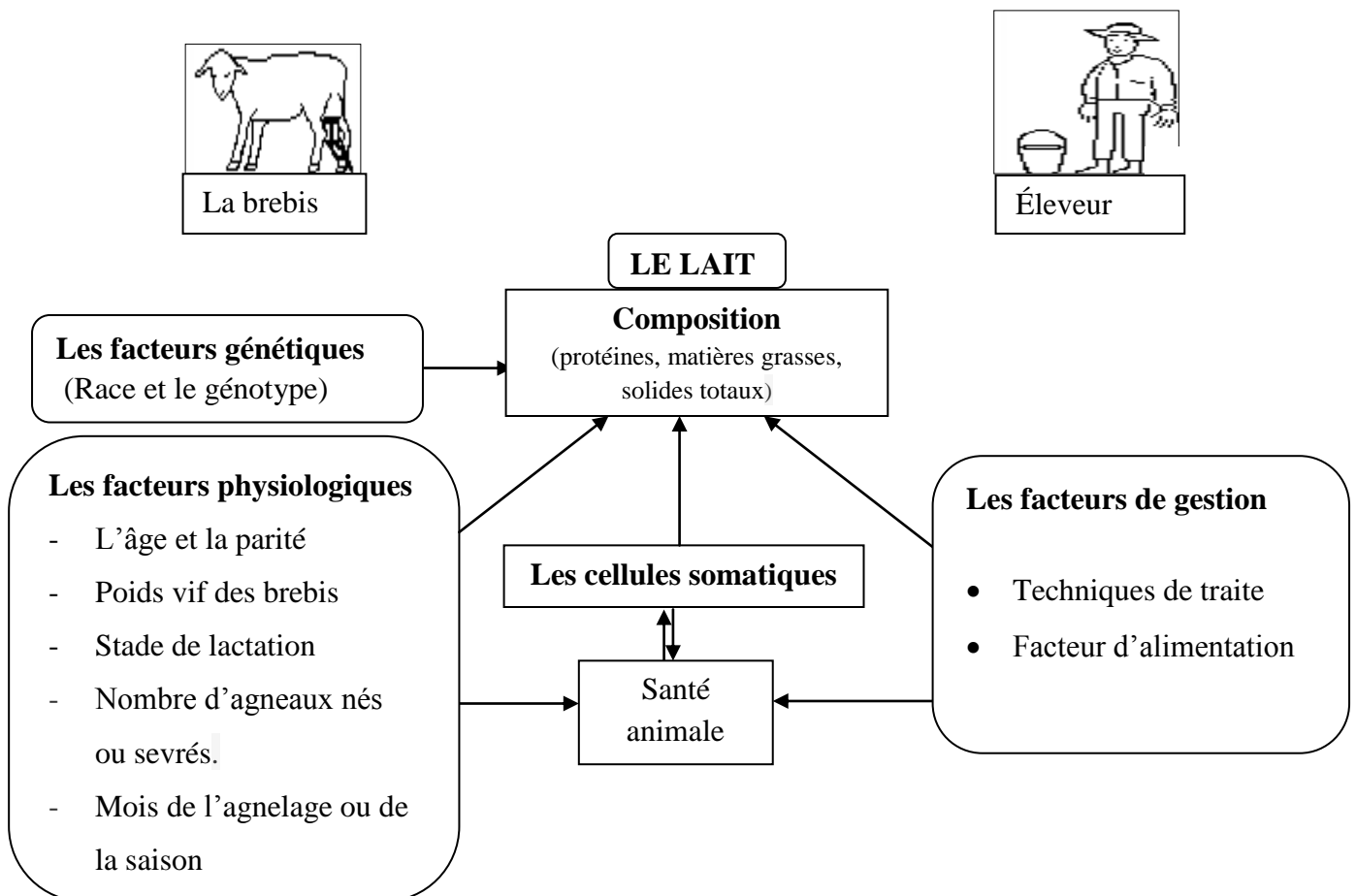


Figure (4) : les facteurs qui affectent la qualité du lait de brebis.

1.6.1. Le facteur génétique (la race et le génotype) :

Une influence significative de la race sur la composition chimique du lait de brebis a été établie par (Lazarov *et al.*, 1979 ; Mavrogenis et Louca, 1980 ; Wohlt *et al.*, 1981 ; Barillet, 1985 ; Anifantakis, 1986 ; Voutsinas *et al.*, 1988 ; Sakul et Boylan, 1992 ; Bencini et Pulina, 1997 ; Bedo *et al.*, 1999 ; Pugliese *et al.*, 2000 ; Bencini, 2001). Il existe des variations considérables dans la production de lait entre et au sein des races ovines (Casu *et al.*, 1975 ; Aboul-Naga *et al.*, 1981).

Il est possible d'améliorer la production de lait par le biais de sélection (Giambra, 2011). La sélection pour la production laitière a conduit à la création des races laitières, des brebis qui produisent plus de lait que de viande et de la laine. Par exemple, le type laitier Awassi peut produire jusqu'à 1000 litres de lait en une lactation (Epstein, 1985), mais le Dorset Poll, une race à viande, ne produit que 100 à 150 litres de lait par lactation (Geenty, 1980a ; 1980 b ; Geenty et Davison, 1982 ; Pokatilova, 1985).

Il existe une corrélation négative entre la production laitière et la composition du lait, de sorte que lorsque les animaux produisent plus, le lait a généralement une concentration plus faible de matière grasse et de protéine (Flamant et Morand-Fehr, 1982 ; Barillet *et al.*, 1986 ; Casu et Sanna, 1990). Cette relation ne s'applique pas seulement aux races plus productives par rapport à la moins productive (Flamant et Morand-Fehr, 1982 ; Casu et Sanna, 1990). Mais aussi, au sein d'un troupeau, à ceux des animaux qui produisent plus de lait (Barillet *et al.*, 1986), et dans le même animal produisant à différents niveaux tout au long de sa lactation (Casoli *et al.*, 1989 ; Pulina, 1990).

Casoli *et al.*, (1989) a examiné la composition du lait dans 12 races de brebis et fait état d'une forte variation de la concentration de matière grasse, qui variait de 4,6 % chez les brebis irakiennes Kurdi à 12,6 % chez les brebis Dorset traitées en Amérique. La concentration en protéines a été moins variable, et il a varié de 4,8 % à 7,2 % dans la Corriedale arménienne.

En Australie, quelques comparaisons ont été faites entre la composition du lait des différentes races. Moore (1966a, 1966 b) a comparé la production et la composition du lait de 2 populations du mérinos avec ceux des brebis Corriedale, et n'a trouvé aucune différence significative entre les rendements de lait et les concentrations de la matière grasse et des solides non gras.

Bencini et Purvis, (1990) et Bencini *et al.*, (1992) n'ont observé aucune différence dans la composition du lait à partir de deux populations différentes du mérinos et d'Awassi x Merino et de brebis mérinos, et ils ont conclu que l'alimentation joue probablement un rôle plus important dans la détermination de la composition du lait. Ceci est également soutenu par les études de Geenty, (1979) qui a comparé le rendement et la composition des brebis Romney, Corriedale, Dorset, Romney x Dorset et Dorset x Romney en Nouvelle-Zélande et n'a trouvé aucune différence dans la composition du lait entre ces races. Le génotype de la brebis peut également affecter les propriétés de coagulation du lait à travers les différentes variantes génétiques des fractions de caséine (Feagan *et al.*, 1972 ; McLean, 1984 ; McLean, 1987 ; McLean *et al.*, 1984 ; McLean *et al.*, 1987).

En France, Delacroix-Buchet *et al.*, (1994) ont calculé les coefficients de l'héritabilité génétique de la race Lacaune pour le temps d'emprésurage (0,57), le taux de formation du caillé (0,48) et la cohérence du caillé (0,53). Ils ont conclu que, puisque ces valeurs d'héritabilité étaient similaires à l'héritabilité de la production laitière (environ 0,5), donc la sélection du type de famille serait nécessaire pour atteindre le progrès génétique.

Tableau (4) : Héritabilités (H^2) estimées pour les caractères de performance du lait chez les ovins laitiers (Hamann *et al.*, 2004 ; Barillet, 2007).

Caractère	H^2
La production de lait	0,10 à 0,30
Rendement en matière grasse	0,15 à 0,27
Rendement en protéines	0,15 à 0,26
Matière grasse %	0,09 à 0,62
Protéines %	0,20 à 0,55
Caséine %	0,21 à 0,30

1.6.2. Les facteurs physiologiques

- La santé de l'animal (Ruiu et Pulina, 1992; Ranucci et Morgante, 1994; Chougrani *et al.*, 2008).
- L'âge et la parité (Carta *et al.*, 1995 ; Gootwine et Goot, 1996 ; Othmane *et al.*, 2002).
- Poids vif des brebis (Burris et Baugus, 1955 ; Owen, 1957 ; Boyazoglu, 1963 ; Pulina *et al.*, 1994a).
- Durée de la lactation (Casoli *et al.*, 1989 ; Gabina *et al.*, 1993 ; Ruiz *et al.*, 2000) ou le stade de lactation (Wilson *et al.*, 1971 ; Pellegrini *et al.*, 1997 ; Brozos *et al.*, 1998).
- Mois de l'agnelage ou de la saison (Gabina *et al.*, 1993 ; Carta *et al.*, 1995 ; Ruiz *et al.*, 2000).
- Nombre d'agneaux nés ou sevrés (Davis *et al.*, 1980 ; Gibb et Treacher, 1982 ; Doney *et al.*, 1983 ; Loerch *et al.*, 1985 ; Geenty et Sykes, 1986 ; McCann *et al.*, 1989 ; Bencini *et al.*, 1992).

1.6.3. Les facteurs de gestion

- Techniques de traite (Gall, 1975 ; Fatouros, 1986 ; Anifantakis, 1990 ; Castillo *et al.*, 2008).
- Facteur d'alimentation (Wilson *et al.*, 1971 ; Haenlein et Wendorff, 2006 ; Park *et al.*, 2007).

1.7. Caractéristiques physico-chimiques du lait de brebis

1.7.1. Généralités

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles (Vilain, 2010). Physiologiquement parlant, le lait est un fluide biologique complexe qui contient un équilibre des nutriments, principalement des protéines, matières grasses, du lactose et des minéraux, dont la fonction principale est d'assurer la croissance et le développement du nouveau-né chez les mammifères (Martin *et al.*, 1999). Les constituants du lait de brebis sont similaires entre toutes les espèces, mais diffèrent quantitativement sur le lait de vache (Moio *et al.*, 1993).

Intérêt dans la recherche sur le rendement et la composition du lait de petits ruminants en général a augmenté dans les dernières décennies en raison de l'intensification croissante des systèmes de production ovins et caprins (Haenlein, 1993 ; Gonzalo *et al.*, 1994).

Tableau (5) : Composition chimique globale (%) du lait de brebis (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache.

Origine du lait	Constituants					Références
	Eau	MST	Lactose	MG	Protéine	
Lait de brebis	81,6	18,4	4,4	7,5	5,6	Kern (1954)
	80,04	19,96	4,48	7,73	6,77	Shalichev et Tanev, (1967)
	80,92	19,08	4,79	7,85	5,472	Veinoglou <i>et al.</i> , (1968)
	79,44	20,66	4,69	9,05	6,521	Anifantakis <i>et al.</i> , (1976)
	82	17,60	4,90	6,50	5,30	Miocinovic <i>et al.</i> , (1981)
	83,03	16,97	4,16	6,45	5,14	Baltadjieva <i>et al.</i> , (1982)
	80,72	19,28	4,80	7,68	6,04	Voutsinas <i>et al.</i> , (1988)
	83,0	17,0	5,10	6,3	4,73	Konar <i>et al.</i> , (1991)
	82,05	17,95	3,7	7,62	6,21	Jandd (1996)
	82,78	17,82	4,86	6,77	5,45	Ploumi <i>et al.</i> , (1998)
	82,43	17,57	4,97	5,40	5,47	Pugliese <i>et al.</i> , (2000)
	82,09	17,91	4,41	6,76	5,39	Hilali (2001)
	81,89	19,11	4,55	7,52	5,90	Pavić <i>et al.</i> , (2002)
	81,4	18,60	4,70	7,11	5,84	Sevi <i>et al.</i> , (2004)
	81,9	18,1	4,2	6,82	5,59	Paccard et Lagriffoul, (2006 _{a, b})
	81,97	18,03	4,9	6,77	5,63	Hilali <i>et al.</i> , (2010)
80,88	19,12	4,59	7,71	6,45	Kondyli <i>et al.</i> , (2011)	
84,80	15,20	4,66	5,58	4,80	Mayer <i>et al.</i> , (2011)	
Lait de vache	89- 85,89	11,53- 14,21	4,45- 5,25	3,42 – 4,79	2,87- 3,54	Posati et Orr, (1976) ; Jenness (1980) ; Anifantakis <i>et al.</i> , (1980)

1.7.2. Propriétés physiques et organoleptiques

Les données publiées sur les propriétés physiques du lait de brebis sont rares, ils sont souvent comparés à ceux de lait de vache (Pavić *et al.*, 2002). En effet, le lait de brebis est élevé dont la densité, la viscosité et l'acidité titrable, mais plus faibles de l'indice de réfraction et le point de congélation que le lait de vache typique (Parkash et Jenness, 1968; Haenlein et Wendorff, 2006) (**Tableau 6**).

Tableau (6) : Propriétés physiques de lait de brebis (selon différents auteurs) ; comparaison avec le lait de vache

Propriétés	Le lait de brebis ^a	le lait de vache ^b
Densité	1,0347 - 1,0384	1,0234 – 1,0398
Viscosité, CP	2,86 - 3,93	2,0
La tension de surface (dynes/cm)	44,94 - 48,70	42,3 - 52,1
Conductivité (Ohm-1 cm-1)	0,0038	0,0040 – 0,0055
Indice de réfraction	1,3492 - 1,349	1,4517 ± 0,35
Point de congélation (-C)	0,570	0,530 – 0,570
Acidité (% acide lactique)	0,22 - 0,25	0,15 - 0,18
pH	6,51 - 6,85	6,65 – 6,71

^a Kurkdjian et Gabrielian, (1962) et Haenlein et Wendorff, (2006).

^bJenness *et al.*, (1974).

1.7.3. Composition chimique du lait de brebis

Plusieurs publications (Assenat, 1985 ; Anifantakis, 1986 ; Nufies *et al.*, 1989 ; Park *et al.*, 2007 ; Ramos et Juarez, 2011) font le point des connaissances sur la composition chimique du lait de brebis. Elles s'appuient sur des données bibliographiques dans l'ensemble moins nombreuses que celles relatives au lait de vache (Pellegrini *et al.*, 1994).

Le **tableau 6** montre la composition typique de lait de brebis, qui contient généralement des teneurs plus élevées des solides totaux et les principaux éléments nutritifs que le lait de vache (Ramos et Juarez, 2011), en particulier de teneur moyenne en protéine et matière grasse (Park *et al.*, 2007).

Il y a un bon équilibre entre les protéines, lipides et glucides, chacun étant présent en quantités à peu près similaires. Les graisses et les protéines sont les principaux composants de la matière sèche, constituant 69 % de lait de brebis par rapport à 56 % dans le lait de vache (Ramos et Juarez, 2011), et donc le rendement de fromage est également plus élevé (environ 15 % pour le lait de brebis par rapport à 10 % pour le lait de vache) (Storry *et al.*, 1983 ; Moatsou *et al.*, 2004 ; Haenlein et Wendorff, 2006 ; Recio *et al.*, 2009).

Le colostrum du lait de brebis est également plus élevé en nutriments de base que celle du lait de vache avec : la graisse de 13 % vs 5,1 %, protéines de 11,8 % vs 7,1 %, lactose 3,3 % vs 3,6 %, minéraux 0,9 % vs 0,9 %, les solides totaux 28,9 % vs 15,6 %, respectivement (Anifantakis, 1986).

1.7.3.1. La fraction des lipides

Les lipides sont les composants les plus importants de lait en ce qui concerne les caractéristiques de coût, de nutrition, physiques et sensorielles qu'ils confèrent aux produits laitiers (Anifantakis, 1986 ; Park, 2006 ; Vera *et al.*, 2009).

La matière grasse du lait de brebis est constituée principalement des Triacylglycérols avec 98 % (95 % dans le cas du lait de vache (Jensen, 2002), dont un grand nombre d'acides gras estérifiés (Ramos et Juarez, 2011).

D'autres lipides simples présentent dans le lait de brebis tels que (les diacylglycérols, les monoacylglycérols, et les esters de cholestérol), et des lipides complexes comme les phospholipides et des composés liposolubles (Park, 2006a; Haenlein et Wendorff, 2006).

Les lipides sont présentés sous la forme de globules, ce qui dans le lait de brebis et de chèvre est typiquement abondant avec des tailles inférieures à 3,5 μm (Anifantakis, 1986). Certaines études ont constaté que la taille des globules moyenne en matière grasse est la plus faible dans le lait de brebis suivie par le lait de chèvre (65 % des globules moins de 3 μm) (Mens, 1985 ; Anifantakis, 1986). Ceci est avantageux pour la digestibilité et un métabolisme des lipides plus efficace par rapport à la graisse du lait de vache (Park, 1994).

Mehaia (1995) a rapporté les tailles moyennes des globules de matière grasse dans cet ordre décroissant : la vache, la brebis puis la chèvre, ce qui n'est pas tout à fait compatible avec d'autres recherches (Anifantakis, 1986; Juarez et Ramos, 1986). Aucune différence appréciable n'a été trouvée dans le mécanisme de sécrétion des globules de matière grasse dans le lait de brebis et de chèvre par rapport au lait de vache (Park *et al.*, 2007). La structure et la composition de la membrane sont semblables dans les trois espèces. (Scolozzi *et al.*, 2003).

La structure des Triacylglycérols est responsable des propriétés rhéologiques de la graisse du lait et son comportement pendant la fusion et de la cristallisation, leur composition est intéressante, car elle peut être utilisée pour vérifier l'origine de la matière grasse du lait (Park *et al.*, 2007). Le profil chromatographique des triglycérides de lait de brebis montre des similitudes avec celui rapporté pour le lait de vache (Precht, 1992).

1.7.3.2. Protéines du lait de brebis

1.7.3.2.1. Caractéristique générale

Les principales protéines dans le lait de brebis sont environ les mêmes que dans le lait de vache et de chèvre (Ramos et Juarez, 2011). Par conséquent, l'acquisition de plus simple information sur sa composition est de l'intérêt pour les aspects physiologiques et technologiques (Salvatore *et al.*, 2011).

La teneur moyenne des protéines de lait de brebis est de l'ordre de 5,8 %. Elle est plus élevée que chez la chèvre avec 4,6 % et la vache 3,3 % (Park *et al.*, 2007).

Les protéines de lait de brebis en compte pour environ 95 % de l'azote total et de 5 % l'azote non protéique (Park *et al.*, 2007). Mais le lait de chèvre a un niveau plus élevé de l'azote non protéique et moins de caséine que lait de brebis et de vache, il est responsable de rendement fromager bas et la structure du yogourt faible (Guo, 2003), tandis que le lait de brebis a une très bonne aptitude de la coagulation (Park *et al.*, 2007).

Les principaux facteurs de la variation de teneur en protéines sont le stade de lactation, la saison, l'âge et l'alimentation (Park *et al.*, 2007 ; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). La spécificité des petits ruminants (comme la brebis) repose aussi sur l'organisation et minéralisation micellaire de caséine. Le lait de brebis est caractérisé par des micelles fortement minéralisées (Remeuf *et al.*, 1991 ; Pellegrini *et al.*, 1994).

1.7.3.2.2. Les Caséines

Les caséines sont des phosphoprotéines synthétisées dans la glande mammaire en réponse aux hormones lactogènes et d'autres, stimulées, et sécrétées dans la glande sous forme des agrégats colloïdaux appelés micelles, qui sont responsables de la plupart des propriétés physiques uniques du lait (Melanie *et al.*, 1999). Leur abondance et leur importance pour l'industrie laitière ont fait une cible pour l'étude par des biochimistes qui y mènent peut-être devenir les protéines alimentaires les plus largement étudiés (Swaisgood, 1992).

Les caséines sont les principales protéines de lait de brebis (76 % - 83 % des protéines totales) (Treacher et caja, 2002). Sont environ les mêmes que dans le lait de chèvre et lait de vache, α 1-Cn, α 2-Cn, β -Cn et κ -caséines (Martin *et al.*, 2003). L'hétérogénéité des caséines est déterminée soit par la présence des variantes génétiques ou par d'autres facteurs comme le niveau de phosphorylation discrète, une variation dans l'étendue de la glycosylation de la fraction κ -Cn, et la coexistence des protéines avec des longueurs des chaînes différentes (Park *et al.*, 2007).

Le pourcentage de la caséine en protéines totales peut également varier entre les espèces et selon le stade de lactation des animaux (Barrucand et Raynal-Ljutovac, 2007). En outre, les caséines sont considérées comme des marqueurs de la fonction mammaire différenciée et ils ont été utilisés comme modèle pour étudier le développement mammaire (Rosen *et al.*, 1992).

1.7.3.2.3. Les caractéristiques micellaires des caséines du lait de brebis

Le lait contient des particules colloïdales qui sont composés d'un complexe de protéines associées au phosphate et calcium. Ces associations colloïdales hétérogènes sont nommées micelles de caséine (Fox, 2003) (**Figure 5**). La première tentative pour décrire la structure de la micelle de caséine a été faite par Waugh (1958).

La fraction protéique des micelles de la caséine, ce qui représente 93 % de sa masse sèche, est composée de quatre individuels composants du produit des gènes, notée α 1, α 2-, β -et κ -caséine, lesquels diffèrent à structure primaire, le type et le degré de modification post-traductionnelle (Swaisgood, 2003) (**Figure 6**). Le reste des solides micellaires se compose de matière inorganique, collectivement appelée sous forme de phosphate de calcium colloïdal (CCP) ou de phosphate de calcium micellaire (MCP) (Schmidt, 1982; Ran Gao, 2010).

L'importance des micelles de caséine peut difficilement être surestimée en raison de leur valeur économique et nutritionnelle considérable de la part des caséines (Cornelis *et al.*, 2012).

Tableau (07) : Comparaison des structures de micelles entre le lait la brebis et le lait de vache (Anifantakis, 1986).

Caractéristiques	Lait de brebis	Lait de vache
Diamètre moyen (nm)	193	180
L'hydratation des micelles (g/g MS)	n. d.	1,9
La minéralisation des micelles (g/ca/100 caséine)	3,7	2,9

La Structure micellaire du lait de brebis se diffère du lait de vache selon leur diamètre, l'hydratation et la minéralisation moyenne (**Tableau 7**). Le lait de brebis est semblable au lait de chèvre dans les caractéristiques micellaires (Park *et al.*, 2007). Les niveaux de minéralisation moyenne de micelles dans le lait de brebis sont plus élevés que dans le lait de vache (**Tableau 07**). Les caséines du lait de brebis sont plus riches en calcium que les caséines du lait de vache (Alichanidis et Polychroniadou, 1996).

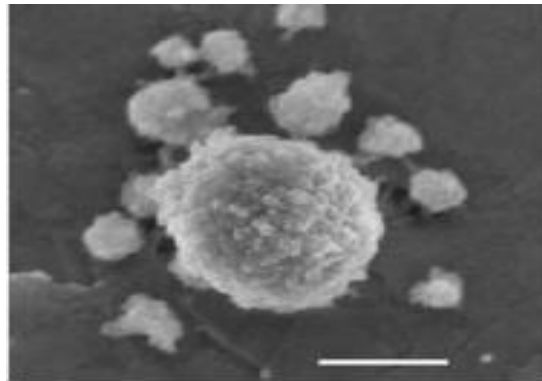


Figure (5) : Micelles de caséines du lait de vache, observation au microscope électronique à balayage (Dalglish *et al.*, 2004) (barre = 100 nm).

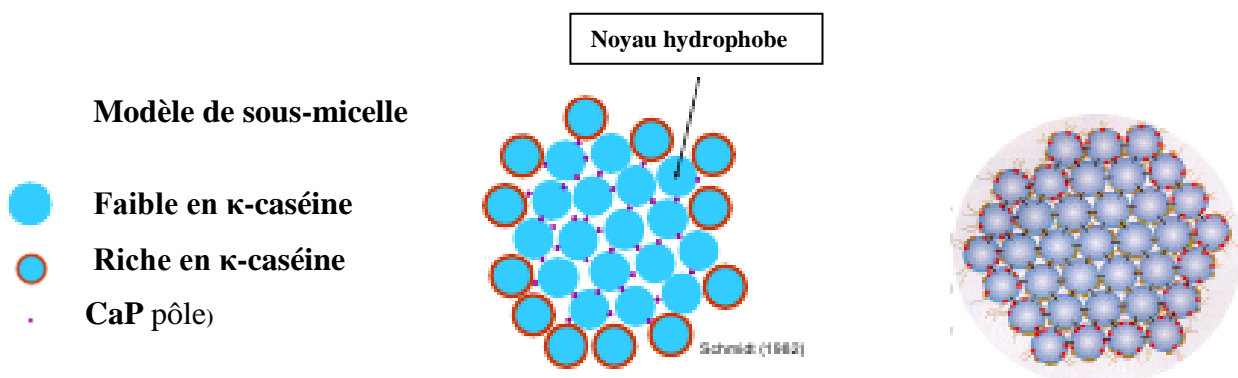


Figure (6) : Représentations du modèle des micelles de caséines proposé par Schmidt (1982).

1.7.3.2.4. Les protéines de lactosérum

Les protéines de lactosérum du lait de brebis représentent 17 à 22 % des protéines totales (Ramos et Juarez, 2011). Les protéines majeures de lactosérum sont β -lactoglobuline (β -Lg) et α -lactalbumine (α -La), les immunoglobulines, l'albumine sérique et protéase-peptones sont présents dans des concentrations plus faibles. Ces derniers sont des produits de la répartition des β -caséine par la plasmine. Une autre protéine soluble se trouve en petites quantités et en présentant des propriétés antibactériennes (la Lactoferrine) (Park *et al.*, 2007).

Les protéines de lactosérum majeur, l' α -lactalbumine (α -LA) et le β -lactoglobuline (β -LG), sont fortement corrélés avec la valeur nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles du lait (Kinsella et Whitehead, 1989).

1.7.3.2.5. L'azote non protéique

Dans le lait de brebis, l'azote non protéique est de l'ordre de 5 à 6,8 % d'azote total, composés essentiellement de l'urée (45 %), des acides aminés libres (16 %), la créatine (2,4 %), la créatinine (1,7 %), l'azote ammoniacal (1 %), l'acide urique (2,1 %), et d'autres composés indéterminés (Rowland, 1937; Jenness et Patton, 1976; Park, 2006a). Le lait de brebis contient plus d'urée et d'acide urique que trouvée dans le lait de vache (Ramos et Juarez, 2011).

1.7.3.3. Les glucides

La fraction glucidique du lait de brebis est le lactose (Parkash et Jenness, 1968). Elle est synthétisée à partir du glucose dans la glande mammaire avec la participation requise active de la protéine α -Lactalbumine (Larson et Smith, 1974).

Le lactose dans le lait de brebis comme dans d'autres ruminants est plus faible au début de la lactation, dans le colostrum et vers la fin de la lactation, contrairement au comportement des teneurs en matières grasses et des protéines (Pulina et Bencini, 2004; Haenlein et Wendorff, 2006), comparées au lait de vache. Le lait de brebis contient 4,5 à 5,0 g de lactose par kilogramme de lait (Grandpierre *et al.*, 1988 ; Le Jaouen, 1990 ; Lopez *et al.*, 1999).

Le lactose représente entre 22 à 27 % de matière sèche par rapport 33 à 40 % dans le lait de vache (Ramos et Juarez, 2011).

1.7.3.4. La fraction minérale

Le lait de brebis présente le plus haut en matière sèche (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). Les concentrations de minéraux ne sont pas constantes, sont influencées par un certain nombre de facteurs tels que le stade de lactation, l'état nutritionnel de l'animal et les facteurs environnementaux (Park et Chukwu, 1988; Ramos et Juarez, 2011).

Le lait de brebis contient environ 0,9 % de minéraux totaux ou cendre comparativement à 0,7 % dans le lait de vache. Les niveaux, de Ca, P, Mg, Zn, Fe, et Cu sont plus élevés dans le lait de brebis que dans le lait de vache (**Tableau 08**).

Ca⁺² et P sont les plus importants des constituants majeurs, tant en termes de nutrition, pour leur rôle dans la structure des micelles de la caséine et lors de la transformation du lait (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008 ; Ramos et Juarez, 2011).

Tableau 8 : Composition en sels minéraux (pour en 100 g) du lait de brebis ; comparaison avec le lait de vache. (Park *et al.*, 2007; Ramos et Juarez, 2011).

Minéraux	Lait de Brebis	Lait de Vache
Ca (mg)	193	122
P (mg)	158	119
Mg (mg)	18	12
K (mg)	136	152
Na (mg)	44	58
Cl (mg)	160	100
Fe (mg)	0,08	0,08
Cu (mg)	0,04	0,06
Mn (mg)	0,007	0,02
Zn (mg)	0,57	0,53

1.7.3.5. Les vitamines

De la littérature, il est conclu que le lait de brebis est plus riche que le lait de vache dans la plupart des vitamines (Ramos et Juarez, 2011). Les valeurs moyennes et les plages de variation sont présentées dans le **tableau 09**.

Le lait de brebis est manqué β -carotène, qui est entièrement transformé en rétinol (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). β Qui est responsable de la coloration jaunâtre du lait et du tissu adipeux chez les bovins, et provient des fourrages consommés par les animaux, y compris les fourrages conservés (Vera *et al.*, 2009). Le tissu adipeux de brebis est stocké une proportion plus faible de β -carotènes que la vache et la chèvre encore moins, en raison de la forte activité de l'enzyme 15' monooxygénase (Yang *et al.*, 1992 ; Nozière *et al.*, 2006).

Tableau 09 : Composition en vitamines (pour en 100 g) du lait de brebis ; comparaison avec le lait de vache. (Park *et al.*, 2007; Ramos et Juarez, 2011).

Vitamines	Lait de Brebis	Lait de Vache
Vitamine A (UI)	146	126
Vitamine D (UI)	0,18	2,0
Thiamine (mg)	0,068	0,045
Riboflavine (mg)	0,376	0,16
Niacine (mg)	0,416	0,08
Acide pantothénique (mg)	0,408	0,32
Vitamine B6 (mg)	0,046	0,042
L'acide folique (μ g)	5,0	5,0
La biotine (μ g)	0,93	2,0
Vitamine B12 (μ g)	0,712	0,357
Vitamine C (mg)	4,16	0,94

1.8. Le polymorphisme génétique des protéines du lait des ovins :

1.8.1. Les caséines

1.8.1.1. Composition des gènes

Les gènes de caséine, de CSN1S1 CSN2, les CSN1S2 et CSN3, sont étroitement liés au sein d'un cluster de 250 kb (Threadgill et Womack, 1990 ; Lévéziel *et al.*, 1991 ; Bevilacqua *et al.*, 2006) sur le chromosome 6 ovin (OAR6) (<http://www.Animalgenome.org/sheep /maps /> ; De Gortari *et al.*, 1998) (**Tableau 10**).

Tableau 10 : Les caractéristiques structurales des quatre gènes de caséine ovine (Boisnard et Petrisant, 1985 ; Provot *et al.*, 1989 ; Furet *et al.*, 1990 ; Groenen *et al.*, 1993 ; Provot *et al.*, 1995 ; Rijnkels, 2002).

Caséines	L'ADN (n ^a)		ARNm (pb)			
	Les Exons	Les Introns	complets	5' -UTR ^b	CDS ^c	3' -UTR ^b
CSN1S1	19	18	1,100	61	618	431
CSN1S2	18	17	1,024	53	669	302
CSN2	9	8	1,088	60	669	359
CSN3	5	4	854	69	579	206

^a= nombre.

^b= la région non traduite.

^c= Séquence codante.

1.8.2. Polymorphismes des caséines

L'hétérogénéité des caséines est déterminée soit par la présence de variantes génétiques ou par d'autres facteurs comme le niveau de phosphorylation (**Tableau 11**), la variation dans le degré de glycosylation de la fraction κ -Cn, et la coexistence des protéines avec différentes longueurs de chaîne en α 1et α 2-Cn, est due au d'événements d'épissage alternatif (Ferranti *et al.*, 1995 ; Ferranti *et al.*, 1998 ; Park *et al.*, 2007).

Un examen des polymorphismes génétiques des protéines de lait de brebis et de leur influence sur les propriétés technologiques du lait a été publié par Chianese (1997) et Amigo *et al.*, (2000).

Tableau (11) : Comparaison des caractéristiques structurales des quatre caséines dans le lait ovin et bovin (Martin *et al.*, 2003).

Caséines	Ovin			Bovin		
	Acide aminé ^a	Acide aminé ^b	P sites ^c	Acide aminé ^a	Acide aminé ^b	P sites ^c
α 1-Caséine	199	15	10/10	199	15	9/9
α 2-Caséine	208	15	17/13	207	15	17/ ?
β -Caséine	207	15	6/6	209	15	6/5
κ -Caséine	171	21	5/3	169	21	5/3

^a nombre de résidus d'acides aminés de la chaîne mature de la protéine.

^b Nombre de résidus d'acides aminés du peptide signal.

^c Nombre de sites de phosphorylation (putatif/réel).

1.8.2.1. Alpha-Caséines (α -s1 et α s2)

Il y a cinq variantes polymorphes de α S1-Cn désignés de A à E en conformité avec la nomenclature utilisée pour les caséines du lait de vache (Chianese *et al.*, 1996).

Le α S1-Cn D avait déjà été décrit comme la variante Welsh, parce que de sa découverte dans les montagnes Welsh par King (1966). C'est la variante génétique la moins phosphorylée. Le nombre inférieur des groupes phosphate explique le temps de migration rapide sur l'électrophorèse capillaire à pH acide et migration lente sur gel de polyacrylamide alcalin (Recio *et al.*, 1997 a, b, c).

La Variante α S1-Cn C diffère de la variante α S1-Cn A dans la substitution d'acide aminé de Serine par le Proline à la position 13 qui détermine la perte du groupement de phosphate sur le site 12 de la chaîne protéique.

Deux variantes de α S2-Cn A et B qui diffère par le remplacement d'acides Asn49 et Lys200 par Asp49 et Asn200 (Chianese *et al.*, 1993a) (**Tableau 11**).

1.8.2.2. Bêta- caséines (β -Cn)

Deux variantes principales, $\beta 1$ et $\beta 2$ -Cn ont été identifiés par Mercier et Richardson (1979), tandis que la mobilité différente est due au nombre de leurs groupes phosphate cinq et six respectivement.

Chianese *et al.*, (1995) a identifié d'autres variantes pour la β -CN, exprimé en cinq types de phénotypes. Ils diffèrent dans l'intensité relative et le nombre de bandes et également causé par un nombre différent de résidus phosphate dans la même chaîne de protéine.

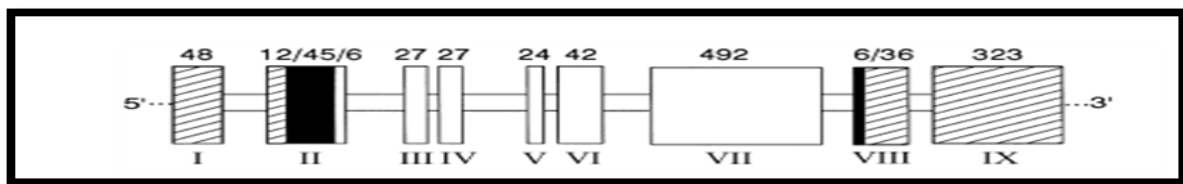


Figure (7) : Représentation schématique de la structure du gène de la β -caséine ovine (Amigo *et al.*, 2000).

1.8.2.3. Kappa-caséine (κ -Cn)

Le séquençage de la κ -caséine ovine a montré qu'il est composé de 171 résidus d'acides aminés (**tableau 11**). Aucune variante génétique n'a été trouvée chez la caséine Kappa. En raison des degrés divers de la glycosylation dans les trois différents sites de résidus Thr (P135, 137 et 138) et deux sites de phosphorylation (Ser P151 et Ser P168) le polymorphisme génétique ne se produit pas. Cette fraction de caséine contient aussi des γ -caséines, c'est le produit de la fragmentation des β -caséines par la plasmine (Chianese, 1997).

1.8.3. Les protéines de lactosérum ovines

1.8.3.1. La composition des gènes de α -lactalbumine et β -lactoglobuline

les gènes de LAA et LGB sont à la fois localisés sur le chromosome 3 ovine (<http://www.animalgenome.org/sheep/maps/> ; Imam *et al.*, 1991 ; Hayes et Petit, 1993 ; Hayes *et al.*, 1993). Les caractéristiques structurales des séquences d'ADN et d'ARNm de ces protéines de lactosérum principaux sont démontrées dans le **tableau 12**.

Tableau (12) : Caractéristiques structurales des principaux gènes des protéines de lactosérum ovine (Gaye *et al.*, 1986, 1987 ; Harris *et al.*, 1988).

Les protéines de Lactosérum	ADN (n)		ARNm (Pb)			
	Introns	exons	complets	5' -UTR	CDS	3' -UTR
LAA	4a	3a	723	26	426	271
LGB	7	6	785	39	540	206

^aSelon Gen-Bank Acc. N AB052168.

Les Structures primaires des α -La et β -Lg ovin sont présentées dans le **tableau 13**. Les deux chaînes d'acides aminés forme par des protéines non phosphorylées, alors qu'ils contiennent deux ou trois phosphorylations potentielles et seulement deux sites de glycosylation potentiels en α -LA (Mercier *et al.*, 1978a ; Mercier *et al.*, 1978b).

Tableau (13) : Les caractéristiques structurales des deux principales protéines de lactosérum dans le lait de brebis (Mercier *et al.*, 1978a ; Mercier *et al.*, 1978b ; Gaye *et al.*, 1986 ; 1987).

La protéine de lactosérum	Les acides aminés ^a	les acides aminés ^b	les sites P ^c
α -LA	123	19	2/0
β -LG	162	18	3/0

^a=nombre de résidus d'acides aminés de la chaîne de protéine mature de la protéine

^b=nombre de résidus d'acides aminés du peptide signal.

^c=Nombre de sites de phosphorylation (putatif/réel).

1.8.3.2. Polymorphismes de protéines de lactosérum

1.8.3.2.1. α -lactalbumine

Deux profils protéiques α -LA A et B ont été mis en évidence par électrophorèse sur gel de lait de brebis (Schmidt et Ebner, 1972), avec α -LA A étant l'allèle le plus commun, tandis que la variante B a été rarement détectée et semble se limiter aux races spécifiques (Erhardt, 1989a ; Amigo *et al.*, 2000).

1.8.3.2.2. β -lactoglobuline

Pour β -Lg ovins, trois différents profils électrophorétiques et leurs séquences d'acides aminés ont été décrits, tandis que β -Lg variantes A et B sont distingués par l'échange d'acide aminé Tyr20 par l'acide aminé His (Bell et McKenzie, 1967; Kolde et Braunitzer, 1983) et sont présents dans presque toutes les races. Le β -Lg C c'est un sous-type de la variante β -Lg A, causée par échange d'un acide aminé Arg148 par Gln (Erhardt *et al.*, 1989) est plutôt rare et confinée à des races spécifiques (Erhardt, 1989b ; Recio *et al.*, 1997a ; Amigo *et al.*, 2000).

1.9. Importance des polymorphismes de protéines du lait de brebis

Les polymorphismes génétiques des protéines du lait sont d'une importance que les associations des paramètres quantitatifs et qualitatifs dans le lait sont décrits en particulier en ce qui concerne la composition des protéines affectant les propriétés technologiques du lait chez les bovins et les caprins (Ikonen *et al.*, 1999 ; Martin *et al.*, 2002 ; Boettcher *et al.*, 2004) et sont proposés pour être ou sont déjà inclus dans les stratégies de la sélection (Manfredi *et al.*, 1995 ; Sanchez *et al.*, 2005).

Chez la brebis, afin d'inclure des marqueurs génétiques moléculaires dans la sélection et pour améliorer la production du lait et de la composition ont été mentionnés (Árnyasi *et al.*, 2009). Cependant, les études d'association entre les polymorphismes de protéines du lait et les caractères de performance laitier ont révélés des résultats controversés chez les ovins (Amigo *et al.*, 2000 ; Barillet *et al.*, 2005 ; Staiger *et al.*, 2010), la plupart d'analyse génétique des différents individus gènes et aucun haplotype des caséines n'ont été inclus dans les études d'association jusqu'à présent, étant presque la norme chez les bovins ou les caprins (Sacchi *et al.*, 2005 ; Heck *et al.*, 2009).

En raison des effets des polymorphismes de protéines de lait sur la composition et la production laitière, elles influencent également la croissance des agneaux (Snowder et Glimp, 1991 ; Amigo *et al.*, 2000 ; Moroni *et al.*, 2007). Chez les bovins de boucherie par exemple, une association CSN3 polymorphismes a montrés un gain de poids de naissance au sevrage (Moody *et al.*, 1996). En outre, les polymorphismes de protéines du lait peuvent être utilisés pour le traçage moléculaire de fromages typiques (Chianese *et al.*, 2009).

Le test de polymorphisme de protéine du lait peut aider à identifier des mélanges de lait de chèvre et de vache dans les produits laitiers de brebis, où il s'agit soit d'intérêt commercial (Rodriguez *et al.*, 1990 ; Anguita *et al.*, 1997 ; Haenlein et Wendorff, 2006).

Matériels et méthodes

2. Matériels et méthodes

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau de deux laboratoires de recherches. Le laboratoire d'analyse du lait au niveau d'ITELV de Sidi Bel abbés ainsi que le laboratoire de biologie des microorganismes et biotechnologie au niveau de l'université d'Oran Es-Sénia.

2.1.1. Matériels

2.1.2. Échantillons de lait

Les échantillons de lait utilisés dans cette étude proviennent de troupeaux d'ovins de race Hamra et Ouled Djellal au niveau de la station expérimentale d'Ain El Hadjar (Wilaya de Saïda) qui se situe dans une zone céréalière comprise entre les isohyètes 400 et 500 mm

Tableau 14 : Origine et date de prélèvement des échantillons du lait de brebis analysés

Lait	Race	Nb d'échantillons	Date de prélèvement	Région de collecte
Lait de brebis	Hamra	30	Octobre 2011	ITELV Ain El-
	Ouled Djellal	30	Novembre 2011	Hadjar -Saida
Lait de vache	Race Importée (Pie noire)	1 (témoin pour les analyses électrophorétiques)	Juillet 2011	Ferme privé - Mostaganem-

2.1.3. Origine des animaux

Notre étude est effectuée sur les deux races ovines algériennes : la race Ouled Djellal introduite à la station expérimentale (ITELV) depuis 2001 et la race Hamra qui date depuis la période coloniale conduite dans un même troupeau. L'effectif des deux races est de 30 brebis pour chacune. Quant à l'âge moyen, il est de 3,5 et 3,7 ans respectivement pour la race Ouled Djellal et la race HAMRA. Le poids moyen des brebis est de 45,6 kg pour la race Hamra et 49,5 kg pour la race Ouled Djellal. Le troupeau est conduit à la lutte pendant le printemps (avril –mai) aboutissant à des mises bas automnales (Septembre-Octobre).

2.1.4. L'alimentation

Le cheptel ovin de la ferme est conduit en semi-intensif. Les brebis reçoivent une ration de base de foin et de vesce-avoine avec un complément de concentré dosant 0,79 UF et 130 g MAD/kg et distribué à raison de 0,6 kg.j⁻¹ par mère en fin de gestation et durant la lactation. L'eau est donnée à volonté.

2.1.5. Analyse statistique

Les performances moyennes déterminant la variation de la composition physico-chimique du lait (pH, Densité, Point de Congélation, MG, MP, ESD, EST, et % d'eau) des deux races ont été comparées par la plus petite différence significative au degré d'incertitude de 5 % suite à une analyse de la variance à un facteur (**Test de Fisher**).

2.1.6. Appareillage

2.1.6.1. Appareillage utilisé au laboratoire de l'analyse du lait dans l'ITELV de Sidi Bel abbés

- Analyseur automatique de lait à ultrasons (EKOMILK ULTRA, Etats-Unis) (**Figure 08**).

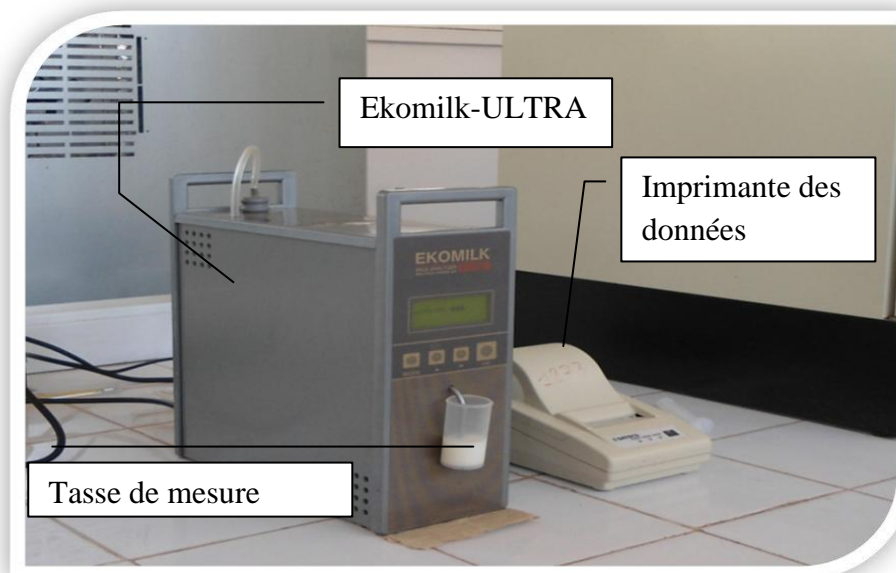


Figure (08) : Analyseurs automate de lait à ultrasons (Ekomilk-ULTRA, Etats-Unis) et imprimante des données.

2.1.6.2. Appareillage utilisé au laboratoire LBMB de l'université d'Oran Es-Sénia

- Unité d'électrophorèse sur maxi-cuve verticale (The Studier Model SE400) comprenant : cuve d'électrophorèse (dimension 30 x 12 x 18 cm), générateur de courant (max 600 V, 500 mA, 150 W) ; plaques en verre et espaceurs de 1 mm d'épaisseur.
- Centrifugeuses, max 10 000 ×g (CENTRIKON T324, KONTRON Instrument, Milano, Italy).
- Lyophilisateur à plateau (CHRIST β 1-8 LD, Allemagne).
- Spectrophotomètre (JASCO V530 UV/VIS Spectrophotometer).
- Agitateurs magnétiques de paillasse, chauffants et non chauffants (YELLOWLINE, Allemagne).
- Agitateur basculant (STUART, UK).
- Balance sensible (10^{-5} g).

2.1.6.2.1. Petit matériel

- Micropipettes, microsiringues (Hamilton), membranes de dialyse (seuil d'exclusion de 8000 Da), gants et masques pour manipulation de l'acrylamide et autres produits dangereux, laine de verre et différents types de verrerie (bêchers, fioles jaugées, fiole à vide, pipettes graduées, tubes à essai, burette).

2.1.6.2.2. Produits chimiques, réactifs et matériel biologique

- Solvants (acide acétique, acide chlorhydrique, acide trichloracétique, éthanol, glycérol, hydroxyde de sodium, méthanol).
- Colorants et réactifs spécifiques (acrylamide, N, N'- méthylène - bisacrylamide, bleu de bromophénol, bleu de Coomassie R250 et G 250, Dodécyl sulfate de sodium, 2-mercaptoéthanol, persulfate d'ammonium, N, N, N', N'-tétraméthyléthylène diamine (TEMED)).

2.2. Méthodes

2.2.1. Collecte du lait

Le lait est traité manuellement à partir des brebis saines au début de stade de lactation, puis il est recueilli proprement dans des flacons de 200 ml, qui ont ensuite été étiquetés et placés dans une glacière froide à 4 °C et sont acheminés au laboratoire d'analyse du lait au niveau de l'ITELV de Sidi Bel abbès où ils sont aussitôt analysés.

Suivant l'objectif expérimental visé, le lait est fractionné en deux lots, une partie (25 ml de chaque échantillon) est destinée aux analyses physico-chimiques et l'autre partie du lait est traitée selon un protocole de séparation afin d'isoler les lactoprotéines qui seront analysées par électrophorèse au niveau du laboratoire LBMB de l'université d'Oran Es-Sénia.

2.2.2. Étude des caractéristiques du lait de brebis collecté

2.2.2.1. Analyses physico-chimiques

2.2.2.1.1. Principe

Pour l'analyse physico-chimique, nous avons utilisé un appareil Ekomilk[®]-ULTRA analyseur de lait qui utilisent les nouvelles technologies, comme le principe de l'ultrason (Eon Trading, 2001 ; Fortunate *et al.*, 2007) (**Figure 08**).

Tableau (15) : Les paramètres mesurés par l'Ekomilk-ULTRA analyseur de lait.

Paramètres de mesure	Gamme de mesure	Précision
Matière grasse (MG)	de 0,5 % à 9 %	± 0,1 %
Extrait sec dégraissé (ESD)	de 6 % à 12 %	± 0,2 %
La densité	de 1,0260 g/cm à 1,0330 g/cm	± 0,0005 g/cm
Protéine	de 2 % à 6 %	± 0,2 %
Point de congélation	de 0 à -1,000 °C	± 0,015 °C
pH	de 0,00 à 14	± 0,02

2.2.2.1.2. Les avantages de cet appareil

- Résultats affichés en moins de 90 secs ; sans besoin de la présence de l'opérateur.
- Pas besoin de préparation, d'homogénéisation ou de chauffage des échantillons.
- Permet de faire un grand nombre de mesures.
- Nécessite de petites quantités de lait requises.
- Mesure de précision d'ajustement peut-être effectué par l'utilisateur.
- Assistance pour les imprimantes.

2.2.2.1.3. Etalonnage

L'appareil EKOMILK-ultra-analyseur doit être étalonné si la précision de la mesure pour une ou plusieurs des paramètres du lait est en dehors des limites spécifiées (**Tableau 15**).

2.2.2.1.3.1. Détermination des valeurs d'étalonnage

Pour étalonner la valeur de matière grasse, cette valeur est déterminée par deux méthodes différentes. L'une c'est la méthode gerber (méthode classique et de référence) et l'autre c'est l'appareil automate Ekomilk ultra analyseur. Puis les deux valeurs sont comparées entre eux, si la valeur de différence est dans les limites spécifiques il n'est pas nécessaire d'étalonner la matière grasse. Sinon cette valeur de différence ajouter comme une valeur d'étalonnage de la matière grasse.

Même procédure d'étalonnage pour les autres paramètres tels que l'extrait sec dégraissé (EST), la densité, la protéine totale (la méthode de Kjeldahl) et le point de congélation au moyen d'une méthode classique comme la Crioscope.

2.2.2.1.4. Mode d'emploi

L'appareil est doté d'une petite tasse en plastique qu'on doit remplir suffisamment et on la place à l'endroit de prise de la mesure. Faire attention à ce que le tube d'admission soit plongé dans l'échantillon. La tasse est accrochée à sa position de prise grâce à la goupille en plastique placée à son bord inférieur. Remplir encore une autre tasse du même lait et on la place à l'endroit de mesure de pH, puis on plonge l'électrode pH et la sonde thermique dans le lait.

Avant de placer les deux tasses, nous devons remuer le lait pour obtenir un échantillon homogène. Entre chaque passage de prélèvement à l'appareil, nous avons procédé au rinçage des électrodes et la pompe d'extraction ainsi que l'électrode pH et la sonde thermique à l'eau distillée afin d'avoir des résultats les plus précis possible.

2.2.2.2. Caractérisation électrophorétique des protéines du lait

2.2.2.2.1. Dosage des protéines

Pour les besoins de l'analyse électrophorétiques, la teneur des fractions protéiques isolées est estimée par dosage spectrophotométrique en utilisant la méthode de Bradford (1976) **annexe (03)**. La technique de Bradford est rapide et permet de doser des micros protéines solubles.

Le réactif est préparé avec 100 mg de bleu de Coomassie G 250 (Merck), 50 ml d'éthanol 96° et 100 ml d'acide octophosphorique 85 %. Le mélange est ajusté à un litre avec l'eau distillée. La gamme étalon est réalisée avec des quantités croissantes d'albumines sériques de bovine (BSA) (1 mg/ml d'eau distillée).

Allant de 10 à 50 µg ; dilués avec des solvants contenant les protéines à doser, le volume final est égal à 100 µl, 2 ml de réactif sont ajoutés dans chaque tube, ensuite les tubes sont incubés dans l'obscurité à température ambiante (25 °C) pendant 15 min, puis la lecture de la densité optique est réalisée grâce un spectrophotomètre à 595 nm (JASCO V530 UV/VIS Spectrophotometer). Ces valeurs permettent l'établissement d'une courbe étalon.

La concentration en protéines des échantillons étudiés est alors déterminée graphiquement directement par utilisation de la courbe étalon, **figure (09)**.

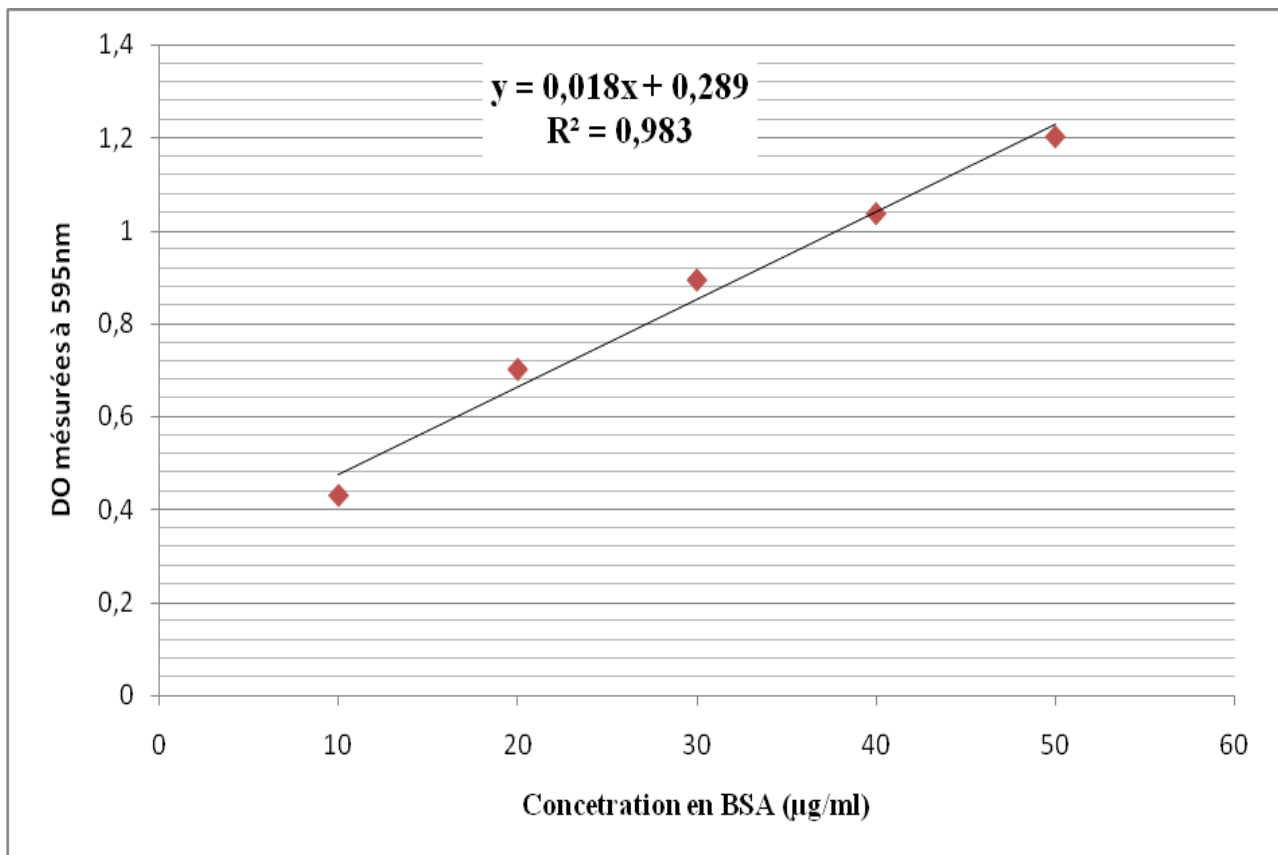


Figure (09) : Courbe étalon pour le dosage des protéines par méthode de Bradford (1976) avec comme protéine étalon la BSA.

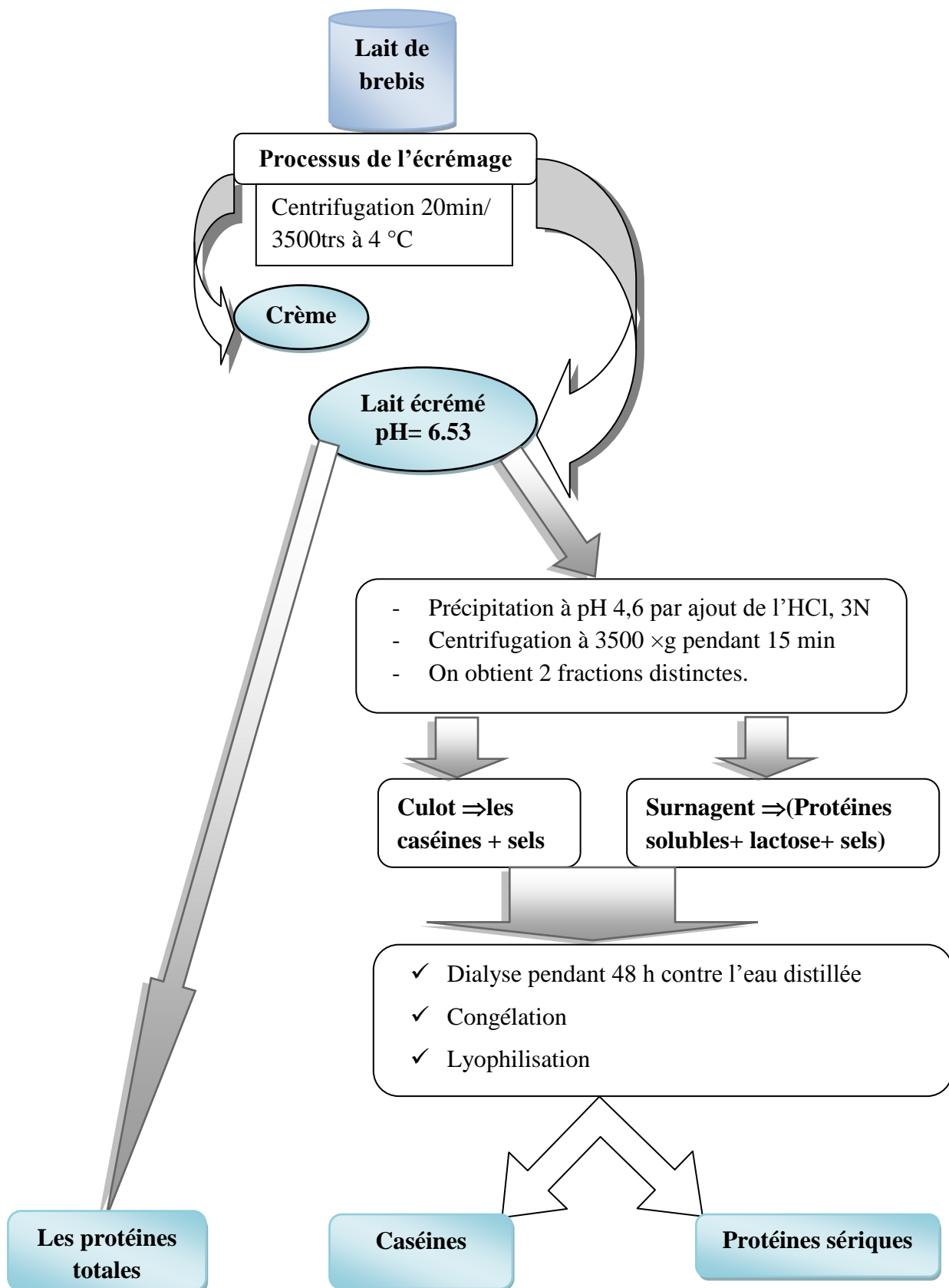


Figure (10) : Étapes suivies pour l'isolement des caséines et protéines sériques du lait de brebis collecté.

2.2.2.2. Préparation des échantillons

La préparation des échantillons destinés à l'analyse électrophorétique s'effectue selon les étapes récapitulées sur la **figure (10)**. L'écémage est réalisé par centrifugation du lait à 3500 x g / 20 min à 4 °C. Le lait est préalablement porté pendant 10 min au bain-marie à 30-35 °C, en utilisant une agitation douce afin de permettre la remontée de la matière grasse en surface. La centrifugation à basse température permet ainsi d'avoir une bonne prise en masse de cette matière grasse en surface.

La séparation entre les caséines et les protéines sériques est obtenue par précipitation du lait à pH 4,6 (Cattaneo *et al.*, 1995) en présence d'une solution d'acide chlorhydrique, 3 N, suivies d'une centrifugation à 3500xg /15 min. Cette opération est répétée deux fois afin d'assurer une meilleure qualité des séparations. Les différentes fractions obtenues (protéines sériques et caséines) sont dialysées contre l'eau distillée pendant 48 h, avec un changement biquotidien. Elles sont ensuite concentrées, congelées dans des coupelles (à raison d'un volume minimal) et enfin lyophilisées et conservées sous cette forme.

2.2.2.3. Conditions de réalisation de l'électrophorèse

Les protéines, qui sont des macromolécules amphotères, peuvent se déplacer dans un champ électrique en fonction de leur charge nette, de leur taille et des conditions du milieu. Ce déplacement différentiel est mis à profit en électrophorèse pour pouvoir les séparer et les identifier, car les niveaux de migration atteints constituent une caractéristique intrinsèque de chaque entité protéique.

Nous avons réalisé des séparations électrophorétiques sur des gels de polyacrylamide (PAGE), qui est le produit d'une polymérisation du monomère acrylamide ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$) et du comonomère N, N'-méthylène-bisacrylamide ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2=\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}_2$), en présence du persulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ et du N, N, N', N'-tétraméthyléthylène-diamine (TEMED) comme catalyseurs de la réaction.

Cette polymérisation de type vinylique conduit à la formation de nombreuses chaînes enroulées au hasard qui déterminent un ensemble de microcanaux de pores dans lesquels les molécules protéiques se déplacent sous l'effet plus ou moins marqué d'un tamisage moléculaire. La taille des pores, donc la structure du gel, dépend de la concentration en monomère et en co-monomère. Elle est définie le plus souvent par les indices T et C.

$$T = (a+b/v) \times 100 (\%)$$

$$C = (b/a+b) \times 100 (\%)$$

a = acrylamide (g) ; b= N, N, N', N'-tetraméthylène-bis-acrylamide (g)
v= volume de tampon (ml).

Les séparations ont été conduites sur des maxi-cuves 10x8 et 10x10 cm (**The Studier Model SE400**) (**Figure 11**), qui présentent l'avantage d'utiliser très peu de produits. Plusieurs conditions de séparations ont été utilisées en milieu non dissociant et non dénaturant (PAGE-native), en conditions dénaturantes en présence d'urée (PAGE-urée) et en présence du dodécyl sulfate de sodium (PAGE-SDS). Les protocoles de séparations électrophorétiques ont nécessité plusieurs essais d'optimisation afin d'obtenir des migrations résolutive et reproductibles. Les Différents paramètres liés à ces séparations sont résumés sur la **figure (12)**.

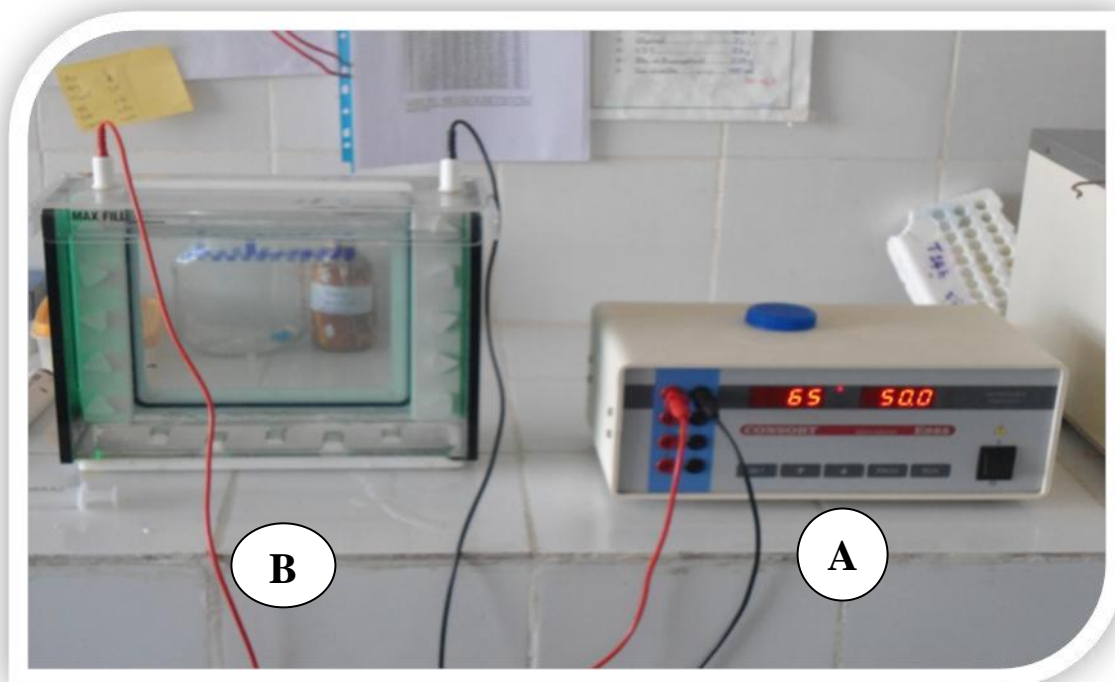


Figure (11) : Photographie d'une unité d'électrophorèse (The Studier Model SE400).

À : générateur électrique B : cuve de migration

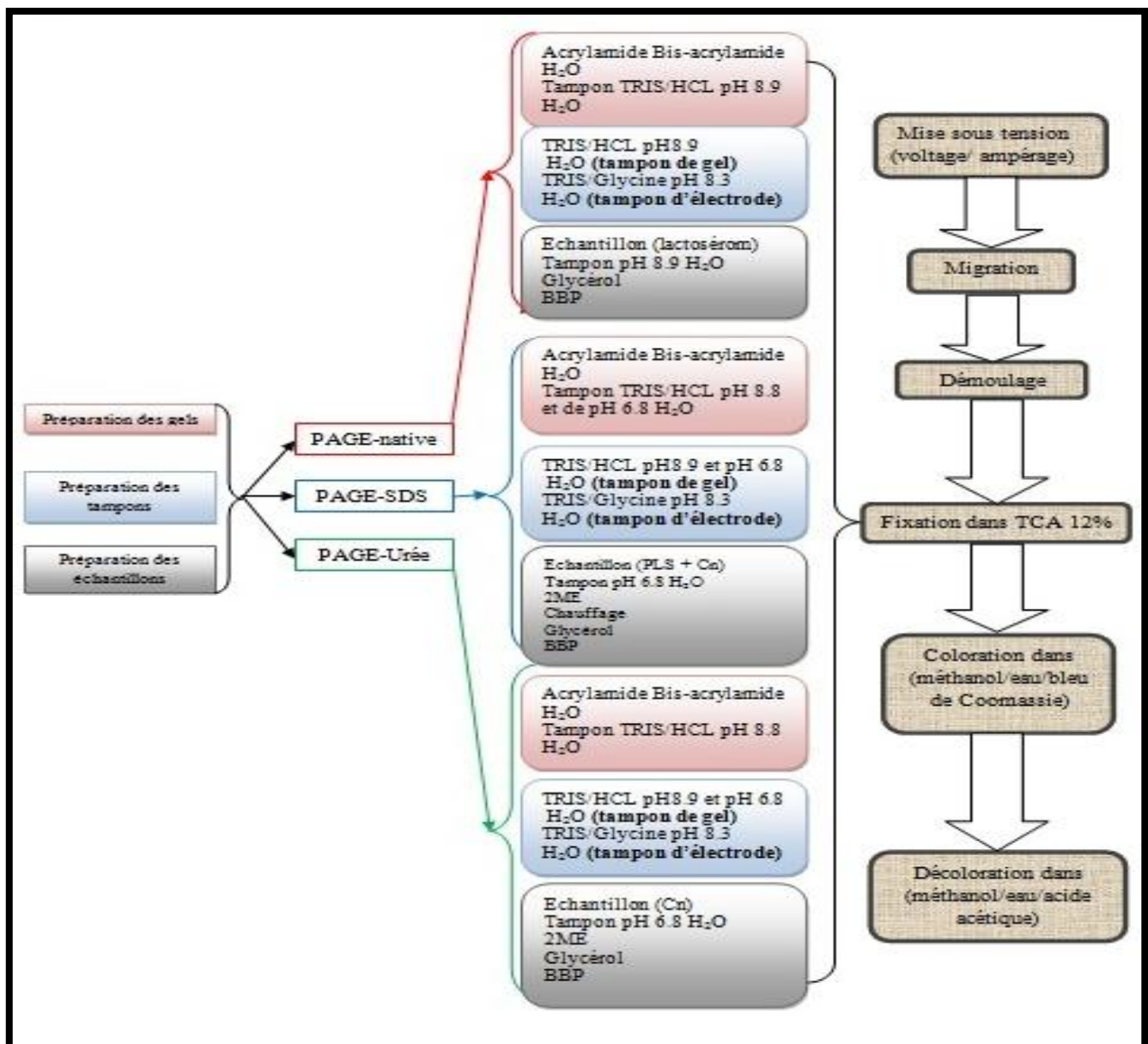


Figure (12) : Étapes suivies pour la réalisation de l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE) dans plusieurs conditions.

CN : caséines

PLS : protéines lactosériques

BBP : bleu de bromophénol

2ME : 2 mercaptoéthano

2.2.2.2.4. Conditions expérimentales

2.2.2.2.4.1. Électrophorèse en conditions non dénaturantes (PAGE-native)

L'électrophorèse sur gel de polyacrylamide dans les conditions non dénaturantes (PAGE native) est une méthode particulièrement résolutive pour les protéines sériques du lait. Celles-ci migrent dans ce cas selon leur charge nette et leur poids moléculaire. La méthode de Hillier (1976) détaillée en **annexe 4**, adaptée à un système de maxi cuve en plaques verticales est utilisée avec un gel présentant respectivement des pourcentages en T et C égales à 15 et 5 %. Le tampon de gel (pH 8,9) est composé de TRIS/ HCl. Le tampon d'électrodes (pH 8,3) est constitué de TRIS, 5 mM ; glycine, 77 mM. Les échantillons protéiques sont déposés, à raison de 10 à 20 μ l, d'une solution protéique, de 1mg/ml, contenant le tampon de gel, l'eau distillée, le glycérol (50 %) et enfin le bleu de bromophénol (0,04 %) pour suivre l'avancement des migrations.

2.2.2.2.4.2. Electrophorèse en milieu dissociant et dénaturant, en présence de SDS et de 2-Mercaptoéthanol (PAGE-SDS)

Le SDS (dodécyl sulfate de sodium) $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{SO}_3^-\text{Na}^+$, **figure (13)**, est un détergent anionique a pour rôle la dissociation des complexes protéiques, il est associé à un agent réducteur, le 2-Mercaptoéthanol, qui rompt les ponts disulfures. Le SDS se fixe sur les protéines et leur conférant une charge négative (Rabilloud *et al.*, 1993). Ainsi leur séparation se fait selon la différence de poids moléculaire.

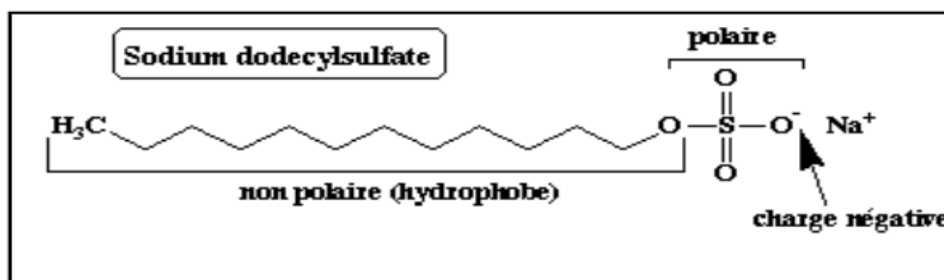


Figure (13) : Structure du dodécyl sulfate de sodium (SDS).

Suivant le protocole de Leammli (1970), nous avons réalisé un gel de concentration (T=4% ; C= 5 %) en tampon (Tris-HCl, pH 6,8), dont l'objectif est la concentration des protéines, pour une migration homogène dans le gel de séparation. Ce dernier, se caractérise par (T=17% ; C= 2,7 %) en tampon (Tris-HCl, pH 8,8) (**Annexe 5**).

La détermination du poids moléculaire des protéines d'intérêt est effectuée en faisant migrer en parallèle (dans les mêmes conditions), des protéines étalons de poids moléculaire connues.

Le kit de protéines étalons, utilisé pour la réalisation de la courbe de calibration $\text{Log PM} = F$ (distance parcourue), constitué par des protéines de poids moléculaire s'étendant de 10 à 250 kDa (**PageRuler™**) (**figure 14**).

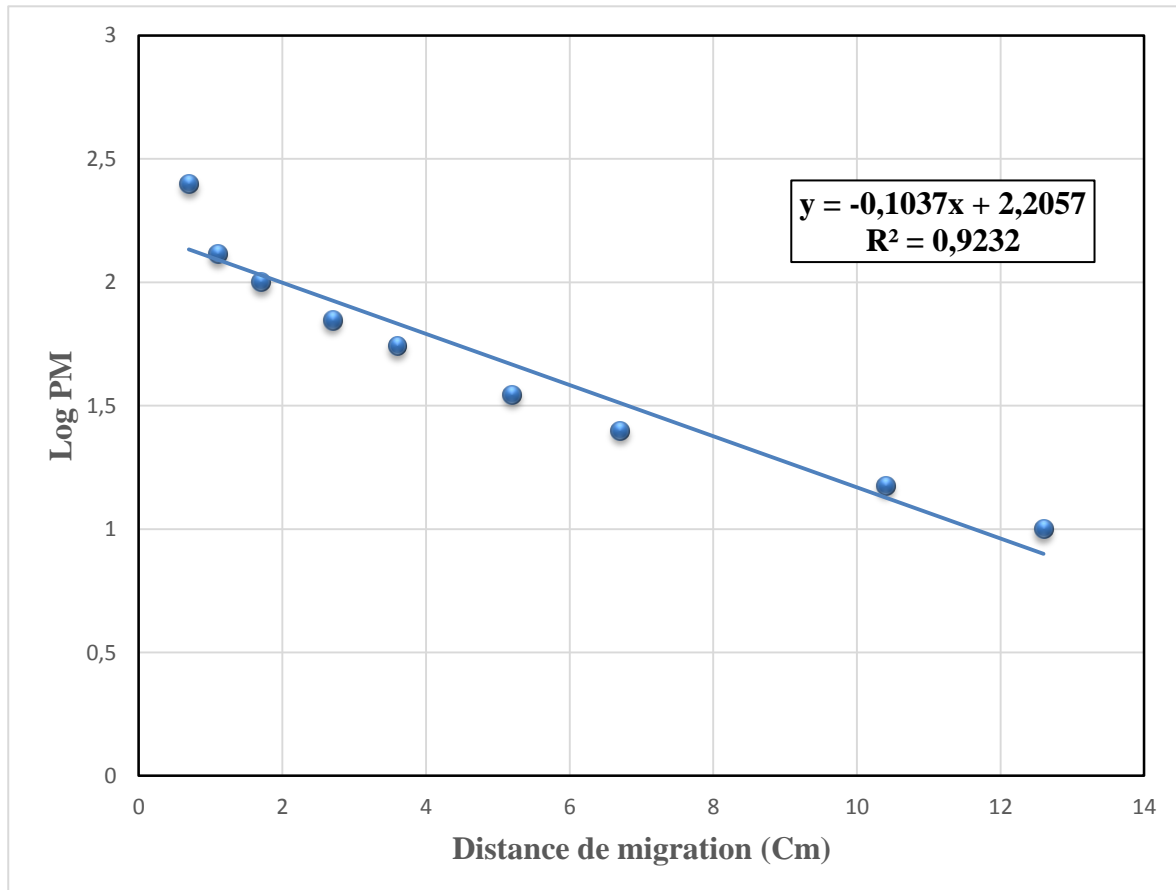


Figure (14) : Courbe de calibration du gel de séparation en SDS-PAGE, en utilisant un standard protéique (**PageRuler™**) de PM allant de 10 à 250 kDa.

2.2.2.2.4.3. Electrophorèse en milieu dissociant en présence d'urée (PAGE-urée)

La PAGE urée est une méthode particulièrement adaptée pour la séparation des caséines qui sont difficilement séparables en conditions natives. L'urée à forte molarité élimine les liaisons faibles, plus particulièrement les liaisons hydrogènes et hydrophobes (Damerval *et al.*, 1993).

L'électrophorèse en présence d'urée et de 2-mercaptoéthanol, a été réalisée en appliquant le protocole décrit par Kwai-Hang et Kroeker, (1984), grâce auquel nous avons réalisé un gel de concentration (T=4% et C= 2,7 %) en tampon (urée, 0,08 M, Tris, 0,49 M à pH 6,8), ainsi qu'un gel de séparation à (T= 15 % et C = 2.7) dans un tampon (urée, 4 M, Tris, 1.5 M, pH de 8,8).

Les échantillons sont dissous dans un tampon de même composition que celui du gel de concentration (8 % V/V, d'urée à 3,3 M, du 2 -mercaptoéthanol à 0,3 % du glycérol à 10 %) (**Annexe 6**). Le tampon d'électrode, lui sont composés de mêmes constituants que ceux utilisés en PAGE-native.

2.2.2.2.5. Révélation des bandes de migration électrophorétique

À la fin de la migration, le gel est démoulé pour subir les opérations successives suivantes.

3. **La fixation** des protéines est réalisée par immersion du gel dans une solution d'acide trichloracétique (TCA) 12 % (P/V) pendant 45 minutes.
4. **La coloration** de gel est réalisée par l'immersion de gel pendant 2 à 4 heures dans une solution de coloration contenant du bleu de Coomassie 0,2 % (P/V) dissous dans une solution constituée du mélange eau distillée (1 volume), méthanol (1 volume) et TCA 2 % (P/V).
5. **La décoloration** : elle est réalisée par immersion du gel dans une solution composée du mélange (eau/méthanol/acide acétique) (V/V/V).

Résultats et discussion

6. Résultats et discussions

3.1 Qualité physico-chimique

Les résultats concernant les caractéristiques physico-chimiques (moyenne de 30 échantillons de lait de brebis chez deux races Hamra et Ouled Djellal) sont regroupés dans le **tableau (16)**.

Tableau (16) : Analyses physico-chimiques des échantillons de lait ovin (race Hamra et race Ouled Djellal) collectés.

		Race HAMRA (n=30)			Race Ouled Djellal (n=30)			Test de Fisher
		Moye (±) SD	Max	Min	Moye (±) SD	Max	Min	P <0,05
PARAMÈTRES PHYSIQUES	pH à 20 °C	6,50±0,09	6,90	6,37	6,61±0,10	6,88	6,44	P*
	Densité (g/cm ³)	1,038±0,0023	1,043	1,033	1,038±0,0047	1,048	1,032	NS
	Point de congélation (°C)	-0,649±0,028	-0,570	-0,709	-0,651±0,04	-0,586	-0,781	NS
PARAMÈTRES CHIMIQUES	MG %	5,69±0,93	8,08	4,15	5,945±1,06	8,85	4,16	NS
	ESD%	11,93±0,56	13	10,7	11,75±0,81	13,8	10,3	NS
	MST %	17,42±1,75	21,08	12,24	17,36±1,78	18,01	14,65	NS
	% H2O	82,57±1,75	86,76	78,92	83,63±1,78	86,51	79,56	NS
	Matière protéique %	6,41±0,46	7,29	5,37	6,23±0,61	7,95	5,25	NS

MG : Matière grasse

ESD : Extrait sec dégraissé

MS : Matière sèche totale

3.1.1. Mesure de pH

Les valeurs recueillies lors de cette mesure donnent une moyenne de pH pour les échantillons de lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal qui sont respectivement de 6,50 et 6,61. Il apparaît que la race Hamra présente le pH le plus bas par rapport à la race Ouled Djellal. L'analyse de la variance a montré qu'il y a une différence significative ($p < 0,05 \%$) entre le pH de deux races.

Comparativement au pH du lait de vache 6,71 (Jenness *et al.*, (1974)). Le lait de brebis de nos races est légèrement acide, probablement en raison de sa teneur élevée en protéines (Alichanidis et Polychroniadou, 1996; Aganga *et al.*, 2002; Juarez et Ramos, 2011).

Manfredini *et al.*, (1993) a rapporté des valeurs de pH plus faibles pour le lait de brebis au début de la période de lactation par rapport à la phase terminale (6,57 ; 7,01).

Ces valeurs de pH sont en concordance avec celles rapportées par bon nombre d'auteurs tels que Kurkdjian et Gabrielian, (1962) et Haenlein et Wendorff, (2006), qui enregistrent un pH de 6,51 et 6,68 respectivement.

3.1.2. Densité

La valeur de densité des échantillons de lait (**Tableau 16**) est égale à $1,038 \text{ g/cm}^3$ pour les deux races. Il a été observé à partir des résultats que les valeurs de la densité étaient de l'ordre de 1,043-1,033 dans le lait de la race Hamra et de 1,048-1,032 dans le lait de la race Ouled Djellal. L'analyse de la variance a montré qu'il n'y a pas une différence significative ($p < 0,05 \%$) entre la densité du lait des deux races.

Comparativement à la littérature, nos échantillons se caractérisent par des moyennes comprises dans la fourchette de variation des travaux rapportés sur le lait de brebis (1,034-1,038) Kurkdjian et Gabrielian, (1962) ; Anifantakis *et al.*, (1980) ; Haenlein et Wendorff, (2006); Park *et al.*, (2007) et Juarez et Ramos, (2011).

La densité du lait de chèvre (1,029-1,039) est comparable à celle du lait de vache (1,023-1,039), mais elle est inférieure à celle du lait de brebis (Parkash et Jenness, 1968; Haenlein et Wendorff, 2006). Ceci peut être expliqué par la haute teneur en extrait sec dégraissé de lait de brebis (Asif et Sumaira, 2010).

3.1.3. Point de congélation

La détermination du point de congélation permet de voir si du lait de vache a été mélangé à du lait de brebis (Kern, 1954), et indiquer aussi la présence de l'eau ajoutée dans le lait (Rosenman et Garry, 2010).

Les échantillons de lait analysés dans cette présente étude, avec respectivement des valeurs de 0,649 °C, 0,651 °C pour les échantillons de la race Hamra et la race Ouled Djellal. Les deux échantillons analysés sont très proches l'un de l'autre. L'analyse de la variance a montré qu'il n'y a aucune différence significative ($p < 0,05 \%$) entre le point de congélation du lait des deux races étudiées. Comparativement au lait de vache, le point de congélation du lait de brebis est plus faible en raison d'une teneur plus élevée en extrait sec dégraissé (Alichanidis et Polychroniadou, 1996).

Les valeurs enregistrées dans notre travail sont inférieures aux valeurs rapportées par Kurkdjian et Gabrielian, (1962), Haenlein et Wendorff, (2006), Park *et al.*, (2007) et Ramos et Juarez, (2011), qui donnent la moyenne en point de congélation pour le lait de brebis à -0,570 °C, qui peut être tenu pour le point de congélation caractéristique du lait de brebis. Ceci peut être dû au stade de lactation qui est significativement corrélé avec la valeur de point de congélation (Pavić *et al.*, 2002).

Néanmoins, une étude réalisée par Timar (2011) qui enregistre une valeur de point de congélation relativement très proche qui est de l'ordre de -0,710 °C.

3.1.4. Matière grasse

Les lipides sont les composants les plus importants de lait en matière de coût, de la nutrition, les caractéristiques physiques et sensorielles qu'elles confèrent aux produits laitiers (Park *et al.*, 2007).

Selon le **tableau (16)**, les teneurs moyennes en matière grasse des échantillons sont 5,69 % et 5,94 % chez la race Hamra et Ouled Djellal respectivement.

Ces résultats sont proches l'un de l'autre, cela peut-être signifie que le facteur race n'influence pas sur la composition du lait. Ceci a été signalé par plusieurs auteurs tels que Moore (1966a, b) ; Bencini et Purvis, (1990) et Bencini *et al.*, (1992) n'ayant observé aucune différence dans la composition du lait à partir de deux races. Ils ont conclu que l'alimentation joue probablement un rôle plus important dans la détermination de la composition du lait de brebis en matière grasse.

La supériorité et la richesse du lait ovin, idée largement répandue, se confirment, aussi pour sa teneur en matière grasse, celle-ci n'est pas le cas pour nos échantillons et nos races qui présentent une carence en matière grasse, ceci peut être dû à la saison qui affiche entre octobre et novembre (automne) des taux faibles en matière grasse (Kondyli *et al.*, 2012).

Habituellement, le lait de brebis contient 6 à 9 % de matière grasse (Simons *et al.*, 1996). Cette teneur est plus élevée qu'à lait de vache (Haenlein et Wendorff, 2006).

Des valeurs sensiblement similaires à celles obtenues sont enregistrées par Miocinovic *et al.*, (1981) avec 6,77 %, Baltadjieva *et al.*, (1982) avec 6,45 %, Konar *et al.*, (1991) avec 6,3 %, Ploumi *et al.*, (1998) avec 6,77 %, Hilali, (2001) avec 6,76 %, Paccard et Lagriffoul, (2006a, b) avec 6,82 %, Hilali *et al.*, (2010) avec 6,50 % et Mayer *et al.*, (2011) avec 5,58 %.

Néanmoins, nous retrouvons des valeurs très éloignées de nos échantillons avec des valeurs plus faibles de 5,40 % et 5,30 % enregistrées respectivement par Malau-Aduli et Anlade, (1997) et Pugliese *et al.*, (2000), et d'autres plus importantes avec 9,05 %, 7,11 % et 7,52 % enregistrées respectivement par Anifantakis *et al.*, (1976) ; Sevi *et al.*, (2004) et Kondyli *et al.*, (2012). Celles-ci reflètent la forte variabilité du taux de matière grasse pour le lait ovin.

3.1.5. Matière protéique

Les valeurs moyennes relevées pour chaque échantillon de lait d'ovin sont de l'ordre de 6.41 % pour la race Hamra et 6.23 % pour la race Ouled Djellal. La teneur en protéine du lait de race Hamra est relativement proche à celle enregistrée pour le lait de la race Ouled Djellal. L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas une différence significative ($p < 0,05$ %) pour le taux de protéines entre le lait de deux races.

Comparativement au lait de vache, la teneur en protéines du lait de brebis est plus élevée Haenlein et Wendorff, (2006) ; Park *et al.*, (2007).

Par rapport à d'autres études sur le lait de brebis, Shalichev et Tanev, (1967) avec 6,77 %, Anifantakis *et al.*, (1976) avec 6,04 %, Voutsinas *et al.*, (1988) avec 6,52 %, Jandd, (1996) avec 6,21 %, Boubezari, (2010) avec 6,12 % et Kondyli *et al.*, (2012) avec 6,45 %, confirment les résultats obtenus dans ces travaux.

Alors des moyennes telles que 4,3 % Konar *et al.*, (1991), 5,90 % Pavić *et al.*, (2002), 5,63 % Hilali *et al.*, (2010) et 4,80 % Mayer *et al.*, (2011), marquent la supériorité des teneurs en protéines totales de nos échantillons. Ceci est un critère très important pour la technologie laitière et la nutrition humaine (Park *et al.*, 2007).

3.1.6. Extrait sec dégraissé

L'ESD est souvent recherché surtout en industrie fromagère, car l'extraction de la fraction lipidique du lait permet un meilleur calcul de la fraction protidique.

Nous avons recueilli pour ce paramètre une moyenne de 11,93 % pour le lait de la race Hamra et 11,75 % pour le lait de la race Ouled Djellal. L'extrait sec dégraissé du lait de brebis est, toutefois, comme dans le lait de vache, un chiffre très stable (Kern, 1954). Ce qui explique peut-être, la similarité de nos échantillons pour ce paramètre. L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas une différence significative ($p < 0,05$ %) pour le taux de ESD entre le lait de deux races.

Ces valeurs sont en accord avec celles rapportées par bon nombre d'auteurs tels que Veinoglou (1968) qui enregistre une valeur d'ESD de 10,92 % en Bulgarie, Rouissi (2005), de 11,5 % en Tunisie et Boubezari (2010) de 11,70 % chez la race Ouled Djellal.

3.1.7. L'Extrait sec total et le % de l'eau

Ces deux paramètres sont complémentaires, plus la teneur en première est élevée, celle du deuxième sera faible et vice versa.

La teneur en extrait sec total des échantillons analysés est égale à 17,42 % et 17,36 % pour la race Hamra et Ouled Djellal respectivement. Les deux races représentant une similarité pour ce paramètre, ceci peut être expliqué par l'équilibre de matière grasse entre eux, puisque L'EST a été calculé comme la somme de la matière grasse avec la teneur en ESD, ce dernier est caractérisé par leur stabilité, mais la matière grasse est un paramètre instable.

Cependant, nos échantillons enregistrent une moyenne de matière grasse relativement proche entre les deux races Hamra et Ouled Djellal, c'est pour cela, il y a une stabilité entre les échantillons pour la teneur de l'EST et la même raison peut expliquer la similarité pour le pourcentage de l'eau, qui est de l'ordre de 82,57 % pour la race Hamra et 83,63 % pour la race Ouled Djellal.

L'analyse de la variance a montré qu'il n'y a pas une différence significative ($p < 0,05$ %) entre l'EST et pourcentage de l'eau de lait de deux races.

La teneur en EST du lait de brebis est nettement plus grande par rapport à celles du lait vache avec 12,8 % (Alais, 1984), mais inversement pour le pourcentage de l'eau 89 % (Jenness, 1980).

La teneur moyenne de ces échantillons pour l'EST se rapproche de celle rapportée par Ploumi *et al.*, (1998) avec 17,82 % ainsi que celle signalée par Pugliese *et al.*, (2000) avec 17,57 %. Cette teneur est par contre supérieure à celle rapportée par certain auteurs tel que (Baltadjieva *et al.*, (1982) et Mayer *et al.*, (2011) avec des teneurs de 16,97 % et 15,20 % respectivement).

3.2. Analyse électrophorétique de la fraction protéique

3.2.1. Analyse électrophorétique des protéines sériques totales

Les conditions non dénaturantes gardent les protéines dans leur état natif, ce qui fait de la PAGE-native une technique résolutive et bien adaptée à la séparation des protéines sériques. Les molécules y sont séparées selon leur poids moléculaire ainsi que leur charge (Wittig *et al.*, 2007) et apparaissent sous forme des bandes de migration variant par leur position et leur intensité.

Comme il a été illustré en **figure (15)**, l'apparition de la PAGE-native aux fractions sériques du lait de brebis montre des profils électrophorétiques avec de fortes similitudes entre les dix (10) échantillons analysés de race Hamra et Ouled Djellal, se démarquant nettement du lait de référence.

Les protéines sériques du lait bovin dans les conditions natives migrent en cinq bandes correspondantes dans l'ordre croissant de leur mobilité électrophorétique aux immunoglobulines, le composant trois protéoses-peptones, la sérum-albumine bovine, l'alpha-lactalbumine et en fin la migration le bêta-lactoglobuline (Kingsbury et Gaunt, 1967 ; Egito *et al.*, 2001 ; Eriksen *et al.*, 2010).

Les protéines sériques des échantillons de lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal étudiées, elles migrent aussi en cinq bandes, notées de **I** à **V**, celles-ci pouvant correspondre aux mêmes espèces protéiques retrouvées dans la fraction sérique du lait bovin.

Néanmoins, cette correspondance reste sujette à une confirmation par séquençage des extrémités N-terminales des espèces protéiques isolées et leur comparaison à des séquences préétablies.

Comparativement au lait bovin, le diagramme électrophorétique en PAGE-native des protéines sériques du lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal présente de points distinctifs.

En premier lieu, les bandes de migration (**I**) et (**III**) (**Figure 15**) présentent respectivement un même niveau de migration avec les immunoglobulines et le sérum albumine bovine ce qui suggère la possible similitude dans la nature de celle-ci.

En deuxième lieu, les bandes de migration **II**, **IV** et **V** présentent des niveaux de migration différents des protéines homologues du lactosérum bovin.

Mati *et al.*, (1991), ont conclu qu'il existe une grande similitude entre les fractions de protéose-peptones (**bande II**) des laits de vache et de brebis. Elle se distingue particulièrement par rapport à leur homologue bovin par une plus faible mobilité électrophorétique en PAGE-native.

Les bandes de migration (**IV**) et (**V**) qui, selon l'ordre de migration des protéines lactosériques bovines, pourraient correspondre respectivement à l'alpha-lactalbumine et au bêta-lactoglobuline, ne trouvent aucun bande vis-à-vis dans la piste de migration des protéines sériques bovines. De telles observations sont aussi rapportées par Amigo *et al.*, (1992), qui situent les bandes caractéristiques correspondant à l'alpha-lactalbumine et à la bêta-lactoglobuline bovine plus en avant que son homologue ovin.

En nous appuyant sur les travaux de Kiddy *et al.*, (1972), nous pouvons confirmer la position des deux variantes génétiques de la β -Lg (β -Lg A et β -Lg B) bovin. La fraction de β -Lg de nos échantillons apparaît sous forme d'une seule bande intense avec la mobilité électrophorétique similaire à celle de α -La bovine. Des observations similaires ont été rapportées par Amigo *et al.*, (1992) et Persi *et al.*, (2011) indiquent et situent comme chez l'homologue bovin l'existence de deux variantes génétiques de β -Lg ovine mais ne pouvaient être distingués.

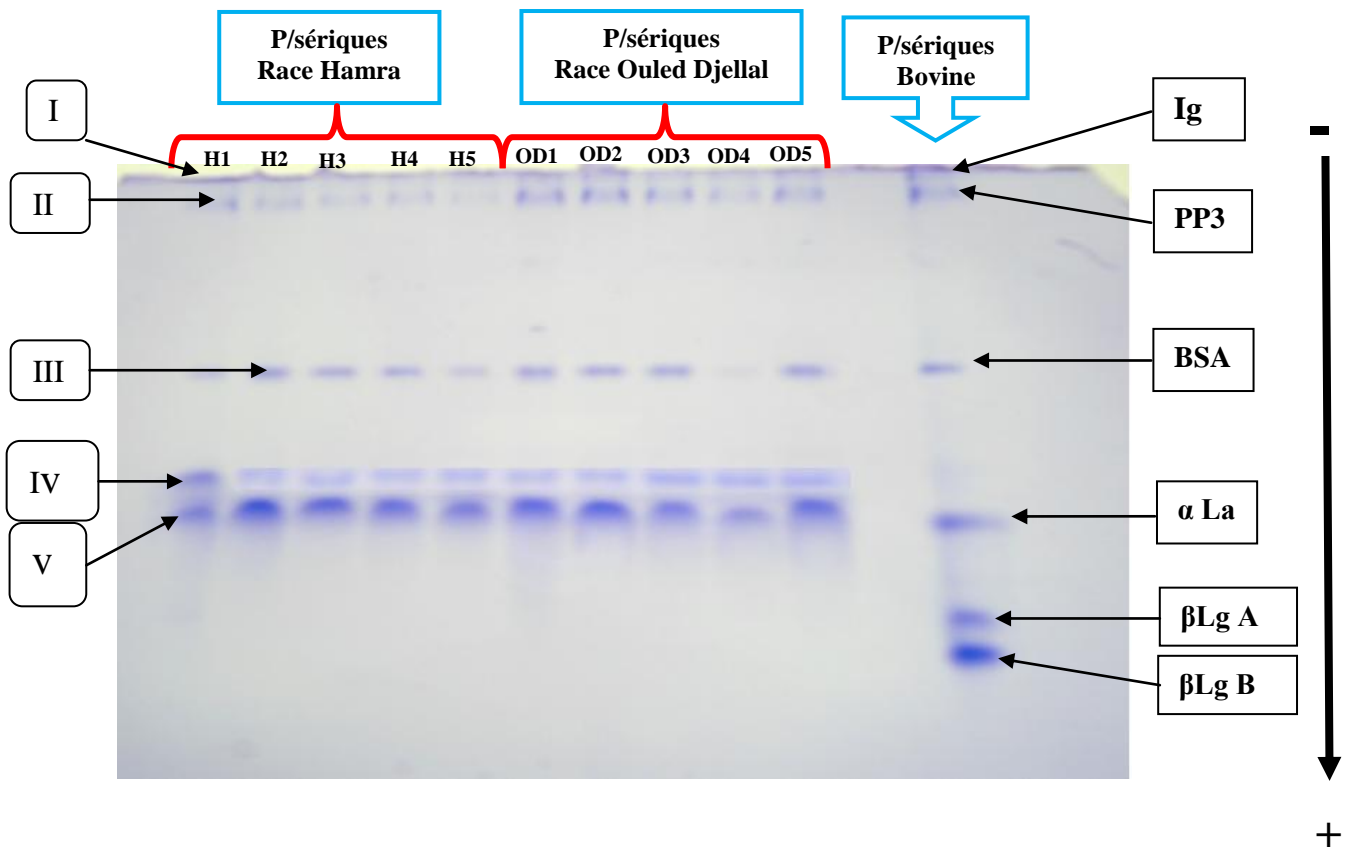


Figure (15) : Electrophorégramme des protéines sériques du lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal comparées au lait bovin (T=12% ; C=2,7%).

3.2.2. Analyse électrophorétique des caséines totales

La PAGE-Urée est une technique particulièrement adaptée à la résolution des groupes de protéine à forte association, cas des caséines (Prado et Natalucci, 2002).

Les agents dissociant, urée et 2-mercaptoéthanol (rompent respectivement les liaisons hydrogènes et disulfures), permettent aux protéines de migrer sous leur forme la plus simple.

Mais pour adapter cette technique aux caséines du lait de brebis, nous avons été amenés à effectuer plusieurs mises au point relatives notamment à la porosité du gel et aux concentrations en urée.

Il est admis que les caséines du lait bovin migrent en 5 bandes comme suit (suivant une mobilité croissante) : γ -Cn < κ -Cn < β -Cn < α -S2Cn < α S1Cn (Grosclaude, 1988).

Le comportement électrophorétique des caséines ovines en PAGE-Urée, ainsi que sur l'ordre d'apparition de celles-ci a été décrit par Arave *et al.*, (1973), Chianese *et al.*, (1992) et Moatsou *et al.*, (2004). Le schéma général de migration présente en premier la caséine β avec la plus faible mobilité, suivi du complexe α S-Cn (α S2 puis α S1), ces deux groupes sont séparés par une bande diffuse peu focalisée, la caséine κ . Cependant et à l'opposé du profil bovin (Egito *et al.*, 2006), le comportement des caséines ovine en PAGE-Urée est similaire à celui de l'espèce caprine (Calavia et Burgos, 1998 ; Moatsou *et al.*, 2004).

Comme décrit par Lebars et Gripon, (1993), le diagramme électrophorétique (**Figure 16**), montre pour le lait bovin un agencement identique à celui décrit par ces auteurs (β -Cn, α S2-Cn et α S1-Cn). Les caséines α S2-Cn et α S1-Cn, apparaissent sous forme d'une seule bande bien focalisée et le κ -caséine n'est pas détectable (**Figure 16**). Ceci a été indiqué par Prado et Natalucci, (2002).

La figure (16) montre que le lait de brebis de la race Hamra et de la race Ouled Djellal présente trois bandes caséiniques correspondant selon l'ordre croissant de leur migration aux caséines β , κ et le complexe α S-Cn (α S2-Cn suivi par α S1-Cn).

Il faut noter que la faible intensité de l'une des bandes de l'échantillon du lait de deux races ovines pourrait s'expliquer par sa faible teneur dans le lait et suite à son hydrolyse après acidification. En effet, ce lait n'a pas été additionné d'antibactérien, en plus il a été acheminé tel quel au laboratoire. Dans ce cas, la protéolyse a affecté principalement la caséine β , qui semble être, comme dans le cas du lait bovin, la plus sujette à l'action de la plasmine (Trujillo *et al.*, 2000).

Comparativement au profil électrophorétique des caséines bovines, une préidentification des bandes de migration des caséines de nos races est possible. Ainsi, le premier niveau de migration du lait bovin, la caséine β est bien focalisée, trouve une correspondance dans les pistes de migration des caséines de nos échantillons, celle-ci pouvant être de même nature selon (Mayer, 2005).

Le deuxième niveau de migration du lait de deux races (Hamra et Ouled Djellal), correspond aux bandes diffuses représente la caséine κ . Ceci est similaire à ceux rapportés par Alais et Jollès, (1967), Chianese *et al.*, (1992) et Moatsou *et al.*, (2004).

Le complexe des caséines α_S , quant à elles, présente un agencement identique (α_{S2} puis α_{S1}) chez les deux races, sauf ceux touchés par le phénomène de protéolyse. Comparativement aux α_S -caséines bovines, le complexe α_S caséique ovin présente une mobilité électrophorétique retardée, ceci peut être utilisé comme marqueur pour la présence du lait bovin dans un mélange du lait d'ovin (Mayer, 2005).

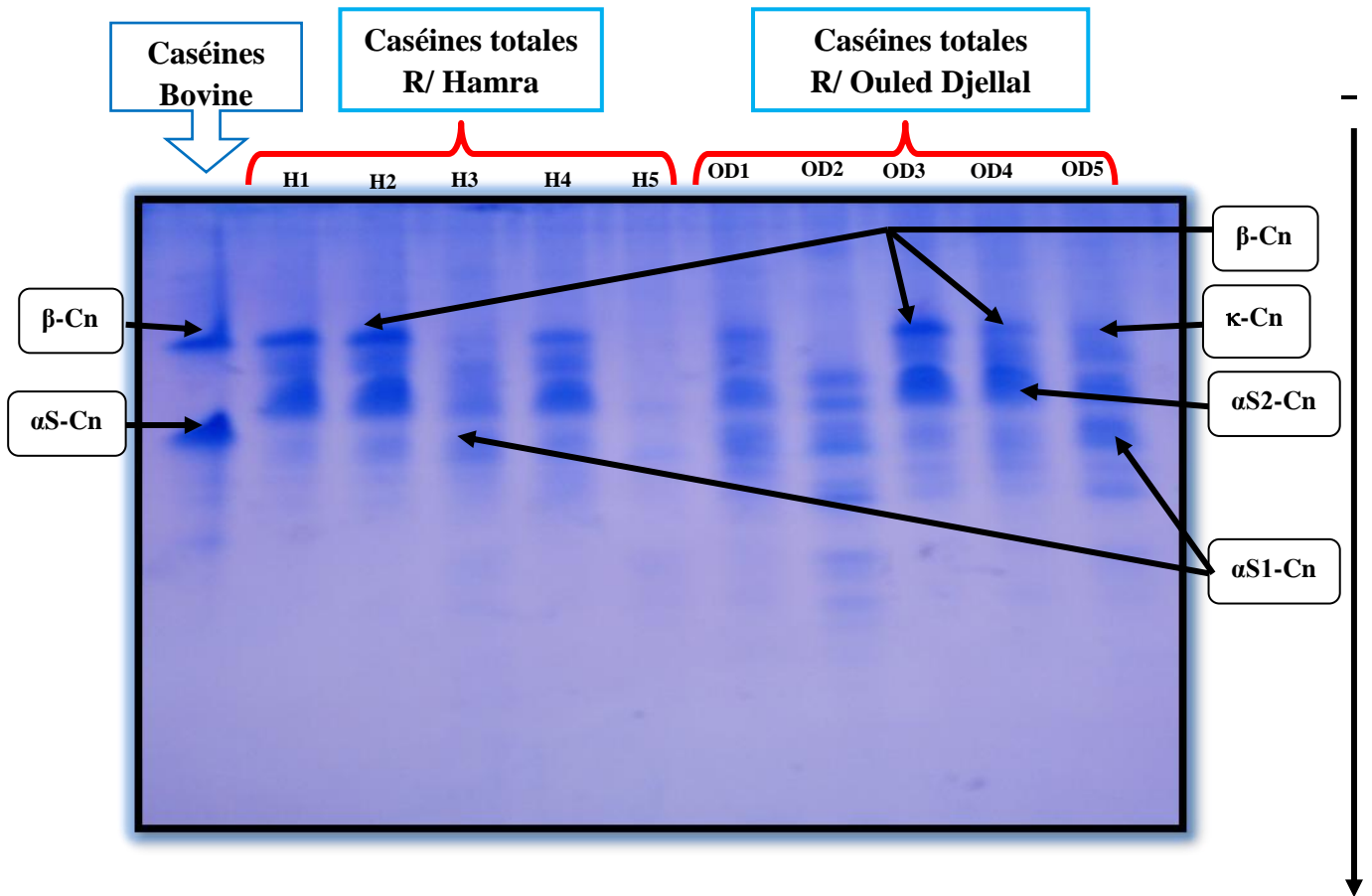


Figure (16) : Electrophorégramme des caséines du lait de brebis race Hamra et Ouled Djellal comparée aux caséines bovines en PAGE-Urée (5,7M) (T=15% ; C=2,7).

3.2.3. Electrophorèse en milieu dissociant, en présence de SDS (PAGE –SDS).

Dans ces conditions, la migration des particules a lieu seulement selon leur taille et leur forme. Nous avons aussi analysé la fraction caséique de lait ovin en SDS-PAGE. Les conditions de dissociation, en présence de SDS et du 2-mercaptoéthanol, sont telles que les protéines s'agencent dans l'ordre croissant de mobilité électrophorétique corrélée négativement au poids moléculaire.

L'objectif de cette technique est de déterminer le poids moléculaire des protéines d'intérêt par comparaison au niveau de migration de protéines de référence sous forme d'un kit. Ce dernier est constitué avec des protéines de poids moléculaires connus s'étendant de 10 à 250 kDa (**Figure14**).

Muñoz *et al.*, (2004), Yetişmeyen *et al.*, (2006), Sandra *et al.*, (2008) et Asia *et al.*, (2011), décrivent comme suit l'ordre croissant d'apparition des caséines ovines en SDS-PAGE : la caséine α S2, la caséine α S1, la bêta caséine et la caséine kappa.

Un tel comportement électrophorétique est mis en évidence en **figure 17**. Nous pouvons, grâce aux travaux des auteurs cités, faire correspondre les 4 bandes de migration, respectivement à la caséine alpha S2, la caséine alpha S1, la caséine bêta et enfin la caséine kappa avec des masses moléculaires très proches les unes des autres pour les échantillons de deux races (Hamra et Ouled Djellal), qui sont respectivement (33 674, 32 270, 28 398 et 27 214 Da).

Néanmoins, ceux que nous avons obtenus pour le lait de nos races ne correspondant pas aux poids moléculaires réels des caséines ovines, et loin des valeurs rapportées par Trujillo *et al.*, (2000), qui donnent des valeurs, allant selon les types génétiques étudiés de (19 373) pour la caséine κ , de (25 616) pour la caséine α S2, de (23 411) pour la caséine α S1 et de (23 750) pour la caséine β .

Cette différence, entre les valeurs réelles et expérimentales obtenues, peut être expliquée par deux phénomènes, l'un étant la forte association des caséines ce qui leur confère ainsi un poids moléculaire plus élevé que leur poids moléculaire réel ceci se traduit par une faible migration en SDS-PAGE. L'autre est faible fixation du SDS aux caséines, cette caractéristique est ainsi remarquée pour les caséines d'autres espèces (Boumahrou *et al.*, 2009).

Ce dernier point marque les limites de l'application de la SDS-PAGE à la détermination du poids moléculaire des caséines. Pour ce faire, nous suggérons le recours à d'autres méthodes telles que l'ultracentrifugation ainsi que la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) couplée au spectromètre de masse.

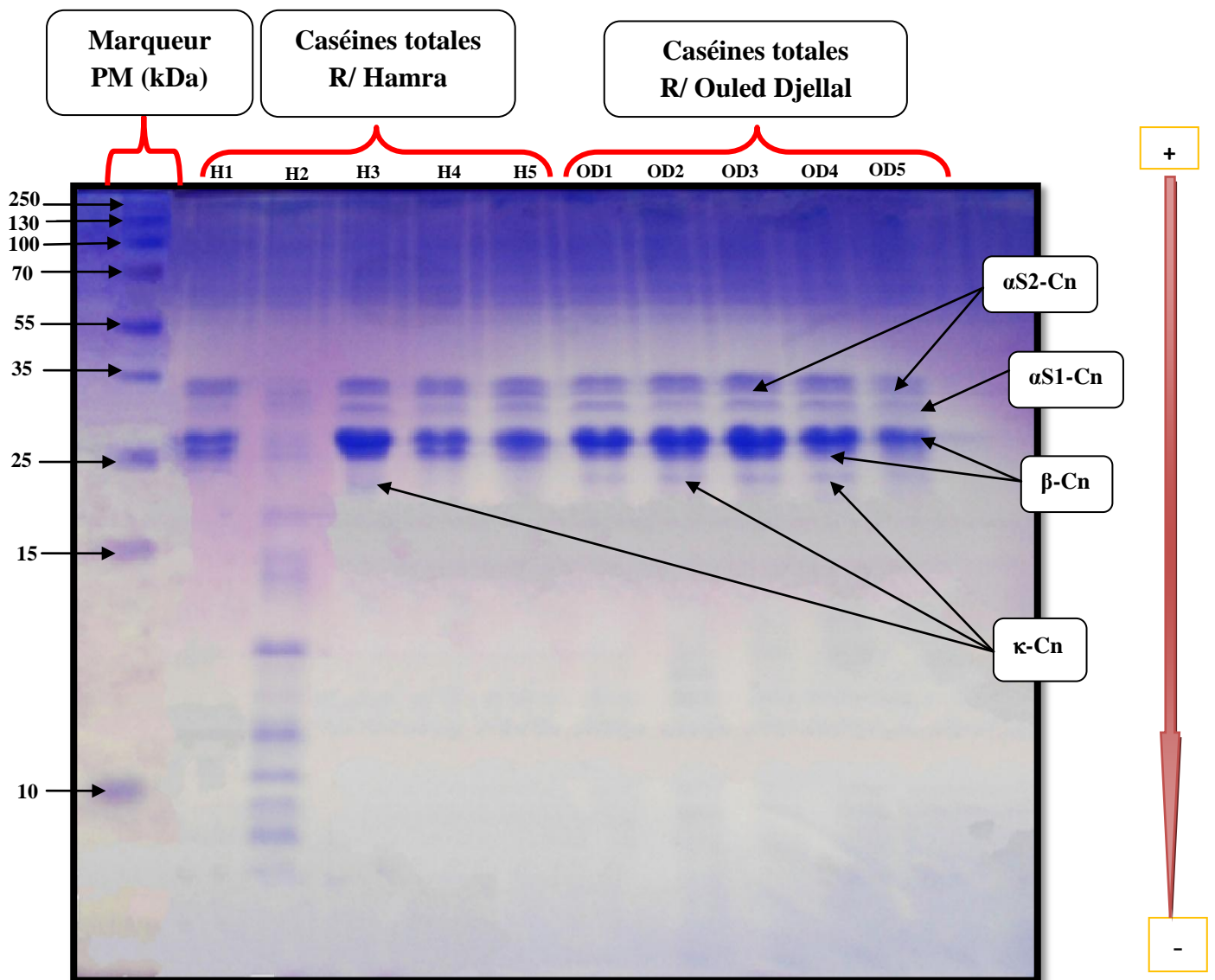


Figure (17) : Electrophorégramme des caséines du lait de brebis, race Hamra et race Ouled Djellal, en PAGE-SDS (T= 17% ; C = 2,7%).

Conclusion

Conclusion

Bien que pendant ces dernières décennies, le lait de brebis a fait l'objet de multiples travaux de par le monde. Il reste que très peu d'investigations qui ont porté sur le lait produit dans notre pays tant dans ses volets quantitatifs, liés aux conditions zootechniques de productions, que dans ses volets liés à sa qualité hygiénique et physico-chimique, ainsi qu'à son apport nutritionnel.

À travers cette étude, nous avons tenté d'apporter une modeste contribution à une meilleure connaissance de ce lait et nous avons ciblé l'analyse physico-chimique, l'isolement et la caractérisation électrophorétique des protéines.

Pour ce qui est des analyses physico-chimiques, celles-ci ne marquent aucune différence notable entre le lait des deux races étudiées. Toutefois, ce lait présente une valeur supérieure de celle de lait de vache. Ce dernier étant pris comme lait de référence.

Ainsi nous relevons des taux de matière grasse plus faibles (en moyenne 5,69 et 5,94 % pour la race Hamra et Ouled Djellal respectivement par rapport aux normes entre 6-7 %). Ces variations sont dépendantes du régime alimentaire et de la saison de collecte du lait.

Concernant la fraction protéique, celle-ci dont l'importance en technologie a été prouvée se situe entre 6,41 % et 6,23 % pour la race Hamra et la race Ouled Djellal, respectivement. Ceci confirme que le lait de nos races est riche en protéines, car se situant en même valeur que les normes requises (5-6 %).

Dans ce sens que nous nous sommes proposé se d'évaluer quantitativement ce lait en procédant à l'isolement et à la caractérisation des ses protéines majeures

Pour cela, nous avons mis en œuvre et adopté des protocoles d'isolement suivi de séparation électrophorétique sur gel polyacrylamide dans plusieurs conditions (native, en présence d'urée, en présence de SDS).

Concernant le comportement électrophorétique, en PAGE-native, nous avons relevé une migration différente du α -lactalbumine et β -lactoglobuline ovine par rapport à leurs homologues bovins.

Le PAGE-urée a mis en relief la particularité de la migration des caséines ovines ou notamment la présence des variantes génétiques pour le α S1-Cn dans certains des échantillons de la race Hamra ce qui suggère une forte utilisation de ce lait à des fins de technologie fromagère.

L'isolement des protéines et leur caractérisation par électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE) dans plusieurs conditions (native, en présence d'urée, en présence de SDS) ont permis de montrer que les profils protéiques obtenus sont très comparables entre eux, malgré l'origine variée des échantillons (race Hamra et race Ouled Djellal), sauf ceux touchés par le phénomène de protéolyse qui a affecté principalement la caséine β .

D'après ces résultats, l'étude comparative de la qualité et des profils protéiques du lait produit par les deux races Hamra et Ouled Djellal ne montre pas de différences significatives pour la majorité des composantes physico-chimiques. Les performances de production laitière montrent une supériorité de la race Ouled Djellal, toutefois on n'a pas encore extériorisé les potentialités productives des deux races. Pour augmenter la rentabilité des troupeaux ovins laitiers, il est impératif d'améliorer les conditions alimentaires et d'opter pour le sevrage précoce.

Ces résultats préliminaires obtenus appellent la mise en œuvre d'investigations plus spécifiques pour l'identification et le phénotypage protéique ainsi que l'élaboration d'une cartographie exhaustive entre la nature du lait produit et ses aptitudes technologie.

Malheureusement, en raison de la situation actuelle de l'élevage ovin en Algérie caractérisée par l'absence de toute stratégie de préservation et de conservation des ressources génétiques ovines.

Dans nos perspectives, il serait donc intéressant d'élargir notre étude par un plus grand nombre de races traditionnelles à effectif et à répartition géographique réduits notamment par l'échantillonnage des populations D'men, Berbère et Barbarine, afin de réaliser une caractérisation complète du cheptel ovin algérien. Des stratégies pourraient être envisagées, par la suite, afin de sélectionner parmi ces races, celle qui présente une meilleure aptitude à la traite, ceci pourrait être utilisé comme un noyau d'un programme de sélection génétique.

Références
bibliographiques

- Aboul-Naga AM, EI-Shobokshy AS, Marie IF, Moustafa MA (1981)** Milk production from subtropical non-dairy sheep. I. Ewe performance. *J. Agric. Sci. Camb*, **97** : 297-30.
- Aganga AA, Amarteifio JO, Nkile N (2002)** Effect of Stage of Lactation on Nutrient Composition of Tswana Sheep and Goat's Milk. *Journal of Food Composition And Analysis* **15**: 533–543.
- Alais C, Jollès P (1967)** Isolation, purification and analysis of two κ -casein-like fractions from sheep casein, *J. Dairy Sci.* **50** : 1555–1561.
- Aleandri R. Buttazzoni LG, Schneider JC (1990)** The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability. *Journal of Dairy Science*, **73** : 241-55.
- Alichanidis E, Polychroniadou A (1996)** Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. In : *Production and utilization of ewe and goat milk*. FIL-IDF, Crete, 19–21 October 21–43.
- Amigo L, Ramos M, Calhau L, Barbosa M (1992)** Comparison of electrophoresis, isoelectric focusing, and immunodiffusion in determinations of cows' and goats' milk in Serra da Estrela cheeses. *Lait*, **72** : 95–101.
- Amigo L, Recio I, Ramos M (2000)** Genetic polymorphism of ovine milk proteins: its influence on technological properties of milk – a review, *Int. Dairy. J.* **10** : 135–149.
- AnGR (2003)** Rapport national sur les ressources génétiques animales : ministère de l'Agriculture et du Développement rural.
- Anguita G, Martín R, Garcia T, Morales P., Haza AI, Gonzalez I, Sanz B, Hernandez PE (1997)** A competitive enzyme-linked immunosorbent assay for detection of bovine milk in ovine and caprine milk and cheese using a monoclonal antibody against bovine beta-casein. *J. Food Prot*, **60** : 64-66.
- Anifantakis EM, Veinoglou BK, Rammou CG (1976)** Contribution to the study of the chemical composition and some physicochemical properties of ewe's milk (In Greek, with French summary), Dairy Laboratory, Agricultural University of Athens (unpublished), 48 pp.

Anifantakis EM, Rosakis B, Ramou C (1980) Travaux scientifiques de l'Institut Technologique Supérieur des Industries Alimentaires (Scientific work of the Technology Institut for Nutrition Industries). Plovdiv, Bulgaria, Tom, XXVII, CB1

Anifantakis EM (1986) Comparison of the physico-chemical properties of ewe's and cow's milk, In: International Dairy Federation (Ed.), Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk, Bulletin No. 202. Athens, Greece, pp. 42–53.

Anifantakis EM (1990) Manufacture of sheep's milk products. Proceedings of the XXIII International Dairy Congress, Montreal, Quebec B, 412-9

Arave CW, Gillett TA, Price DA, Matthews DH (1973) Polymorphisms in Caseins of Sheep Milk. Journal of animal science, **36(2)** : 241-244.

Árnyasi M, Komlósi I, Lien S, Czeglédi L, Nagy S, Jávora A (2009) Searching for DNA markers for milk production and composition on chromosome 6 in sheep. J Anim. Breed. Genet, **126** : 142-147.

Asia BFA, Elfadil EB, Nobuhiro M, Isam AMA (2011) Hydrolysis of Ovine and Caprine Caseins by Enzymatic Extract from Solanum dubium Seeds. Australi Journal of Basic and Applied Sciences, **5(3)** : 331-336.

Assenat L (1985) Le lait de brebis. Composition et propriétés. In : Lait et produits laitiers. Les laits de la mamelle à la laiterie (Luquet FM, ed). Lavoisier, Tee & Doc, Paris.

Ayachi (1992) communication personnelle.

Baltadjieva M, Veinoglen B, Kandarakis J, Edgaryan M, Stamenona V (1982) La composition du lait de brebis de la région de Plovdiv en Bulgarie et de Ioannina en Grèce. Le Lait, **62** : 191-201.

Barillet F (1985) Amélioration génétique de la composition de lait des brebis. L'exemple de la race Lacaune (Genetic improvement for ewe milk composition. The case of Lacaune breeds). Ph.D. Thesis, INRA Paris-Drignon, 144 pp

Barillet F (2007) Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. Small Ruminant Res. **70** : 60–75.

- Barillet F, Arranz JJ, Carta A (2005)** Mapping quantitative trait loci for milk production and genetic polymorphisms of milk proteins in dairy sheep. *Genet. Sel. Evol.* **37(1)** : 109-123.
- Barillet F, Elsen JM, Roussely M (1986)** Optimization of a selection scheme for milk composition and yield in milking ewes: example of the Lacaune breed. *Proceedings of the third World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* **6**: 658-664.
- Barrucand P, Raynal-Ljutovac K (2007)** Variation of whey protein content in goat milk and impact on cheese yield. In : fifth International Symposium on The Challenge to Sheep and Goats Milk Sectors, Alghero, Italy, 18–20 April, p. 147 (Book of Abstracts).
- Bedo S, Nikodemusz E, Gundel K (1999)** A kiskérődzök tejhozama es a tej higieniai minősege. *Tejgadasag LIX. Evfolyam*, **1** : 7–11.
- Bell K, Mc Kenzie HA (1967)** The whey proteins of ovine milk: β -Lactoglobulins A and B. *Biochimica et Biophysica Acta*, **147(1)** : 123–134.
- Bencini R, Purvis IW (1990)** The yield and composition of milk from Merino sheep. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, **18**: 144-8.
- Bencini R, Hartmann PE, Lightfoot RJ (1992)** Comparative dairy potential of Awassi x Merino and Merino ewes. *Proceedings of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics*, **10**: 114-7.
- Bencini R, Pulina G (1997)** The quality of sheep milk: a review. *Aust. J. Exp. Agric.*, **37** : 485–504.
- Bencini R (2001)** Factors affecting the quality of ewe`s milk. *Proc. 7 th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Eau Claire, Wisconsin, USA, pp. 52-83.
- Bevilacqua C, Helbling JC, Miranda G, Martin P (2006)** Translational efficiency of casein transcripts in the mammary tissue of lactating ruminants. *Reprod. Nutr. Dev*, **46** : 567-578.
- Boettcher PJ, Caroli A, Stella A, Chessa S, Budelli E, Canavesi F, Ghiroldi S, Pagnacco G (2004)** Effects of casein haplotypes on milk production traits in Italian Holstein and Brown Swiss cattle. *J. Dairy Sci.* **87** : 4311-4317.

- Boisnard M, Petrissant G (1985)** Complete sequence of ovine α s₂-casein messenger RNA. *Biochimie*, **67** : 1043-1051.
- Boubezari MT (2010)** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Mém Magi, univ- Constantine (Algérie) PP (112).
- Boumahrou N, Andrei S, Miranda G, Henry C, Pantheir JJ, Martin P, Bellier S (2009)** The major in fraction of mouse milk revisited using proven proteomic tools. *Journal of Physiology and Pharmacology*, **60(3)** : 113-118.
- Boyazoglu JG (1963)** Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis 1. Mise au point bibliographique. *Ann Zootech* **12** : 237-296.
- Bradford MM (1976)** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* **72** : 248-254.
- Brozos C, Saratsis P, Boscós C, Kyriakis SC, Tsakalof P (1998)** Effects of long-term recombinant bovine somatotropin (bST) administration on milk yield, milk composition and mammary gland health of dairy ewes. *Small Ruminant Res*, **29** : 113-120.
- Burris J, Baugus CA (1955)** Milk consumption and growth of suckling lambs. *Journal of Animal Science*, **14** : 186-191.
- Carta A, Sanna SR, Casu S (1995)** Estimation lactation curves and seasonal effects for milk, fat and protein in Sarda dairy sheep with a test-day model. *Livest. Prod. Sci*, **44** : 37-44.
- Casoli C, Duranti E, Morbidini L, Panella F, Vizioli V (1989)** Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Ruminant Research*, **2** : 47-62.
- Castillo V, Such X, Caja G, Casals R, Albanell E, Salama AA (2008)** Effect of milking interval on milk secretion and mammary tight junction permeability in dairy ewes. *J. Dairy Sci*, **91** : 2610-2619.
- Casu S, Carta R, Flamant JC (1975)** Genetic improvement of milk yield in Sardinian ewes. I. Heritabilities and correlations between characters. *Ann. Genet. Sel. Anim*, **7** : 73- 90.

Casu S, Sanna S (1990) Aspetti e problemi del miglioramento genetico della composizione del latte di pecora e di capra. Proceedings of the Second International Symposium ‘ Nuove prospettive della ricerca sugli ovi-caprini’. Varese, Italy 171-95.

Cattaneo TMP, Nigro F, Toppino PM, Denti V (1995) Characterization of ewe's milk by capillary zone electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, **721** : 345-349.

Cavalli SV, Silva SV, Cimino C, Malcata FX, Priolo N (2008) Hydrolysis of caprine and ovine milk proteins, brought about by aspartic peptidases from *Silybum marianum* flowers *Food Chemistry*, **106 (3)** : 997–1003.

Chellig R (1992). Les races ovines algériennes. Éditions. Office des Publications.

Chianese L, Mauriello R, Moio L, Intorcia N, Addeo F (1992) Determination of ovine casein heterogeneity using gel electrophoresis and immunochemical techniques. *Journal of Dairy Research*, **59**: 39-47.

Chianese L, Garro G, Addeo F, Lopez-Galvez G, Ramos M (1993a) Discovery of an ovine α 2-casein variant. *J. Dairy Res*, **60** : 485–493.

Chianese L, Garro G, Ferranti P, Malorni A, Addeo F, Rabasco A, Pons PM (1995) Discrete phosphorylation generates the electrophoretic heterogeneity of ovine β -casein. *J. Dairy Res*, **62** : 89–100.

Chianese L, Garro G, Mauriello R, Laezza P, Ferranti P, Addeo F (1996) Occurrence of five α 1-casein variants in ovine milk, *J. Dairy Res*, **63** : 49–59.

Chianese L, Mauriello R, Ferranti P, Tripaldi C, Taibi L, Dell'Aquila S (1997) Relationship between α 1-casein variants and clotting capability of ovine milk, in: “Milk and milk protein polymorphism”, Special Issue 9702, *Int. Dairy Fed.*, Brussels, Belgium, pp. 316–323.

Chianese L, Quarto M, Pizzolongo F, Calabrese MG, Caira S, Mauriello R, De Pascale S, Addeo F (2009) Occurrence of genetic polymorphism at the α 1-casein locus in Mediterranean water buffalo milk. *Int. Dairy J.* **19** : 181-189.

Cheriguene A, Chougrani F, Bekada AMA, El Soda M, Bensoltane A (2007). Enumeration and identification of lactic microflora in Algerian goat's milk. *Afr. J. Biotechnol*, **6(15)** : 1854-1861.

Cornelis G, de Kruif, Thom Huppertz, Volker S. Urban, Andrei V. Petukhov (2012) Casein micelles and their internal structure, *Advances in Colloid and Interface Science*. pp 1-66.

Chougrani F, Cheriguene A, Bensoltane A (2008) Use of lactic strains isolated from Algerian ewe's milk in the manufacture of a natural yogurt. *Afr J Biotechnol*, **7 (8)** : 1181-1186.

Dagleish DG, Spagnuolo PA, Goff HD (2004) A possible structure of the casein micelle based on high resolution field-emission scanning electron microscopy. *International Dairy Journal*, **14** : 1025–1031.

Damerval C, Vienne D, Zivy M, Tarroux P, Vincens P (1993) Electrophorèse bidimensionnelle des protéines, *Biofutur*, **123** : 3-10.

Davis SR, Hughson GA, Farquhar PA, Rattray PV (1980) The relationship between the degree of udder development and milk production in Coopworth ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* **40**: 163-5.

De Gortari MJ, Freking BA, Cuthbertson RP, Kappes SM, Keele JW, Stone RT, Jones WK, Yu-Lee LY, Clift SM, Brown TL, Rosen JM (1998) The rat casein multi-gene family. Fine structure and evolution of the β -casein gene. *J. Biol. Chem*, **260** : 7042-7050.

Delacroix-Buchet A, Barillet F, Lagriffoul G (1994) Caractérisation de l'aptitude fromagère des laits de brebis Lacaune a l'aide d'un Formagraph. *Lait*, **74** : 173-186.

Doney JM, Peart JN, Smith WF, Sim DA (1983) Lactation performance, herbage intake and lamb growth of Scottish Blackface and East Friesland x Scottish Blackface ewes grazing hill or improved pasture, *Animal Production*, **37**: 283-92.

Egito AS, Jean-Michel G, Laurent M, Jean-Luc G (2001) Highly sensitive periodic acid/Schiff detection of bovine milk gluco-proteins electro transferred after non-denaturing electrophoresis, urea electrophoresis, and isoelectric focusing. *Lait*, **81** : 775-785.

Eon Trading (2001) Manufacturer of Ekomilk Ultrasonic Milk Analyzer (Manual). Bultech. Ltd., Bulgaria. P 40.

Epstein H (1985) The Awassi Sheep with Special Reference to the Improved Dairy Type. *FAO Animal Production and Health Paper* **57** : FAO, Rome.

- Erhardt G (1989b)** Evidence for a third allele at the β -lactoglobulin (β -Lg) locus of sheep milk and its occurrence in different breeds. *Anim. Genet*, **20** : 197-204.
- Erhardt G (1989a)** Genetic polymorphisms of α -lactalbumin and β -lactoglobulin in sheep milk. *Anim. Genet*, **20** : 76-77.
- Erhardt G, Godovac-Zimmermann J, Conti A (1989)** Isolation and complete primary sequence of a new ovine wild-type β -lactoglobulin C. *Biol. Chem*, **370** : 757-762.
- Eriksen EK, Halvor H, Einæ J, Ragnhild A, Tove GD, Morten J, Gerd EV (2010)** Different digestion of caprine whey proteins by human and porcine gastrointestinal enzymes. *British Journal of Nutrition*, **22** : 1-8.
- FAO**, Food Agricultural Organization, 2010. [http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx](http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569) Page ID=569 (accessed 08.11.10).
- Fatouros TH (1986)** The collection of goat's and ewe's milk and the problems involved. Proceedings of the International Dairy Federation Seminar on Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk. Athens, Greece. Bulletin of the International Dairy Federation No202/1986 73-5.
- Feagan JT, Bailey LF, Hehir AF, McLean DM, Ellis NJS (1972)** Coagulation of milk proteins. 1. Effect of genetic variants of milk proteins on rennet coagulation and heat stability of normal milk. *Australian Journal of Dairy Technology*, **27**: 129-34.
- Ferranti P, Chianese L, Malorni A, Migliaccio F, Stingo V, Addeo F (1998)** Copresence of deleted protein species generates structural heterogeneity of ovine α s1 -casein. *J Agric Food Chem*, **46**: 411-416.
- Ferranti P, Malorni A, Nitti G, Laezza P, Pizzano R, Chianese L, Addeo F (1995)** Primary structure of ovine α s1 -caseins: localization of phosphorylation sites and characterization of genetic variants A, C and D. *J. Dairy Res*, **62**: 281-296.
- Finci M (1957)** The improvement of the Awassi breed of sheep in Israel. *Bull. Res. Council. Of Israel*, 6 B, 106 pp.

- Flamant JC, Casu S (1977)** Amélioration génétique de la production laitière des brebis Sardes. II. Facteurs de variations génétiques et non génétiques des performances de brebis ayant réalisé 2 lactations. *Ann. Génét. Sél. anim*, **9** : 203-217.
- Flamant JC, Morand-Fehr PC (1982)** Milk production in sheep and goats. In 'Sheep and Goat production' (Ed. I.E. Coop) World Animal Science C.I., Elsevier **15** : 275-95.
- Fox PF (2003)** Milk proteins: general and historical aspects. In *Advanced Dairy Chemistry, Volume 1, Proteins*, 3rd ed (P. F. Fox and P.L. H. McSweeney, eds) pp. 1–48. New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Furet JP, Mercier JC, Soulier S, Gaye P, Hue-Delahaie D, Vilotte JL (1990)** Nucleotide sequence of ovine κ -casein cDNA. *Nucleic Acids Res*, **18**: 5286.
- Gabina DF, Arrese F, Arranz J, De Heredia IB (1993)** Average milk yields and environmental effects on Latxa sheep. *J. Dairy Sci*, **76** : 1191-1198.
- Gabina D (1997)** Situacion actual de los programas de mejora genetica en ovino de leche en Europa. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, 1–3.
- Gall C (1975)** Milk production from sheep and goats. *World Animal Review FAO*, **13** : 1-8.
- Gaouar S, Aouissat M, Dhimi L, Routel A, Boushaba N, Kouar B, Saïdi-Mehtar N (2005)** Different types of sheep breeds in Algeria: further molecular characterization, 56th annual meeting of the European association for Animals Production, Upp Sala Sweden, 5-7 Juin 2005, 102p.
- Gaye P, Gautron JP, Mercier JC, Haze G (1977)** Amino terminal sequences of the precursors of ovine caseins. *Biochem. Biophys. Res. Commun*, **79** : 903-911.
- Gaye P, Hue-Delahaie D, Mercier JC, Soulier S, Vilotte JL, Furet JP (1986)** Ovine beta-lactoglobulin messenger RNA: nucleotide sequence and mRNA levels during functional differentiation of the mammary gland. *Biochimie*, **68** : 1097-1107.
- Gaye P, Hue-Delahaie D, Mercier JC, Soulier S, Vilotte JL, Furet JP (1987)** Complete nucleotide sequence of ovine α -lactalbumin mRNA. *Biochimie*, **69** : 601-608.

- Geenty KG (1979)** Lactation performance, growth and carcass composition of sheep. 1. Milk production, milk composition and live weights of Romney, Corriedale, Dorset, Romney x Dorset and Dorset x Romney ewes in relation to the growth of their lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **22**: 241-50.
- Geenty KG (1980a)** Dairy and suckled milk production of Dorset ewes. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **8**: 191-7.
- Geenty KG (1980b)** Sheep dairying. *New Zealand Agricultural Science*, **13**: 118-22.
- Geenty KG, Davison PG (1982)** Influence of weaning age, milking frequency and udder stimulation on dairy milk production and post-partum oestrus interval on Dorset ewes. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **10**: 1-5.
- Geenty KG, Dyson CB (1986)** The effects of various factors on the relationship between lamb growth rate and ewe milk production, *Proceedings of the New Zealand Society for Animal Production* **46**: 265-9.
- Giambra IJ (2011)** Ovine Milk Proteins: DNA, mRNA, and protein analyses and their associations to milk performance traits. Thesis. Doct, Justus-Liebig-University Gießen (Germany), pp 130.
- Gibb MJ, Treacher TT (1982)** The effect of body condition and nutrition during late pregnancy on the performance of grazing ewes during lactation, *Animal Production*, **34**: 123- 129.
- Gonzalo C, Carriedo JA, Baro JA, 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.
- Gootwine E, Goot H (1996)** Lamb and milk production of Awassi and East-Friesian sheep and their crosses under Mediterranean environment. *Small Ruminant Res*, **20** : 255-260.
- Grandpierre C, Ghisolfi J, Thouvenot JP (1988)** Etude biochimique du lait de chèvre. *Cah. Nutr. Diet*, **23 (5)** : 367–374.
- Groenen MA, Dijkhof RJ, Verstege AJ, vander Poel JJ (1993)** The complete sequence of the gene encoding bovine α s2-casein. *Gene*, **123** : 187-193.

- Grosclaude F (1988)** Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines. INRA, Prod, Anim, **1(1)** : 5-17.
- Guo M (2003)** Goat's milk. In : Caballero, B., Trugo, L., Finglas, P. (Eds.), Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Academic Press, London, UK, pp. 2944–2949.
- Haenlein GFW (1993)** Producing quality goat milk, Int. J. Anim. Sci, **8** : 79–84.
- Haenlein GFW (2007)** About the evolution of goat and sheep milk production, Small Ruminant Research, **68**: 3–6.
- Haenlein GFW, Wendorff WL (2006)** Sheep milk—production and utilization of sheep milk, In: Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Blackwell Publishing Professional, Oxford, K, and Ames, Iowa, USA, pp. 137–194.
- Hamann H, Horstick A, Wessels A, Distl O (2004)** Estimation of genetic parameters for test day milk production, somatic cell score and litter size at birth in East Friesian ewes. Livest. Prod. Sci, **87** : 153-160.
- Harkat S, Lafri M (2007)** Effet des traitements hormonaux sur les paramètres de reproduction chez des brebis « Ouled-Djellal ». Courrier du Savoir – N °08, Juin 2007, pp.125-132.
- Harris S, Ali S, Anderson S, Archibald AL, Clark AJ (1988)** Complete nucleotide sequence of the genomic ovine beta-lactoglobulin gene. Nucleic Acids Res, **16** : 10379-10380.
- Hatziminaoglou Y, Boyazoglu J (2004)** The goat in ancient civilizations: from the Fertile Crescent to the Aegean Sea, Small Rumin.Res, **51**: 123–129.
- Hayes HC, Petit EJ (1993)** Mapping of the β -lactoglobulin gene and of an immunoglobulin M heavy chain-like sequence to homoeologous cattle, sheep, and goat chromosomes. Mamm. Genome, **4** : 207-210.
- Hayes HC, Popescu P, Dutrillaux B (1993)** Comparative gene mapping of lactoperoxidase, retinoblastoma, and α -lactalbumin genes in cattle, sheep, and goats. Mamm. Genome, **4**: 593 597

Heck JM, Schennink A, van Valenberg HJ, Bovenhuis H, Visker MH, van Arendonk JA, van Hooijdonk AC (2009) Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. *J. Dairy Sci*, **92** : 1192-1202.

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.

Hilali M, Iniguez L, Mayer H, Knaus W, Schreiner M, Wurzinger M (2010) New feeding strategies for Awassi sheep in drought affected areas and their effect on product quality. In : International Conference on Food Security and Climate Change in Dry Areas, Amman, Jordan, p.40.

Hillier RM (1976) The quantitative measurement of whey proteins using polyacrylamide gel electrophoresis. *Journal of dairy research*, **43**: 259- 265.

<http://www.animalgenome.org/sheep/maps/> : NAGRP Sheep Genome Coordination Program. 12.05.2010.

Hustiu C, Andrei N, Lucian M (1956) Researches into the production of milk by Karakul, Karakul crosses and Zackel ewes (en roumain). *Anal. Inst. Cerc. Zoolec*, **14** : 255-282.

Ikonen T, Ahlfors K, Kempe R, Ojala M, Ruottinen O (1999) Genetic parameters for the milk coagulation properties and prevalence of noncoagulating milk in Finnish dairy cows. *J. Dairy Sci*, **82** : 205-214.

Imam G M, Saidi-Mehtar N, Guerin G (1991) Sheep gene mapping: additional DNA markers included (CASB, CASK, LALBA, IGF-1 and AMH). *Anim Genet*, **22** : 165-172.

Iñiguez L (2005) Sheep and goats in West Asia and North Africa: an overview, In L. Iñiguez ed. *Characterization of small ruminant breeds in West Asia and North Africa*, Aleppo, Syrian Arab Republic. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)

Izadifard J, Zamiri MJ (1997) Lactation performance of two Iranian fat-tailed sheep breeds. *Small Rumin. Res*, **24** : 69–79.

Jagusch KT, Jay NP, Clark VR (1972) Nutrition of the ewe in early lactation, I. Milk yield. New Zealand Journal of Agricultural Research, **15(2)**: 09-13.

Jandd JM (1996) Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Ruminant Research, **22**: 177-185

Jenness R, Shipe WF, Sherbon JW (1974) In: Sebb, B.H., Johnson, A.H., Alford, J.A. (Eds.), Fundamentals of Dairy Chemistry. A.V. Publishing Co., Westport, p. 402.

Jenness R, Patton S (1976) Physical properties of milk. In: Principles of Dairy Chemistry. Robert E. Krieger Publishing Co., Huntington, NY, pp. 219–263.

Jenness R (1980) Composition and characteristics of goat milk: review 1968–1979. J. Dairy Sci, **63** : 1605–1630.

Jensen RG (2002) The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. Journal of Dairy Science, **85**: 295-350.

Juarez M, Ramos M (1986) Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. In : International Dairy Federation (Ed.), Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk, Bulletin No. 202. Athens, Greece, pp.54–67.

Kahramen D (2011) Etude de certains paramètres zootechniques et du métabolisme énergétique de la brebis dans les régions arides (biskra). Thèse. Doct. D'Etat. Univ. Batna (Algérie). 271pp.

Kern A, (1954) Le lait de brebis en Israël, Lait, **34** : 257-276.

Kiddy A, Rollins RE, Zikakis JP (1972) Discontinus polyacrylamide electrophoresis for β -lactoglobulin typing of cow's milk. Journal of dairy science, **55 (10)** : 1506-1507.

King JWB (1966) The casein of sheep milk. In : Polymorphisms Biochimiques des Animaux, Proceeding of 10th European Conference on Animal Blood Groups and Biochemical Polymorphism, Paris, pp. 427–431.

Kingsbury ET, Gaunt SN (1967) Heterogeneity in whey proteins of mare milk. Journal of Dairy Science, **60(2)** : 274-277.

- Kinsella JE, Whitehead DM (1989)** Proteins in whey: Chemical, physical and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, **33**: 343–438.
- Kolde HJ, Braunitzer G (1983)** The primary structure of ovine β -lactoglobulin : 1. Isolation of the peptides and sequence. *Milchwissenschaft*, **38** : 18-20.
- Konar A, Akin MS, Sahan N, Guven M (1991)** Laktasyon doneminde ivesi koyun sutu bilesimindeki degismeler. *Doga. Turk. J. Agric. For*, **15** : 958–967.
- Kondyli E, Svarnas C, Samelis J, Katsiari MC (2012)** Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Ruminant Research*, **103(2-3)** : 194-199.
- Kurkdjian V, Gabrielian T (1962)** Physical and chemical properties and composition of ewe's milk, In: *Proceedings of the XVI Int. Dairy Congr.*, vol. AP, pp. 197–208.
- Kwai-Hang KF, NG, and Kroeker EM (1984)** Rapid separation of major caseins and whey proteins of bovine milk by polyacrylamide gel electrophoresis, *journal of dairy science*, **67**: 3052-3056.
- Lafri M (2011)** les races ovines algériennes : état de la recherche et perspectives, *recueil des journées Vétérinaires de Blida*, **4** : 6-12.
- Larson BL, Smith VR (1974)** *Lactation*, vol. 4. Academic Press, New York, p. 1994.
- Le bars D, Gripon JC (1993)** Hydrolysis of α s1-casein by bovine plasmin. *Lait*, **73** : 337-344
- Le Jaouen JC (1990)** Le lait : sa production – sa qualité. In : *La fabrication du fromage de chèvre fermier*, ITOVIC Ed., pp 15–47.
- Lévéziel H, Metenier L, Guerin G, Cullen P, Provot C, Bertaud M, Mercier JC (1991)** Restriction fragment length polymorphism of ovine casein genes : close linkage between the α s1 -, α s2 -, β - and κ -casein loci. *Anim. Genet*, **22** : 1-10.
- Loerch SC, McClure KE, Parker CF (1985)** Effects of number of lambs suckled and supplemental protein source on lactating ewe performance, *Journal of Animal Science*, **60**: 6-13

- Lopez MB, Luna A, Laencina J, Falagan A (1999)** Cheese-making capacity of goat's milk during lactation: influence of stage and number of lactations. *J. Sci. Food Agric*, **79** : 1105–1111.
- Malau-Aduli AEO, Anlade YR (1997)** Comparative Study on Milk Compositions of Cattle, Sheep and Goats in Nigeria, National Agricultural Research Centre for Western Region, 60 Yoshinaga, Kawai, Oda, Shimane 694-0013 JAPAN pp : 1-10.
- Manfredi E, Ricordeau G, Barbieri ME, Amigues Y, Bibé B (1995)** Génotype caséine α 1 et sélection des boucs sur descendance dans les races Alpine et Saanen. *Genet. Sel. Evol*, **27** : 451-458.
- Manfredini M, Stipa S, Nanni N, Boattini B (1993)** Variazioni annuali dei principali caratteri qualitativi del latte ovino di massa in alcuni allevamenti dell'Emilia Romagna. *Sci. Tecn. Latt.-Casear*, **44** : 407–422.
- Martin P, Ferranti P, Leroux C, Addeo F (2003)** Non-bovine caseins quantitative variability and molecular diversity. In : Fox, P.F., Mc Sweeny (Eds.), *Advances in Dairy Chemistry, Proteins*, (1): 3rd ed, pp. 277–310, Part A.
- Martin P, Ollivier-Bousquet M, Grosclaude F (1999)** Genetic polymorphism of caseins: a tool to investigate casein micelle organization, *International Dairy Journal*, **9**: 163-171.
- Martin P, Szymanowska M, Zwierzchowski L, Leroux C (2002)** The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reprod. Nutr. Dev*, **42** : 433-459.
- Mavrogenis AP, Louka A (1980)** Effects of different husbandry systems on milk production of purebred and crossbred sheep. *Anim. Prod*, **31** : 171–176.
- Mayer HK (2005)** Milk species identification in cheese varieties using electrophoretic chromatographic and PCR techniques. *International Dairy Journal*, **15** : 595–604.
- Mayer HK, Fiechter G (2011)** Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *International Dairy Journal*, **10** : 10-16.
- McCann MA, Goode L, Harvey RW, Caruolo EV, Mann DL (1989)** Effects of rapid weight gain to puberty on reproduction, mammary development and lactation in ewe lambs. *Teriotechnology*, **32** : 55-69.

- McLean DM (1984)** The effect of milk protein genotypes on the cheese making properties of milk and on the yield of cheese. Proceedings of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics **4**: 136-7.
- McLean DM (1987)** Influence of milk protein genetic variants on milk composition, yield and cheesemaking properties. Animal Genetics, **18** : 100-2.
- McLean DM, Bruce Grahman ER, Ponzoni RW, McKenzie HA (1984)** Effects of milk protein genetic variants on Milk yield and composition. Journal of Dairy Research, **51**: 531-46.
- McLean DM, Graham ERB, Ponzoni RW, McKenzie HA (1987)** Effect of milk protein genetic variants and composition on heat stability of milk. Journal of Dairy Research, **54**: 219-35.
- Mehaia MA (1995)** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. Milchwissensch, **50** : 260–263.
- Melanie R, Ginger, Murray R, Grigor (1999)** Comparative aspects of milk caseins, Comparative Biochemistry and Physiology Part B, **124**: 133–145.
- Mellander O (1939)** Elektrophoretische untersuchung von casein. Biochem, Z 300:240.
- Mens PL (1985)** Propriétés physico-chimiques nutritionnelles et chimiques (physico-chemical nutritional and chemical properties). In : Luquet, F.M. (Ed.), Laits et Produits Laitiers. Vache. Brevis. Chevre (Milk and Milk Products from Cows, Sheep and Goats), vol. I. Apria, Paris, pp. 349–367.
- Mercier JC, Haze G, Gaye P, Hue D (1978a)** Amino terminal sequence of the precursor of ovine β -lactoglobulin. Biochem. Biophys. Res. Commun, **82** : 1236-1245.
- Mercier JC, Haze G, Gaye P, Petrissant G, Hue D, Boisnard M (1978b)** Amino terminal sequence of the precursor of ovine α -lactalbumin. Biochem. Biophys. Res. Commun, **85** : 662-670.
- Miocinovic D, Ostojic M, Vasic J (1981)** Changes in composition of ewes' milk during lactation, Dairy Sci. Abstr, **44** : N^o.4296.
- Moatsou A, Hatzinaki A, Samolada M, Anifantakis E (2004)** Major whey proteins in ovine and caprine acid wheys from indigenous Greek breeds. Intern. Dairy J, **15** : 123–131.

- Moatsou G, Samolada M, Atsabeki AK, Anifantakis E (2004)** Casein fraction of ovine milk from indigenous Greek breeds, *Lait*, **84** : (285–296).
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P, Addeo F (1993)** Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. *J. Dairy Res*, **60** : 199–213.
- Moody DE, Pomp D, Newman S, MacNeil MD (1996)** Characterization of DNA polymorphisms in three populations of Hereford cattle and their associations with growth and maternal EPD in line 1 herefords. *J. Anim. Sci*, **74** : 1784-1793.
- Moore RW (1966a)** Genetic factors affecting the milk intake of lambs. *Australian Journal of Agricultural Research*, **17**: 191-9.
- Moore RW (1966b)** Milk quality in Merino and Corriedale ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*, **17**: 201-8.
- Morand-Fehr P, Boyazoglu J (1999)** Present state and future outlook of the small ruminant sector. *Small Ruminant Res*, **34** : 175-188.
- Moroni P, Pisoni G, Varisco G, Boettcher P (2007)** Effect of intramammary infection in Bergamasca meat sheep on milk parameters and lamb growth. *J. Dairy Res*, **74** : 340-344.
- Moualek I (2011)** Caractérisation de lait de chèvre collecté localement séparations chromatographiques et contrôles électrophorétiques des protéines. Mém, Magi, Université Mouloud Mammeri-Tizi Ouzou (Algérie). PP 101.
- Muñoz MT, de la Hoz CB, Marañón LF, González MR, Prieto MP, Sánchez CM (2004)** Selective allergy to sheep's and goat's milk proteins, *Allergol et Immunopathol*, **32(1)** : 39-42
- Noziere P, Graulet B, Lucas A, Martin B, Grolier P, Doreau M (2006)** Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology* **131(3-4)** : 418-450.
- Nuñez M, Medina M, Gaya P (1989)** Ewes' milk cheese: technology, microbiology and chemistry. *J, Dairy, Res* **56** : 303-321.

Othmane MH, Carriedo JA, Primitivo FS, Delafuente LF (2002) Genetic parameters for lactation traits of milking ewes: protein content and composition, fat, somatic cells and individual laboratory cheese yield, *Genet. Sel. Evol*, **34** : 581–596.

Owen JB (1957) A study on the lactation and growth of Hill sheep in their native environment and under lowland conditions. *Journal of Agricultural Science*, **48** : 387-412.

Paccard P, Lagriffoul G (2006a) Synthèse bibliographique sur la composition du lait de brebis en composés d'intérêt nutritionnel. Personal communication, 28 pp.

Paccard P, Lagriffoul G (2006b) Synthèse bibliographique sur la composition des fromages de brebis en composés d'intérêt nutritionnel. Personal communication, 24 pp

Park YW, Chukwu HI (1988) Macro-mineral concentrations in milk of two goat breeds at different stages of lactation. *Small Rumin Res*, **1** : 157–165.

Park YW (1994) Hypoallergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Rumin. Res*, **14** : 151–161

Park YW (2006a) Goat milk—chemistry and nutrition. In : Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa, pp. 34–58.

Park YW, Haenlein GFW (2006) *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*, Blackwell Publishing. Ames, Iowa, USA/Oxford UK, 449 pp.

Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW (2007) Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin Res*, **68** : 88–113.

Parkash S, Jenness R (1968) The composition and characteristics of goat milk: Review. *Dairy Sci. Abstr*, **30** : 67-72.

Pavić V, Antunac N, Mioč B, Ivanković A, Havranek JL (2002) Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech J. Anim. Sci*, **2** : 80–84

- Pellegrini O, Remeuf F, Rivemale M (1994)** Évolution des caractéristiques physico-chimiques et des paramètres de coagulation du lait de brebis collecte dans la région de Roquefort (Evolution of physico-chemical characteristics and renneting properties of ewe's milk collected in the `Roquefort area »). *Lait*, **74** : 425-442.
- Pellegrini O, Remeuf F, Rivemale M, Barillet F (1997)** Renneting properties of milk from individual ewes: Influence of genetic and non-genetic variables, and relationship with physicochemical characteristics. *J. Dairy Res*, **64** : 355-366.
- Piredda G, Papoff CM, Sannas R, Campus RL (1993)** Influenza del genotipo dell'as1- caseina ovina sulle caratteristiche fisico chimiche e lattonimamometriche del latte. *Scienza e tecnica Lattiero Casearia*, **44**: 135-43.
- Ploumi K, Belibasaki S, Triantaphyllidis G (1998)** Some factors affecting daily milk yield and composition in a flock of Chios ewes, *Small Ruminant Research*, **28**: 89–92.
- Pokatilova GA (1985)** Dairy sheep and goat breeding. *Dairy Science Abstracts*, **48** : 3626.
- Posati LP, Orr ML (1976)** Composition of Foods. ARS, USDA, Washington, DC (Agric. Handbook No. 8–1).
- Prado MF, Natalucci CL (2002)** Electrophoretic analysis (tricine-SDS-PAGE) of bovine caseins. *Acta Faemacéutica Bonaerense*, **21(1)** : 57-60.
- Precht D (1992)** Detection of foreign fat in milk fat, I. Qualitative detection by triacylglycérol formulae. *Z. Lebensm Forschg*, **194** : 1–8.
- Provot C, Persuy MA, Mercier JC (1989)** Complete nucleotide sequence of ovine β -casein cDNA: inter-species comparison, *Biochimie*, **71**: 827–832.
- Provot C, Persuy MA, Mercier JC (1995)** Complete sequence of the ovine β -casein-encoding gene and interspecies comparison. *Gene*, **154** : 259-263.
- Pugliese C, Acciaioli A, Rapaccini S, Parisi G, Franci O (2000)** Evolution of chemical composition, somatic cell count and renneting properties of the milk of Massese ewes, *Small Ruminant Research*, **35**: 71-80.

- Pulina G (1990)** L'influenza dell'alimentazione sulla qualità del latte ovino. *L'informatore Agrario*, **37** : 31-9.
- Pulina G, Forbes JM, Nudda A, Brandano P (1994a)** Analisi delle correlazioni fra ingestione alimentare, peso corporeo e produzione latte quantita-qualitativa in pecore di razza Sarda (Analysis of the correlation between food intake, liveweight and yield and quality of milk in Sarda sheep). Proceedings of the 8th National Congress of the Italian Society of Pathology and Farming of Ovines and Caprines (SIPAOC) 397-400.
- Pulina G, Bencini R (2004)** Dairy Sheep Nutrition. CABI Publ., Wallingford, UK, 222 p.
- Rabilloud T, Fath Ss, Baur Evv, Egly Jm, Revelant O (1993)** Detergents et protéines membranaires. *Biofutur*, **126** : 2-12.
- Ramos M, Juarez M (2011)** Sheep milk. In : Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol. 4. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 494-502.
- Ran Gao (2010)** Ion speciation in milk-like systems. Thesis, Wageningen University. Netherlands.
- Ranucci SE, Morgante M (1994)** Sanitary control of sheep udder: total and differential cell controls in milk. Proceedings of the International symposium 'Somatic cells and milk of small ruminants', Bella, Italy, 25-27 September.
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y (2008)** Composition of goat and sheep milk products: An update, *Small Ruminant Research*, **79**: 57–72.
- Recio I, Ramos M, Amigo L (1997a)** Study of the polymorphism of ovine α 1 and α 2 casein by capillary electrophoresis. *J. Dairy Res*, **64** : 525–534.
- Recio I, Perez-Rodriguez M, Ramos M, Amigo L (1997b)** Capillary electrophoresis analysis of genetic variants of milk proteins from different species. *J. Chromatogr A*, **768** : 47–56.
- Recio I, Fernandez-Fournier A, Martin-Alvarez P, Ramos M (1997c)** β -lactoglobulin polymorphism in ovine breeds. Influence on cheesemaking properties and milk composition. *Lait*, **77** : 259–265.

- Recio I, de la Fuente MA, Juárez M, Ramos M (2009)** Bioactive components in sheep milk. In : Bioactive components in milk and dairy products (ed. by Park, Y.W.), pp. 83-104. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, USA.
- Remeuf F, Cossin V, Denvin C, Lenoir J, Tomassone R (1991)** Relationships between physico-chemical characteristics of milks and their cheese making properties. *Lait*, **71** : 397-421.
- Rijnkels M (2002)** Multispecies comparison of the casein gene loci and evolution of casein gene family. *J. Mammary Gland Biol, Neoplasia*, **7** : 327-345.
- Rodriguez E, Martin R, Garcia T, Hernandez PE, Sanz B (1990)** Detection of cows' milk in ewes' milk and cheese by an indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *J. Dairy Res*, **57** : 197-205.
- Rosen JM, Dale T, Gavigan S, Buhler T (1992)** Molecular biology of milk proteins, In: Mechanisms Regulating Lactation and Infant Nutrient Utilization. Houston : Wiley-Liss, 1-19
- Rouissi H, Kamoun M, Rekik B, Tayachi L, Hammami S, Hammami M (2005)** Etude de la qualité du lait des ovins laitiers en Tunisie, *Options Méditerranéennes, Series A, No. 78* : 307-311.
- Rowland SJ (1937)** The soluble protein fraction of milk. *J. Dairy Sci*, **8** : 6-15.
- Ruiu A, Pulina G (1992)** Mastiti ovine, qualità del latte e prospettive di profilassi sanitaria (Ovine mastitis, milk quality and prospects of prevention). *L'Informatore Agrario*, **48** : 37-40.
- Ruiz R, Oregui LM, Herrero M (2000)** Comparison of models for describing the lactation curve of Latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield. *J. Dairy Sci*, **83** : 2709-2719.
- Sacchi P, Chessa S, Budelli E, Bolla P, Ceriotti G, Soglia D, Rasero R, Cauvin E, Caroli A (2005)** Casein haplotype structure in five Italian goat breeds. *J. Dairy Sci*, **88** : 1561-1568.
- Sakul H, Boyland WJ (1992)** Evaluation of US Sheep breeds for milk production and milk composition. *Small Ruminant Research*, **7** : 195-201.
- Sakul H, Boyland WJ (1992)** Evaluation of US Sheep breeds for milk production and milk composition. *Small Ruminant Research*, **7** : 195-201.

- Salvatore P, Stefania G, Daniela P, Giovanni F, Grazia B, Alessandro T, Tonina R, Sergio U, Maria FA (2011)** Characterization of sheep milk fat globule proteins by two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis/mass spectrometry and generation of a reference map, *International Dairy Journal*, 1-9.
- Sanchez A, Ilahi H, Manfredi E, Serradilla M (2005)** Potential benefit from using the α s1-casein genotype information in a selection scheme for dairy goats. *J. Anim. Breed.Genet*, **122** : 21-29.
- Schaller GB (1977)** *Mountain Monarchs. Wild Sheep and Goats of the Himalaya*, University Chicago Press, 425 p.
- Schmidt DG (1982)** Association of caseins and casein micelle structure, In "Developments in Dairy Chemistry" (P. F. Fox, ed.) pp. 61-86. Applied Science Publishers, Barking.
- Schmidt DV, Ebner KE (1972)** Multiple forms of pig, sheep and goat α -lactalbumin. *Biochim. Biophys. Acta*, **263** : 714-720.
- Scolozzi C, Martini M, Abramo F (2003)** A method for identification and characterization of ewe's milk fat globules, *Milchwissensch*, **58**: 490–493.
- Sevi A, Albenzio M, Marino R, Santillo A, Muscio A (2004)** Effects of lambing season and stage of lactation on ewe milk quality. *Small Ruminant Research*, **51** : 251–259.
- Sharafeldin MA (1982)** Nomadic systems, In : COOP (I.E.) *World Animal Science, Cl. Sheep and goat Production*. Amsterdam : Elviesier, 441-458.
- Simos EN, Nikolaou EM, Zoiopoulos PE (1996)** Yield, composition and certain physicochemical characteristics of milk of the Epirus mountain sheep breed. *Small Rumin. Res*, **20** : 67-74.
- Snowder GD, Glimp HA (1991)** Influence of Breed, Number of Suckling Lambs, and Stage of Lactation on Ewe Milk-Production and Lamb Growth under Range Conditions. *J. Anim. Sci*, **69** : 923-930.
- Staiger EA, Thonney ML, Buchanan JW, Rogers ER, Oltenacu PA, Mateescu RG (2010)** Effect of prolactin β -lactoglobulin, and κ -casein genotype on milk yield in East Friesian sheep. *J. Dairy Sci*, **93** : 1736-1742.

Storry JE, Grandison AS, Millard D, Owen AJ, Ford GD (1983) Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species from ruminant. *Journal of Dairy Research*, **50(2)** : 215–229.

Swaigood HE (1992) Chemistry of the caseins, In: Fox PF, editor *Advanced Dairy Chemistry*. London : Elsevier, 63–110.

Swaigood HE (2003) Chemistry of the caseins. In : Fox PF, Sweeney PLH, editors. *Advanced Dairy Chemistry, Proteins*. 3rd edition, Part A. New York (NY) : Kluwer Academic/Plenum; p. 139–201.

Talevski G, Čobanova-Vasilevska R, Srbinovska S, Sireta Z (2009) Quality of the sheep milk as a raw material in dairy industry of Macedonia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, **25(5-6)** : 971-977.

Threadgill DW, Womack JE (1990) Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. *Nucleic Acids Res*, **18** : 6935-6942.

Timar A (2011) Sheep Milk Quality in Rucăr Area. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentară* pp : 681-686.

Treacher TT (1985) Dairy sheep production. In : *Milk production in developing countries* (AJSmith, ed). University Press, Edinburgh, 388-402.

Treacher TT, Caja G (2002) Nutrition during lactation, In : M. Freer and H. Dove (Eds.). *Sheep Nutrition*. CABI, Wallingford, U.K. P 213-236.

Trujillo AJ, Casals I, 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, *J.Chromatogr*, **870**: 371–380.

Trujillo AJ, Guamis B, Laencina, J, Lopez MB (2000) Proteolytic activities of some milk clotting enzymes on ovine casein. *Food Chemistry*, **71** : 449-457.

Veinoglou BK, Kalatzopoulos GK, Stamelos NC, Anifantakis EM (1968) Contribution to the study of the composition of milk from the Chios sheep breeds (in Greek, with English summary). *Greek Agric. Bank Bull*, **162** : 31-37.

- Vera RR, Aguilar C, Lira R (2009)** Differentiation of sheep milk and cheese based on their quality and composition. *Cienc. Inv. Agr*, **36(3)** : 307-328.
- Vilain AC (2010)** Qu'est-ce que le lait. *Revue française d'allergologie*, **50** : 124–127
- Voutsinas LP, Delegiamis C, Katsiari MC, Pappas C (1988)** Chemical composition of Boutsiko ewe milk during lactation. *Milchwissenschaft*, **43** : 766–771.
- Waugh DF (1958)** The interaction of as, b- and k-caseins in micelle formation. *Faraday Society Discussions*, **25** : 186–192
- Wilson LL, Varela-Alvarez H, Hess CE, Rugh MC (1971)** Influence of energy level, creep feeding and lactation stage on ewe milk and lamb growth characters. *J. Anim. Sci*, **33** : 686-690.
- Wittig I, Karas M, Schangger H (2007)** High-resolution clear native electrophoresis for In-gel functional assays and fluorescence studies of membrane proteins complexes. *Molecular and Cellular Proteomics*, **67**: 1215-1225
- Wohlt JE, Kleyn DH, Vandernoot GW, Selfridge DJ, Novotney CA (1981)** Effect of stage of lactation, age of ewe, sibling status, and sex of lamb on gross and minor constituents of Dorset ewe milk. *J. Dairy Sci*, **64** : 2175-2184.
- Yang AT, Larsen W, Tume RK (1992)** Carotenoid and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, **43**: 1809-1817.
- Yetişmeyen A, Gençer N, Gürsoy A, Deveci O, Şenel E, Şanlı E, Öztekin ŞF (2006)** Protein Properties of UF Teleme Produced from Various Types of Milk. *Journal of Food and Drug Analysis*, **14(3)** : 279-283.
- Zeder MA, Hesse B (2000)** The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10000 years ago. *Science*, **287** : 2254–2257.
- Zeuner FE, (1963)** *A History of Domesticated Animals*, Harper & Row Publishers, New York, 560 pp.

Annexes

Annexes

Annexe (01) : systématique des ovins et distribution géographique des populations ovines dans le monde.

Annexe (02) : Production du lait de brebis dans le monde, FAO stat (2010).

Annexe (03) : Détermination de la teneur en protéines par la méthode de Bradford (1976).

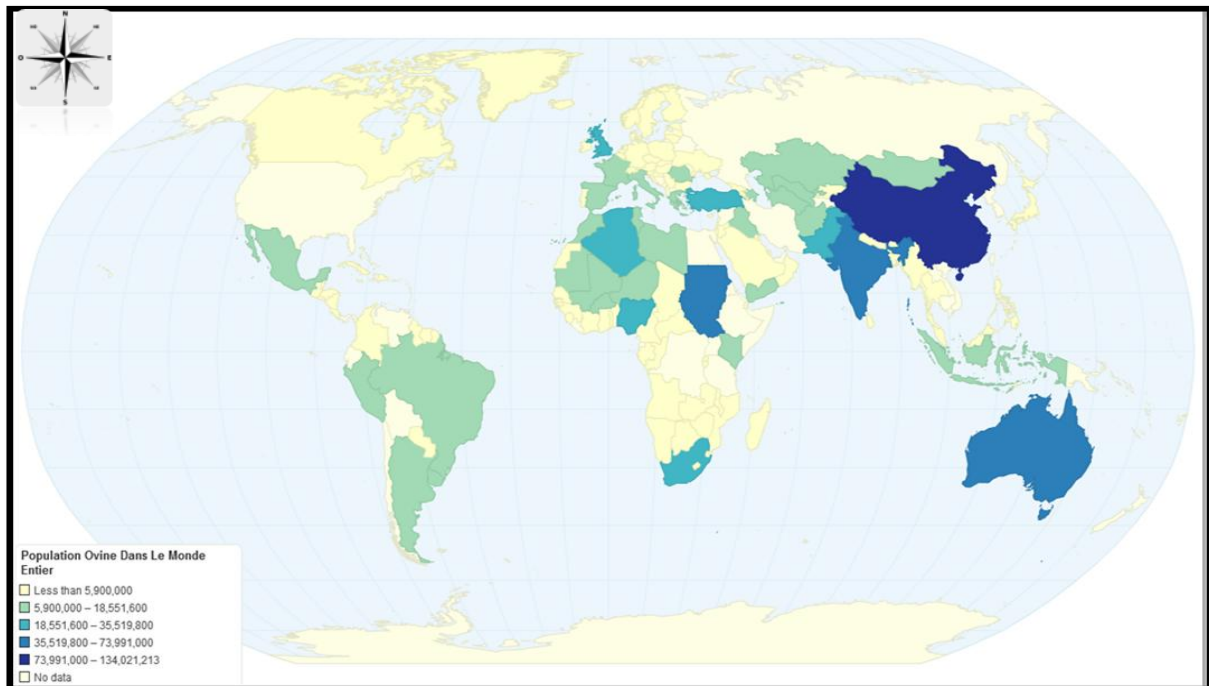
Annexe (04) : Électrophorèse en conditions non dénaturantes (PAGE-native).

Annexe (05) : Electrophorèse en présence de SDS et de 2-mercaptoéthanol (PAGE-SDS).

Annexe (06) : Electrophorèse en présence d'urée et de 2- mercaptoéthanol (PAGE-urée).

Annexe 01 : Systématique des ovins et distribution géographique des populations ovines dans le monde.

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Classe	Mammalia
Ordre	Artiodactyla
Famille	Bovidae
Sous-famille	Caprinae
Genre	Ovis



Annexe 02 : Production du lait de brebis dans le monde (tonne de lait/an), FAO stat (2010).

Annexe (3) : Détermination de la teneur en protéines par la méthode de Bradford (1976)

Préparation de réactif de Bradford :

- Bleu de coomassie G 250..... 50 ml
- Éthanol 95 %.....50 ml
- Acide Octophosphorique 85 %..... 100ml
- H₂O distillé Qsp.....1000 ml

Gamme étalon :

À partir de la solution mère de BSA, des dilutions sont préparées suivant le tableau ci-dessous :

	1	2	3	4	5	6	T
Volume de BSA à 1 mg. L ⁻¹ (µL)	5	10	20	30	40	50	0
Volume de l'H ₂ O (µL)	45	40	30	20	10	0	50
Réactif Bradford (mL)	2						

Annexe 04 : Électrophorèse en condition non dénaturante (PAGE native)**Solution d'acrylamide (A)**

- Acrylamide.....36 g
- Bisacrylamide.....1 g
- Eau distillée..... 100ml

Tampon de gel (B)

- Tris.....9,14 g
- Eau distillée..... 100 ml

Ajuster à pH 8,9 avec du HCL 4N

Tampon d'électrode (pour une plaque)

- Tris.....0,12 g
- Glycine.....0,58 g
- Eau distillée.....200 ml

Ajuster à pH 8,03 avec du Tris

Tampon d'échantillon

- Tampon du gel (B).....100µl
- Eau distillée.....700 µl
- Glycérol 50 %.....200 µl
- bleu de bromophénol.....une tête d'aiguille

dissoudre 1 mg de protéines lyophilisées dans 1 ml de ce tampon

Électrophorèse :

Préparation du gel T=12% et 2,7 %

- Solution (A).....3,25 ml
- Solution (B).....5 ml
- Eau distillée.....1.68 ml

dégazer le mélange pendant 2 min maximum

- TEMED.....10 μ l
- Solution de persulfate d'ammonium 10 % (P/V).....75 μ l

Couler et mettre le peigne immédiatement

Dépôt d'échantillon : 10 à 20 μ l

Mise sous tension : 50 mA, 65 v

Fixation : 30 min dans la solution de fixation

Coloration : 1 heure dans la solution de coloration

Décoloration : dans la solution de décoloration

Annexe (5) : Electrophorèse en présence de SDS et de 2-mercaptoéthanol (SDS-PAGE).

Solution :

Solution d'acrylamide (A) :

- Acrylamide.....36 g
- Bisacrylamide.....1 g
- Eau distillée.....100 ml

Tampon de gel de séparation (S) :

- Tris.....18,15 g
- Eau distillée.....100 ml

Ajuster à pH 8,8 avec HCl 4N

Tampon de gel de concentration (C)

- Tris.....6 g
- Eau distillée.....100 ml

Ajuster à pH 6,8 avec du HCl 4N

Tampon d'électrode

- Tris.....1,2 g
- Glycine.....5,76 g
- SDS.....0,2 g
- Eau distillée.....200µL

Ajuster à pH 8.3 avec du Tris

Tampon d'échantillon

- Solution (C).....500µl
- Eau distillée.....250 µl
- SDS (10 %).....250 µl
- 2-mercaptoéthanol.....50 µl

Dissoudre 1 mg de protéines lyophilisées dans 800 µL de ce tampon. Chauffage à 100 °C pendant 3-4 min puis refroidir dans un bain d'eau froide. Ajouter 200 µl d'une solution de glycérol 50 % (V/V) et quelques grains de bleu de bromophénol.

Solution de fixation

- TCA.....12 g
- Eau distillée (QSP).....100 ml

Solution de coloration

- Bleu de coomassie R 250.....0,5 g
- acide acétique.....4g
- Méthanol.....100 ml
- Eau distillée.....100 ml

Solution de décoloration

- Acide acétique.....37,5 ml
- Eau distillée.....312,5 ml
- Méthanol.....150 ml

Solution de persulfate d'ammonium

- Persulfate d'ammonium.....0,1 g
- Eau distillée (QSP).....1ml

Electrophorèse :**Préparation du gel de séparation T= 17 % et 2,7 % :**

- Solution (A).....4,6 ml
- Solution (S).....2,51 ml
- Eau distillée.....2,73 ml

Dégazer le mélange pendant 2 min maximum

- SDS (10 %).....100 µl
- TEMED.....13 µl
- Persulfate d'ammonium 10 %.....75µl

Couler à environ du sommet de plaque

Préparation du gel de concentration : T=4,8 % et C= 2,7 % :

- Solution (A)..... 1,3 ml
- Solution (C).....2,5 ml
- Eau distillée..... 5,8 ml

Dégazer le mélange quelques secondes.

- SDS (10 %).....100 µl
- TEMED.....20 µl
- Persulfate d'ammonium à 10 % (P/V).....10µl

Couler immédiatement sur le gel de séparation puis introduire le peigne.

Dépôt d'échantillon : 10 à 20 µl

Mise sous tension : 50 Am, 65v

Fixation : 30 min dans la solution de fixation.

Coloration : 1h et 15 min dans la solution de coloration.

Décoloration : dans la solution de décoloration.

Annexe (6) : Electrophorèse en présence d'urée et de 2- mercaptoéthanol (PAGE urée).

Solution :

Tampon de gel de séparation (S) :

- Tris.....18,15 g
- Eau distillée.....100 ml

Ajuster à pH 8,8 avec HCl 4N

Tampon de gel de concentration (C) :

- Tris.....6 g
- Eau distillée.....100 ml

Ajuster à pH 6,8 avec du HCl 4N

Tampon d'électrode

- Tris.....1,12 g
- Glycine.....0,58 g
- Eau distillée.....200 ml

Ajuster à pH 8,3 avec du Tris

Tampon d'échantillon

- Solution (C).....100 µl
- Urée.....700 µl
- 2-mercaptoéthanol.....200 µl
- Glycérol 50 %.....200 µl
- Bleu de bromophénol.....une tête d'aiguille

Dissoudre 1 mg de protéines lyophilisées dans 1 ml de ce tampon

Électrophorèse :

Préparation du gel de séparation T= 13 % et 2,7 %

- Acrylamide.....1,26 g
- Bisacrylamide.....0,04 g
- Urée.....2,4 g
- Solution (S).....10 ml

Dégazer le mélange 2 min

- TEMED.....30µl
- Solution de persulfate d'ammonium 10 % (P/V).....75 µl

Couler à environ 1,5 cm du sommet de la plaque.

Préparation du gel de concentration : T= 4 % et C= 2,7 %

- Acrylamide.....	0,38 g
- Bisacrylamide.....	0,01 g
- Urée	0,5 g
- Solution (C).....	10ml

Dégazer le mélange pendant 2 min

- TEMED.....	30µl
- Solution de persulfate d'ammonium 10 % (P/V).....	150µl

Dépôt de l'échantillon : 10 à 20 µl

Mise sous tension : 50Am, 65 v

Fixation : 25 à 30 min dans la solution de fixation.

Coloration : 1 h et 15 min dans la solution de coloration.

Décoloration : dans la solution de décoloration.