



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Aouissi Daouia et Benaidja Kheira

DOMAINE : Science de Nature et de Vie

FILIERE : Agronomie

OPTION : Amélioration des plantes et Biotechnologie

Thème

Contribution à l'étude de quelques espèces fourragères : Valeur alimentaire et effet sur la composition physico-chimique du lait de chèvre à Laghouat

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Ait salah Boubekour	Maitre assistant A	Président
Beheur Mourad	Maitre assistant A	Examineur1
Tennah Safia	Maitre de conférences A	Rapporteur
Laouadi Mourad	Maitre assistant A	Co-rapporteur

Promotion : Juin - 2016



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمارة ثليجي - الأغواط

كلية/معهد: العلوم.
قسم: العلوم الفلاحية

مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): بن نعيمة خيرة وعويسي ضاوية
ميدان: علوم الطبيعة و الحياة.
شعبة: علوم فلاحية
تخصص: حسين النباتات و البيو تكنولوجيا
موضوع البحث

المساهمة في دراسة بعض اصناف العلف : القيمة الغذائية و التأثير على المكونات
الفيزيوكيميائية لحليب الماعز في الاغواط

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
تناح صافية	استاد محاضر ا	مقرا
لعوادي مراد	استاد مساعدا	مقرا مساعدا

الدفعة: جوان 2016



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de nature et de vie

Filière : Agronomie

Option : Amélioration des plantes et Biotechnologie

Thème : **Contribution à l'étude de quelques espèces fourragères : Valeur alimentaire et effet sur la composition physico-chimique de lait de chèvre à Laghouat**

Présenté par : Aouissi Daouia et Benaidja kheira

Encadré par : Dr. Tennah Safia et Mr. Laouadi Mourad

Résumé :

Notre étude vise d'une part à étudier la composition chimique et la valeur énergétique de quelques plantes fourragères prélevées et communément consommées par les chèvres Arabia dans la zone de Tadjmout et d'autre part de déterminer leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques du lait cru produit par ces chèvres en début de leur lactation. Le travail s'est déroulé en deux parties ; la première partie consiste à réaliser des analyses fourragères sur 14 plantes steppiques, un fourrage cultivé et 2 aliments complémentaires, il s'agit de déterminer la matière sèche (MS), la matière minérale (MM), la matière organique (MO), la matière azotée totale (MAT) ainsi que la cellulose brute (CB). Aussi, la valeur énergétique a été calculée afin d'estimer l'apport énergétique de la ration consommée. Dans la deuxième partie, le lait de neuf chèvres a été collecté à raison d'un prélèvement tous les 15 jours depuis la mise-bas jusqu'au 90^{ème} jour du post-partum. Les analyses du lait ont concerné l'extrait sec total (EST), l'extrait sec dégraissé (ESD), la densité (D), le point de congélation (PC), le taux butyreux (TB) et le taux protéique (TP).

Les principaux résultats montrent une diversité floristique (9 familles recensées). Les Plantes 1 (non identifiée), 2 (*Rubia peregrina*), 3 (*Launea sp*), 4 (*Malva sylvestris*), 5 (famille de

Chenopodiaceae) et 6 (*Foeniculum vulgare Mill*) sont les plus performantes, elles ont présenté une bonne valeur énergétique (>1UFL/kg de MS), un taux de MAT élevé (15 à 30%) et de CB faible (9 à 16 %).

L'énergie totale fournie par les différents types d'aliments (steppiques, cultivé et complémentaires) est égale à 1,54UFL/jour (celle-ci ne permet de fournir que 2 kg de lait, selon les tables de l'INRA). Ce déficit énergétique de la ration s'est bien manifesté à travers les résultats des analyses physico-chimiques du lait, en effet, les valeurs enregistrées pour le TP étaient faibles, et le TB était variable en fonction du moment de prélèvement du lait. Ce dernier a donc permis d'estimer le pic de lactation à 1 mois (valeur minimale du TB enregistrée à cette période égale 3,07%).

La détermination de l'effet de l'alimentation sur la qualité du lait de chèvre locale à Laghouat, est une première investigation qui mérite d'être poursuivie sur des effectifs plus importants, durant toute la période de lactation tout en considérant les facteurs pouvant affectés la quantité et la qualité du lait notamment la saison et l'alimentation et ce afin de déterminer le vrai potentiel génétique de la chèvre Arabia pour la production laitière.

Mots-clés : Chèvre, Arabia, Plantes steppiques, Lait, Valeur alimentaire, Taux butyreux et Protéique, Laghouat.

Contribution to the study of some forage species: Nutritional value and effect on the physico-chemical composition of goat milk in Laghouat

Abstract

Our study aims at studying on one hand the chemical composition and energy value of some fodder plants selected and commonly consumed by Arabia goats in Tadjmout area and on other hand to determine their effects on the physico-chemical characteristics of raw milk produced by these goats in early lactation. The work was conducted in two parts; the first part consists to forage analysis of 14 steppe plants, one cultivated fodder and 2 complementary foods, it's to determine the dry matter (MS), mineral matter (MM), organic matter (MO), total azotic matter (MAT) and crude fiber (CB). Also, the energy value was calculated to estimate the energy intake of the consumed diet. In the second part, nine goats milk was collected every 15 days from parturition until the 90th post-partum. The milk analysis concerned the total solids extract (EST), the not fatty solids (ESD), the density (D), the freezing point (PC), the fat (TB) and protein contents (TP).

The main results show a floristic diversity (9 families identified). Plants 1 (unidentified), 2 (*Rubia peregrina*), 3 (*Launea sp*), 4 (*Malva sylvestris*), 5 (family of *Chenopodiaceae*) and 6 (*Foeniculum vulgare Mill*) are more performing, they presented a good energy value (>1UFL/kg of DM), a high MAT rate (15-30%) and low CB (9-16%).

The total energy provided by different types of food (steppe, cultivated and complementary) equals 1.54 UFL/day (this will allow the production of only 2 kg of milk, according to INRA tables). This energy deficit of ration was well demonstrated through the results of physico-chemical analysis of milk, effectively, the values recorded for the TP were low, and TB was variable depending on the milk sampling time. This element allowed the estimation of the peak lactation at 1 month (minimum value of TB registered in this period equals 3.07%).

The effect of feeding on the quality of local goat milk in Laghouat is an initial investigation, that merits to be continued on largest number of animals, throughout the lactation period while considering the factors that affected the quantity and quality of milk especially season and feeding in order to determine the real genetic potential of Arabia goat for milk production.

Key words: Goat, Arabia, Steppe plants, Milk, Nutritional value, Fat and Protein contents, Laghouat.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية/معهد: العلوم
قسم: العلوم الفلاحية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: علوم الطبيعة و الحياة

الشعبة: علوم زراعية

التخصص: تحسين النباتات و البيو تكنولوجيا

تقديم الطالبان: بن نعيجة خيرة و عويسي ضاوية

عنوان المذكرة: المساهمة في دراسة بعض اصناف العلف : القيمة الغذائية و التأثير على المكونات الفيزيوكيميائية لحليب الماعز في الاغواط
الأستاذ المؤطر: تناح صافية و لعوادي مراد

ملخص المذكرة: يهدف عملنا هذا من جهة إلى دراسة التركيبية الكيميائية والقيمة الطاقوية لدى بعض اصناف العلف المنتقاة و التي يستهلكها عادة الماعز العربية في منطقة تاجموت و من جهة اخرى تهدف إلى تحديد آثارها على الخصائص الفيزيوكيميائية للحليب ، الذي تنتجه هذه الماعز في أوائل ادرار الحليب . أجري العمل في جزأين، قمنا في الجزء الأول بإجراء تحليلات العلف المكون من 14 نباتا سهبيا و علفا مزروعا و غذائين تكميلين من اجل تحديد المادة الجافة (MS)، المادة المعدنية (MM)، المادة العضوية (MO)، المادة الازوتية (MAT) والألياف الخام (CB) . و قمنا ايضا بتقدير كمية الطاقة المستهلكة في هذا الغذاء ، تم اجراء تحاليل الحليب لتسعة رؤوس من الماعز بمعدل عينة كل 15 يوما و ذلك منذ الولادة الى غاية 90 بعدها والتي تضمنت المستخرج الجاف (EST)، المواد الصلبة بدون الدهون (ESD)، الكثافة (D)، درجة التجمد (PC)، محتوى الدهون (TB) والبروتين (TP).

النتائج المتحصل عليها تظهر تنوعا نباتيا (9 عائلات التي شملتها الدراسة). النباتات 1 (مجهولة الهوية) ، 2 (*Rubia peregrina*)، 3 (*Launea sp*)، 4 (*Malva sylvestris*)، 5 (*famille de Chenopodiaceae*) و 6 (*Foeniculum vulgrae Mill*) ، قدمت قيمة جيدة للطاقة < 1 UFL / Kg MS ، و نسبة مرتفعة من MAT (15-30٪) و منخفضة من CB (9-16٪).

مجموع الطاقة التي توفرها الاعلاف المستهلكة (السهبية، المزروعة والتكميلية) يساوي 1,54 UFL/يوم (وهذا لا يسمح الا بإنتاج 2 كيلوغرام من الحليب، وفقا لجداول INRA). إن هذا العجز الطاقوي يظهر تأثيره جيدا من خلال التحاليل

الفيزيوكيميائية للحليب، التي سجلت نسبا منخفضة من TP. اما محتوى الدهون فهو متغير تبعا للوقت الذي أخذت فيه عينات الحليب. و قد سمح لنا هذا الأخير بتقدير ذروة ادرار الحليب في الشهر الاول (قيمة الحد الأدنى في هذه الفترة يساوي (3,07%).

تحديد تأثير النظام الغذائي على نوعية حليب الماعز المحلي في الأغواط هي الدراسة الأولى من نوعها و التي تستحق المتابعة على عدد اكبر من الماعز طوال فترة انتاج الحليب مع مراعاة العوامل التي قد تؤثر على كمية ونوعية الحليب كتأثير الفصول و الغذاء و ذلك لتحديد الإمكانيات الجينية الحقيقية للماعز العربية لإنتاج الحليب.

الكلمات المفتاحية: ماعز ، عربية ، النباتات السهبية ، حليب ، قيمة غذائية ، محتويات الدهون و البروتين ، الأغواط .

Dédicace

Je dédie ce travail

À la plus chère personne de ma vie : ma mère pour ses sacrifices, ses tendresses, son amour infinie.

A tous qui m'ont aidé à réaliser ce modeste travail spécialement mon cher oncle Mahmoud et aussi ma tante Fatma pour ses encouragements, ses dévouements et ses appuis.

A toute ma grande famille et particulièrement mes chers frères : Amar, Aïssa, Kouïder et NouNou que Dieu les garde.

A ma chère Kheïra, Qui a été toujours près de moi, sans oublier mes collègues et mes camarades

Aouissi Daouia

Dédicace

Je dédie ce travail

A la source de la tendresse, ma mère

*A mon père, qui m'a appris que la patience est le Secret du
succès*

*A tous mes frères : Brahim, Minou, Youssef et le petit
Ayoub*

*A mes sœurs : Fatima, Mebaraka, Khadidja et ma tante
Kheira et Dehayeba*

A toutes mes copines de la cité universitaire,

Et à tous ceux qui croient en la science.

Benaïdja Kheira

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu le tout-puissant pour nous avoir donné la volonté, la santé, le courage et la patience afin de mener à bien ce travail

Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui de près ou de loin, nous ont accompagné et soutenu tout au long de ce mémoire.

En premier lieu nos plus sincères remerciements et reconnaissance vont spécialement à nos encadrateurs Dr. TENNAH Safia Maître de conférences A à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger et Mr. LAOUADI Mourad Maître assistant A à l'Université Amar Telidji de Laghouat pour leur encadrement, leurs orientations avec leurs précieux conseils, leur patience et compréhension au vrai sens du mot.

Au terme de ce travail, nous exprimons tous nos remerciements aux membres de jury qui ont fait l'honneur en acceptant d'examiner ce travail.

Nous remercions l'ensemble des enseignants d'Agronomie pour les diverses connaissances qu'ils nous ont transmis tout au long de notre cursus universitaire.

*Sans oublier les ingénieurs du laboratoire central de l'ITELV :
Saadi Samia, Bouhaine Yasmine et Diaf soumia*

Table des Matières

Dédicace 1.....	I
Dédicace 2.....	II
Remerciements.....	III
Table des matières.....	IV
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des figures.....	IX
Liste des symboles et des abréviations.....	X

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

Chapitre I : Généralités sur la chèvre

I. Systématique (Taxonomie).....	3
II. Origine et domestication de la chèvre	4
III. La conformation et aspect extérieur	5
IV. Répartition et évolution des caprins dans le monde, au Maghreb et en Algérie.....	5
V. Les principales races caprines laitières dans le monde.....	6
VI. Les races caprines Algériennes	7
VII. Les systèmes d'élevage	9
VI.1. Système extensif.....	9
VI.1.1. Nomadisme	9
VI.1.2. Transhumance	10
VI.1.3. Sédentaire	10
VI.2. Système semi extensif	10
VI.3. Système intensif	10

Chapitre II : Le lait

I. Définition de lait.....	12
II. Production laitière dans le monde, en Afrique et au Maghreb.....	12
III. Caractéristiques du lait de chèvre.....	13
III.1. Caractéristiques organoleptiques.....	13

III.2. Composition du lait de chèvre	14
III.2.1. L'eau.....	14
III.2.2. Les glucides.....	14
III.2.3. La matière grasse.....	15
III.2.4. Les minéraux.....	15
III.2.5. Les protéines.....	15
III.2.6. Les vitamines.....	16
III.3. Caractéristiques physico-chimiques.....	16
III.3.1. Le PH.....	16
III.3.2. La densité (ou poids spécifique).....	16
III.3.3. Le point de congélation.....	17
III.3.4. Conductivité électrique.....	17
III.3.5. Viscosité.....	17
III.3.6. Extrait sec.....	18
IV. Qualité nutritionnelle du lait de chèvre.....	18
V. Facteurs de variation de la production et de la qualité du lait	18
V.1. Facteurs intrinsèques (liés à l'animal).....	19
V.1.1. Facteurs génétiques.....	19
V.1.2. Facteurs physiologiques.....	19
V.2. Facteurs extrinsèques.....	20
V.2.1. Alimentation.....	20
V.2.2. Saison et climat.....	20

Chapitre III: Alimentation de la chèvre

I. Notions générales.....	21
II. Besoins et Apports recommandés.....	22
II.1. Les besoins.....	22
II.1.1. Les besoins d'entretien.....	22
II.1.2. Les besoins de croissance.....	22
II.1.3. Les besoins de la gestation.....	22
II.1.4. Les besoins de lactation.....	23
II.2. Les apports.....	23
II.2.1. Apport énergétique.....	23

II.2.2. Apport en protéines	24
III. Composition chimique des fourrages.....	24
-Eau.....	24
-Matière sèche	24
-Matière minérale.....	24
-Matières organiques	25
a-Glucides.....	25
b-Matières grasses.....	26
c. Matière azoté totale	26

Partie expérimentale : Matériel et Méthodes

Les objectifs.....	27
I. Présentation de la région d'étude.....	27
II. Matériel.....	29
II.1. Matériel végétal.....	29
II.2. Matériel animal.....	33
II.3. Matériel de laboratoire.....	34
II.3.1. Analyses fourragères.....	34
II.3.2. Analyses du lait.....	34
III. Méthodes.....	35
III.1. Analyses fourragères.....	35
III.2. Estimation de la valeur énergétique.....	38
III.3. Analyse physico-chimique du lait.....	39
IV. Enregistrement des résultats et analyse statistique	39

Résultats et Discussion

I. Composition chimique et valeur énergétique de la ration.....	40
II. Analyse physico-chimique du lait.....	44
II.1. Extrait sec total.....	45
II.2. Densité.....	46
II.3. Point de congélation.....	46
II.4. Taux butyreux.....	47

II.5. Taux protéique.....	48
Conclusion	50
Références bibliographiques	52

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Caractéristiques zootechniques de quelques populations caprines en Algérie.....	9
Tableau N°2 : Composition moyenne en % du lait de femme, chèvre, vache et brebis.....	16
Tableau N°3 : Les aliments utilisés dans la ration des chèvres.....	29
Tableau N°4 : Les caractéristiques des chèvres de l'étude.....	34
Tableau N°5 : Composition chimique et valeur énergétique des plantes étudiées.....	40
Tableau N°6 : Résultats d'analyse physico-chimique du lait au cours des trois premiers mois de lactation exprimés en %.....	45
Tableau N°7 : Taux Butyreux (TB) enregistrés en Algérie et dans d'autres pays du monde.....	47
Tableau N°8 : Taux Protéiques (TP) enregistrés en Algérie et dans quelques pays du monde.....	48

Liste des figures

Figure N°1 : Production du lait de chèvre dans les pays du Maghreb (en tonnes)	13
Figure N°2 : Localisation géographique de Tadjmout.....	28
Figure N°3 : Chèvre de race Arabia	33
Figure N°4 : EKOMILK utilisé pour analyse physico-chimique du lait.....	39

Liste des symboles et des abréviations

ADF : Acid Detergent Fiber

°C : degré Celsius

CB : Cellulose brute

Cm : Centimètre

CP : Exprimée en centpoises

D : Densité

DSA : Direction des services Agricoles

EB : Énergie brute

ED : Énergie digestible

EM : Énergie métabolisable

EN : Énergie nette

ENL : Énergie nette lait

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO : Food and Agriculture Organization

FAOSTAT : Food and Agriculture Organization Statistique

g : Grammes

ha : Hectare

H₂O : Eau

INRA : Institut national de la recherche Agronomique

ITELV : Institut Technique des élevages

J-C : Avant la naissance du Christ

Kg : Kilogramme

km² : kilo mètre carré

L : Lactation

m : Mètre

MAT : Matières Azotées Totales

Max : Maximum

MG : Matière grasse

Min : Minimum

min : Minutes

ml : Millilitre

mm : Millimètre

MM : Matière Minérale

Moy : Moyenne

MO : Matière organique

MS : Matière sèche

NDF : Neutral Detergent Fiber

PC : Point de congélation

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin

pH : Potentiel de l'hydrogène

Qx : quintaux

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

UFL : Unité Fourragère Lait



Introduction

Afin de combler le déficit en protéines d'origine animale, les populations à faibles revenus recourent généralement à la consommation de lait parce que, d'une part, en tant que produit très riche en nutriments, le lait peut suppléer à d'autres produits coûteux tels que la viande par exemple et, d'autre part, il est subventionné par l'État (Amellal, 1995).

En Algérie, le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation. Sa consommation est égale à 110 litres/habitant/an (c'est le 1^{er} pays au Maghreb). Malheureusement, la production nationale (assurée à 80% par le cheptel bovin) ne couvre pas les besoins de la population, donc la filière lait en Algérie est très dépendante du marché mondial (Dilmi Bouras, 2008).

Devant ce problème crucial, la réflexion de l'état était d'importer des animaux de races exotiques afin d'accroître les productions (26.500 génisses gestantes en 2011 et 28.300 en 2012) (Soukehal, 2013) sans tenir compte, des problèmes d'alimentation, et d'adaptabilité de ces animaux à l'égard des conditions de l'environnement. Il convient de signaler par ailleurs qu'il y a eu un accroissement de la production mais qui est surtout le fait d'une augmentation des effectifs et non des rendements individuels et de productivités des exploitations (Amellal, 1995). Donc, ces solutions aboutissent à l'échec.

De ce fait, il est nécessaire de mettre en place une stratégie agro-alimentaire visant à long terme l'amélioration de la production laitière, en développant l'élevage d'un animal producteur du lait, qui n'a pas de grandes exigences en matière d'alimentation : cet animal est la chèvre. En plus, le lait de chèvre présente une composition nutritionnelle comparable à celle du lait de vache (Renner *et al.*, 1996).

L'Algérie compte 5,13 millions de têtes caprines (FAOSTAT, 2015) ce qui correspond à 14,51% de l'effectif total des ruminants. Laghouat est une région aride dont l'environnement est favorable pour l'élevage ovin et caprin qui constitue une part non négligeable de la vie sociale et économique des éleveurs de la région.

Les parcours naturels constituent la base alimentaire des bovins, des caprins et des ovins; en Algérie, l'alimentation fournie par la steppe étant le paramètre clé sur lequel est basé le système caprin extensif. L'étude et la connaissance de la composante floristique

naturelle et de sa valeur alimentaire est indispensable pour l'amélioration des productions animales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a comme objectifs, d'une part l'identification des plantes steppiques communément consommées par les chèvres dans la zone d'étude (Tadjmout) ainsi que leurs valeurs nutritionnelles afin de répertorier les espèces les plus performantes. D'autre part, de vérifier si les rations à base de ces plantes steppiques sont suffisantes pour couvrir les besoins d'une production laitière de quantité et de qualité, à travers l'étude des caractéristiques physico-chimiques du lait cru produit par les chèvres.

Ce travail se divise en deux parties :

La première partie concerne une recherche bibliographique (Partie théorique): Généralités sur les caprins et sur l'alimentation et le lait de chèvre.

Puis, dans la deuxième partie, nous présentons le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail, ainsi que les résultats et discussion. Enfin, nous terminerons par une conclusion générale qui permet de faire une synthèse des différents résultats préalablement décrits et les perspectives attendues en termes aussi bien de développement que de recherche.



Partie bibliographique



Chapitre I

***Généralités sur la
chèvre***

Les caprins jouent un rôle important dans l'économie rurale des pays en voie de développement, en particulier dans les zones où les conditions environnementales sont défavorables (Carl et Kees Van, 2004). Les caprins sont très appréciés parce qu'ils s'adaptent facilement aux conditions rudes et à la sécheresse (Shkolnik et *al.*, 1980), où les bovins et les ovins ne peuvent survivre (Gaddour et *al.*, 2007), aussi parce qu'ils sont des utilisateurs importants des terres marginales (Kalantzopoulos et *al.*, 2004).

I. Systématique (Taxonomie)

Selon Holmes-Pegler (1966), Babo (2000) et Fournier (2006), le caprin domestique dont le nom scientifique *Capra hircus* appartient à :

Règne : Animal

Embranchement : Vertébrés

Classe : Mammifères

Sous-classe : Placentaires

Ordre : Artiodactyles

Sous-ordre : Ruminants

Famille : Bovidés

Sous-famille : Caprinés

Genre : *Capra*

Corbet (1978), Corbet et Hill (1980) in Denis (2000) citent 6 espèces :

1- *Capra aegargus*

2- *Capra ibex*

3- *Capra caucasica*

4- *Capra cylindricornis*

5- *Capra pyrenaica*

6- *Capra falconer*

II. Origine et domestication de la chèvre

Plusieurs auteurs ; Epstein (1971), Esperandieu (1975), Mason (1984), Vigne (1988) et Lauvergne (1988) affirment que l'ancêtre de la chèvre domestique est une « chèvre sauvage du Proche-Orient », *Capra hircus aegagrus*, qu'on retrouvait en Asie antérieure et en Afrique Orientale, et qui inaugure la série de chèvres domestiques groupées sous le nom de *Capra hircus*.

Selon French (1971), la chèvre sauvage à **Bézoard** du sud-ouest asiatique pouvait être considérée comme l'ancêtre de la plupart des chèvres domestiques, tandis que la chèvre **Ibex Abyssin** se trouve de même associée avec la chèvre à Bézoard dans l'ascendance de nombreuses chèvres du Nord et de l'Est de l'Afrique. Selon Geoffroy (1919) et Mramet (1971), les chèvres indigènes de l'Afrique du nord sont originaires de NUBIE.

La domestication des ruminants apparut 9000 ans environ avant J-C au Proche-Orient et en Asie centrale. Celle des bovidés, qui suivit de peu la domestication des moutons et des chèvres, est attestée aux environs de 8000 ans avant J-C. (Alderson, 1992; Marsan et *al.*, 2002).

Il est classiquement admis que la chèvre est le second animal à avoir été domestiqué vers -7500 ans (Vigne, 1988 ; Denis, 2002). Cette domestication remonte au 6^{ème} ou même au 8^{ème} millénaire avant notre ère, au moyen orient (Lauvergne, 1988).

Aujourd'hui, la classification des animaux de la ferme, s'oriente vers le type évolutif, qui tient compte des forces de sélection à caractère et intensité variables, qui se sont exercées depuis les débuts de la domestication. Ainsi, selon Lauvergne (1988), on peut distinguer comme étant apparues successivement : les populations traditionnelles, les races standardisées et les lignées sélectionnées.

La domestication des ovicaprins en Algérie apparait moins incertaine; contrairement au bœuf, les capridés représentés par *Capra hircus* furent introduits depuis le néolithique (Trouette, 1930; Esperandieu, 1975; Camps, 1976). Les gravures et les peintures dans l'art rupestre du Maghreb arabe et du Sahara depuis plusieurs dizaines de milliers d'années associent les humains à des animaux : les relations qui s'établissent entre deux familles de

figuration fournissent des informations zootechniques et socioculturelles inaccessibles par la famille (Dupuy et *al.*, 2002).

III. La conformation et aspect extérieur

Les capridés ont un corps robuste, trapu et pourvu de poils, des membres courts et solides, le cou est gros, la tête est relativement petite, rarement empâtée, a un profil variable selon les races, munie d'une petite barbiche, d'un museau pointu et d'un front étroit et bombé, la queue triangulaire est dépourvue de poils sur sa face ventrale (en dessous) et presque toujours droite, les pieds sont plus forts que chez les ovidés, ce qui, avec un os canon particulièrement robuste facilite la vie en terrain accidenté. Les yeux sont grands et brillants, avec un iris jaune ou marron clair, dotés de pupilles transversales, comme chez les ovinés, mais ils ne comportent pas de larmier, les oreilles souvent droites pointues, sont très mobiles, leurs ports sont généralement en relation avec leur taille ; on rencontre : des oreilles longues et pendantes, des oreilles petites et dressées, des oreilles moyennes et horizontales, les cornes présentes chez les deux sexes et peuvent présenter des formes différentes. Les cornes des mâles sont beaucoup plus développées que celle des femelles (Larousse 1971 cité par Marmet, 1971; Fournier, 2006; Bendaoud, 2009).

IV. Répartition et évolution des caprins dans le monde, au Maghreb et en Algérie

Le cheptel caprin mondial est évalué par la FAO à plus d'un milliard de têtes en 2014, soit une progression d'environ 3,06% depuis 2013 (30 millions de têtes) (FAOSTAT, 2016).

Selon les statistiques de la FAO en 2014, l'élevage caprin est très concentré dans le continent Asiatique qui détient 58,2% de l'effectif mondial, suivi par le continent Africains avec (36,2%). L'Amérique, l'Europe et l'Océanie viennent clore ce classement avec respectivement 3,5%, 1,7% et 0,4% (FAOSTAT, 2016).

La Chine est à la tête des effectifs avec un troupeau estimé à 188 millions, soit 19% du cheptel mondial, suivi par l'Inde dont l'effectif est évalué à 133 millions de têtes, soit 13% du cheptel mondial, toujours selon les statistiques de la FAO en 2014 (FAOSTAT, 2016).

L'Afrique compte le Nigeria en tête des effectifs (71 millions de têtes, soit 7% de l'effectif mondial) selon les mêmes statistiques (FAOSTAT, 2016).

La population caprine du Maghreb compte en 2014 plus de 20 millions de têtes dont le Maroc est en tête avec 6,15 millions suivi par la Mauritanie (5,68 millions), l'Algérie (5,13 millions), la Lybie (2,58 millions) et enfin la Tunisie (1,25 millions) (FAOSTAT, 2016).

V. Les principales races caprines laitières dans le monde

- **La race Alpine :** c'est la race la plus répandue, originaire du massif d'Alpin de France et de Suisse. Elle est de taille et de format moyens. Sa tête est triangulaire, plus souvent cornue. Les oreilles sont portées dressées en cornet assez fermées. La robe est à poil ras et de couleur très variée. Les mamelles sont volumineuses. L'Alpine est une forte laitière, qui supporte bien les différents modes d'élevages (Charron, 1986; Benalia, 1996; Babo, 2000; Gilbert, 2002; Fantazi, 2004). La production moyenne laitière est de 790kg pour une lactation de 268 jours, avec 3,24% de taux protéique (TP) et 3,73% de taux butyreux (TB) (Institut de l'Élevage–FCL, 2007).
- **La race Saanen :** Originaire de la vallée de Saane en Suisse, c'est un animal de fort développement, profond, épais, possédant une bonne charpente osseuse, la robe et le poil sont uniformément blancs, la mamelle est globuleuse. La Saanen est une meilleure productrice du lait dans le monde, et donne surtout d'excellent chevreaux dont la viande est très appréciée (Holmes-Pegler, 1966; Quittet, 1977 ; Benalia, 1996; Babo, 2000; Gilbert, 2002). Elle s'adapte très bien aux différents modes d'élevage notamment intensifs. Pour ses qualités laitières, la production moyenne est de 800 kg en 270 jours, avec un TP de 31,3 g/kg et un TB de 35,3 g/kg (Institut de l'Élevage – FCL, 2007).
- **La race Poitevine :** La chèvre Poitevine est un animal de format moyen et d'aspect longiligne (Quittet, 1977). Il s'agit d'une race laitière menacée de disparition, qui a été relancée ces dernières années par quelques éleveurs. La Poitevine est une race rustique, qui semble être bien adaptée au pâturage, qui est souvent appréciée pour

la qualité fromagère de son lait. La production laitière est en moyenne de 492 kg en 242 jours (lactation moins persistante que les précédentes), avec un TP de 30,9 g/kg et un TB de 35,7 g/kg (Institut de l'élevage – FCL, 2007).

- **La race Maltaise :** Dite aussi la chèvre de Malte, elle est rencontrée dans les régions des littoraux d'Europe, elle est caractérisée par un chanfrein busqué, l'oreille plus ou moins tombante, une tête longue à profil droit et un dos long et bien horizontal, sa robe est de couleur blanche, à poils longs (Holmes-Pegler, 1966; Quittet, 1977; Benalia, 1996; Babo, 2000; Gilbert, 2002). C'est une bonne productrice du lait. Elle serait à la base de certaines chèvres laitières d'Italie, d'Afrique du Nord et même de Grèce (Holmes-Pegler, 1966; Charlet et Le-Jaowen, 1975; Fantazi, 2004).
- **La race Toggenburg :** originaire de la province de Toggenburg, mais elle tend à reprendre son accroissement en raison de ses aptitudes laitières, et les animaux de cette race sont exportés en Allemagne et en Angleterre. Sa robe est brune claire portant deux bandes grisâtres sur les joues, l'extrémité du nez est grise ainsi que le poil des jambes jusqu'aux genoux et au bord des oreilles. La hauteur au garrot est en moyenne de 75 à 83cm pour les mâles, et 70 à 80cm pour les femelles, le poids vif moyen adulte atteint 63kg pour les mâles, et 45 kg pour les femelles. Les chèvres Toggenburg sont de bonnes laitières, mais le rendement est inférieur à celui de la Saanen (French, 1971).
- **La race Murcie :** originaire de la province de Murcie. Elle se caractérise par une tête fine, des oreilles portées horizontalement, des cornes rares, un encolure long, le corps est long arrondi à poils ras sur le corps et les membres, la robe est de couleur acajou variant de l'alezan au brulé parfois noire, c'est un animal rustique et ses qualités laitières sont développées (Dekkiche, 1987).

VI. Les races caprines Algériennes

Le cheptel caprin Algérien est très hétérogène et composé par des animaux de population locale à sang généralement Nubien (Fantazi, 2004; Bey et Laloui, 2005). Selon

Madani (2000), les populations existantes en Algérie sont de type traditionnel, dont la majorité entre elles sont soumises uniquement à la sélection naturelle.

La population locale est divisée en trois sous populations (Feliachi, 2003 ; Madani et *al.*, 2003 ; Fantazi, 2004 ; Bey et Laloui , 2005) :

- La chèvre arabe divisée en deux races : l'Arabia et la Makatia ;
- La naine de Kabylie ;
- Et la M'zabit.

- **La race Arabia** : c'est la race la plus dominante, se localise surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de 50-70cm, une tête dépourvue de cornes avec des oreilles longues et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs : 12-15cm. La chèvre Arabe à une production laitière moyenne de 1,5 litre par jour (Feliachi, 2003; Madani et *al.*, 2003; Fantazi, 2004; Bey et Laloui, 2005). D'après Dekkiche (1987) et Madani et *al.* (2003), il existe deux types : le sédentaire et le transhumant.
- **Race Makatia** : appelée aussi Beldia, se localise dans les hauts plateaux et la région Nord de l'Algérie. C'est une race de grande taille, se caractérise par un corps allongé, une robe polychrome (beige, grise, blanche, brune) à poils ras et fins, et des oreilles tombantes. Elle est utilisée principalement pour la production du lait et de la viande et spécialement pour la peau et le cuir (Feliachi, 2003 ; Madani et *al.*, 2003 ; Fantazi, 2004 ; Bey et Laloui , 2005). D'après Guelmaoui et Abderehmani (1995), elle est originaire de Ouled Nail, on la trouve dans la région de Laghouat. Elle est sans doute le résultat du croisement entre l'ARABIA et la CHERKIA (Djari et Ghribeche, 1981), généralement elle est conduite en association avec la chèvre ARABIA sédentaire.
- **Race Kabyle** : Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Elle est robuste, massive, et de petite taille d'où son nom «Naine de Kabylie». Sa production laitière est mauvaise, elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable (Feliachi, 2003 ; Madani et *al.*, 2003 ; Fantazi, 2004 ; Bey et Laloui , 2005).

- **Race M'zabit** : Appelée également Touggourt, M'zab, et la chèvre rouge des oasis, cette chèvre est originaire de M'tlili dans la région de Ghardaïa. Elle peut toutefois se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara (Feliachi, 2003 ; Madani et al., 2003 ; Bey et Laloui., 2005) et se caractérise par une taille moyenne de 60 à 65cm. La robe est à poil court et de trois couleurs : chamois, noir et blanc. Le chamois est le plus dominant, le noir forme une ligne régulière sur l'échine alors que le ventre est tacheté par le blanc et noir. Sa production laitière est bonne (2-3 litre/jours) (Fantazi, 2004; Bey et Laloui, 2005).

Le tableau N°1 ci-dessous montre quelques caractéristiques zootechniques des races algériennes (durée de lactation et production laitière).

Tableau N°1: Caractéristiques zootechniques de quelques populations caprines en Algérie

Races	Durée de lactation (en jours)	Production laitière par lactation (en Kg)
ARBIA	150	220
MAKATIA	120	80
NAIN DE KABYLIE	150	105
M'ZABITE	180	460

Source : Fantazi ; 2005

VII. Les systèmes d'élevage

C'est l'ensemble des techniques et des pratiques mises en œuvre par une communauté pour exploiter dans un espace donné, des ressources végétales par des animaux dans des conditions compatibles avec ses objectifs et avec les contraintes du milieu (Lhost, 1984).

Les différents types de système d'élevage sont :

VI.1. Système extensif

Selon Nedjraoui (1981), c'est le système le plus répandu, l'alimentation est assurée essentiellement dans les parcours, il est divisé en trois sous systèmes.

VI.1.1. Nomadisme : C'est le déplacement de l'animal et de l'homme, à la recherche de pâturage et de l'eau, il est régulé par un seul facteur qui est la pluviométrie et la disponibilité de l'eau dans les régions steppiques et sahariennes (Richard, 1985).

VI.1.2. Transhumance : C'est le déplacement saisonnier cyclique des troupeaux synchronise des pluies pour l'exploitation des ressources fourragères et hydrauliques temporaires dans un espace agraire dont les éleveurs ont la maîtrise technique par droit d'usage coutumier (M.A.P., 1986).

VI.1.3. Sédentaire : est synonyme du système d'élevage en bergerie ou système intensif à cause de la transition du système extensif en système intensif comme le déclare Richard (1985). Selon Boukhobza (1982), la sédentarisation est le résultat ultime d'un développement du processus de dégradation de la société pastorale. Le sédentaire pratique l'élevage pour la consommation du lait, il mène des caractérisations de la vie urbaine (vie sanitaire et scolaire).

VI.2. Système semi extensif

Selon Faye (1997), le système semi extensif est le déplacement qui existe toujours mais n'est pas régulier dans le temps et dans l'espace, il est plutôt fonction d'un seul paramètre qui est la pluviométrie.

VI.3. Système intensif

Concerne principalement les races améliorées, ce système s'applique aux troupeaux orientés vers la production laitière où la production fourragère est à favoriser (Nedjraoui, 1981). Selon Faye (1997), le système intensif met en stabulation les animaux pour leur apporter les ressources nécessaires pour la production de lait ou de viande.

En Algérie il existe deux grands modes d'élevage qui prédominent :

- **Élevage Nomade :** Le cheptel caprin nomade est toujours conduit avec les ovins, ces troupeaux se déplacent pendant l'été vers le nord, surtout les hautes plaines, pâturant sur les chaumes de blé. Ce mode de conduite appelé ACHABA, les animaux sont soumis annuellement à la transhumance et se nourrissent d'Alfa, d'Armoise. Les troupeaux regagnent les alentours des Oasis et profitent des jeunes pousses qui apparaissent après les pluies d'automne (Boubekri, 2008).

- **Élevage Sédentaire :** Ce type d'élevage est familial prédomine, foyer possède 4 à 10 chèvres exploitées pour la production laitière destinée pour l'autoconsommation (MARA, 1978) cité par Senoussi, 1989.



Chapitre II



Le lait



2



Les laits de mammifères qui ont une importance économique et nutritionnelle sont avant tout les laits de vache, de bufflonne, de chèvre et de brebis. Dans certaines régions spécifiques, le lait d'autres mammifères est également exploité : c'est le cas par exemple du lait de chamelle (Afrique et Asie) ou de lama (Amérique du nord), de yak (Asie centrale) ou de renne (Europe du nord) (Chau et *al.*, 2008).

I. Définition de lait

Le lait a été défini en 1908, au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (Dehove, 1967; Alais, 1984).

Selon Alais (1984), le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β carotène de sa matière grasse, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6,6 à 6,8) légèrement acide, proche de la neutralité.

Selon le journal officiel de la république démocratique algérienne, la dénomination «LAIT» est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (Arrêté du 18/08/1993, décret du 27/10/1993). Le terme de lait sans aucun qualificatif est réservé au lait de vache (Fredot, 2005).

II. Production laitière dans le monde, en Afrique et au Maghreb

Selon les statistiques de la FAO, la production mondiale du lait en 2013 était de 769 millions de tonnes réparties de façon intégrale selon les grandes régions géographiques. L'Afrique produit 46 millions de tonnes, soit 5,97%. Cette production est dominée par le lait de vache, soit 83% suivie par le lait de bufflonne (13,27%). Viennent ensuite les laits de chèvre (2,34%), de brebis (1,32%) et de la chamelle (0,38%) (FAOSTAT, 2016).

Pour les caprins, la production laitière mondiale en 2013 est estimée par la FAO à 18 millions de tonnes. L'Inde et le Bangladesh sont les deux grands pays à vocation laitière. Ils représentent respectivement 28% et 15% des volumes totaux. L'Algérie a produit en 2013 seulement 275.000 tonnes du lait de chèvre (1^{ère} au Maghreb) (Figure N°1) (FAOSTAT, 2016).

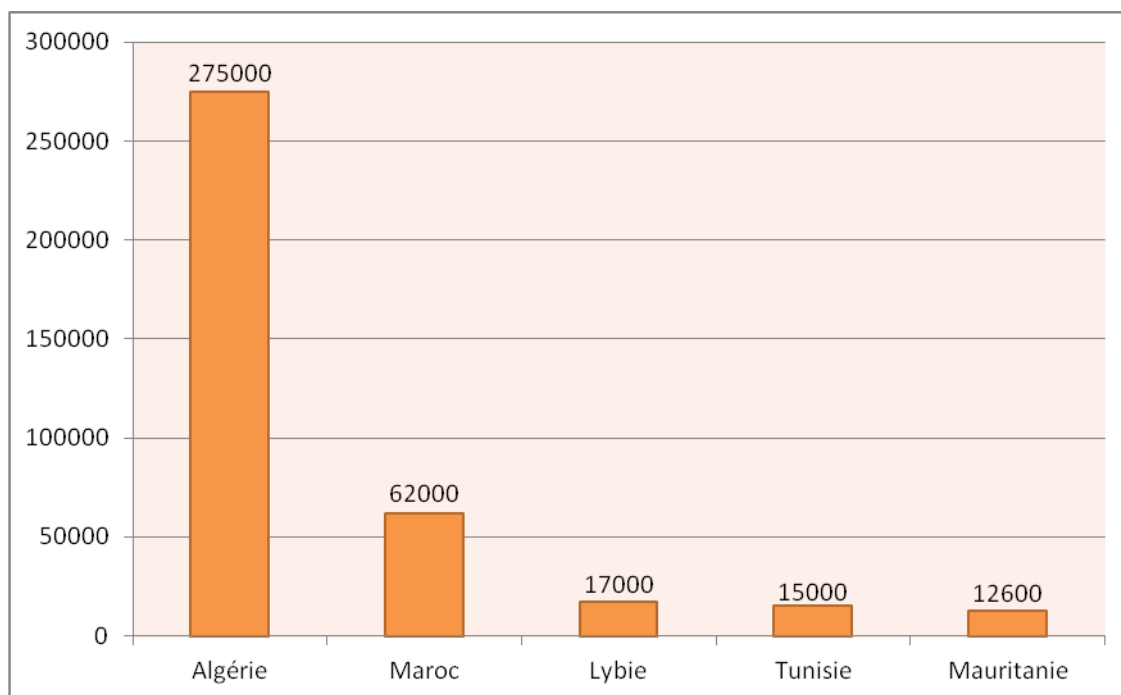


Figure N°1. Production du lait de chèvre dans les pays du Maghreb (en tonnes) (FAOSTAT, 2016)

III. Caractéristiques du lait de chèvre

III.1 Caractéristiques organoleptiques

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

- **Couleur** : blanc mat; en raison de l'absence de β carotène, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache (Chilliard, 1997).
- **L'odeur** : le lait de chèvre a une odeur assez neutre parfois en fin de lactation, elle est dite caprique. Selon Vierling (2003), elle est liée à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait

prend alors une forte odeur) et à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

- **La saveur :** la saveur du lait normal frais est agréable (Thieulin et Vuillaume, 1967). Le lait de chèvre fraîchement traité possède une saveur plutôt neutre ; par contre, après stockage au froid il acquiert une saveur caractéristique. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée (Thieulin et Vuillaume, 1967).

III.2. Composition du lait de chèvre

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon Pougheon et Goursaud (2001) sont :

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

III.2.1. L'eau

Cet élément essentiel, est le composé majoritaire du lait (Dahlborn et *al.*, 1997). L'établissement d'un comparatif entre le lait de chèvre, de vache et le lait humain montre peu de différence. Ces laits se caractérisent respectivement par 87,5; 87,7 et 87,1 g d'eau pour 100g de lait analysé (Desjeux, 1993).

III.2.2. Les glucides

Le lactose est le glucide le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40 % des solides totaux. C'est un diholoside (C₁₂H₂₂O₁₁) qui en présence d'une enzyme, la β-

galactosidase, la molécule de lactose est coupée en deux pour libérer le galactose et le glucose (St-Gelais *et al.*, 1999).

III.2.3. La matière grasse

Les matières grasses du lait représentent plus de la moitié de sa valeur énergétique (Fredot, 2005). Le contenu lipidique total du lait caprin, sujet à une forte variation (Cerbulis *et al.*, 1982), se caractérise par une richesse en triglycérides (98%) à forte proportion d'acides gras à chaîne courte, notamment en C₈ et C₁₀, qui représentent de 11 à 12% des acides gras totaux caprins, contre 3 à 4% chez les bovins (Le Jaouen *et al.*, 1990; Desjeux, 1993; Ruiz-Sala *et al.*, 1996). On y trouve aussi des triglycérides polyinsaturés à chaîne moyenne (Ruiz-Sala *et al.*, 1996).

III.2.4. Les minéraux

Selon Gaucheron (2004), le lait contient des quantités importantes de minéraux mais qui reste mineures par rapport aux glucides, lipides et protides. Le lait de chèvre renferme globalement plus de calcium, magnésium, potassium et phosphore que le lait de vache (Gueguen, 1996 ; Patel et Reuter, 1996). Toutes les matières minérales ne sont pas en solution, une partie d'entre elles est associée aux protéines. Ces deux formes sont dans un état d'équilibre (Daviau *et al.*, 2000).

III.2.5. Les protéines

Selon Jeantet *et al.* (2007), les protéines sont classées en deux catégories selon leur solubilité dans l'eau :

- Les caséines qui précipitent, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles, représentent 20% des protéines totales.
-

Le profil en acides aminés totaux du lait de chèvre est proche de celui du lait humain. Par comparaison avec le lait de vache, les protéines du lait de chèvre contiennent proportionnellement moins de caséines (71%) et davantage de protéines solubles (22%) et d'azote non protéique (7%) (Brûlé *et al.*, 1997; Jouan, 2002).

III.2.6. Les vitamines

Elles sont réparties en deux classes : vitamines hydrosolubles et vitamines liposolubles. Le lait de chèvre est plus pauvre en carotène et B9 acide folique que le lait de vache et le lait humain (Jaubert, 1996; Amiot et *al.*, 2002 in Vignola, 2002).

Le tableau N°2 ci-dessous montre la composition chimique moyenne du lait de quelques mammifères.

Tableau N°2. Composition moyenne en % du lait de femme, chèvre, vache et brebis

Composants	Femme	Chèvre	Vache	Brebis
Eau	88	86	87	81
Lactose	7,0	4,8	4,9	4,8
Lipides	3,5	4,5	3,8	7,4
Protéines totales	1,2	3,8	3,5	5,8

Source : Rollan, 2008

III.3. Caractéristiques physico-chimiques

III.3.1. Le pH

Le pH du lait change d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséines et en phosphate ainsi que selon les conditions environnementales (Alais, 1984). Le pH du lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 avec une moyenne de 6,7 différant peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (Remeuf et *al.*, 1989; Le Jaouen et *al.*, 1990).

III.3.2. La densité (ou poids spécifique)

La densité du lait n'est pas une valeur constante, elle dépend de deux facteurs principaux : la teneur en matière sèche et celle de la matière grasse. Elle est proportionnelle à la concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras) mais varie de

façon inverse à la teneur en graisses ; l'addition d'eau diminue la densité. Elle est mesurée avec un thermo lactodensimètre à une température de 20°C et les valeurs moyennes sont comprises entre 1,030 et 1,033 (1,032 pour les laits grand mélange) (Alais, 1984; Amariglio, 1986; Fredot, 2005). La densité du lait de chèvre est comprise entre 1,026 et 1,042 selon que les résultats portent sur les laits individuels, laits de troupeaux, laits de mélanges et en fonction de la saison, du stade physiologique et de la race (Hennane et Kari, 2012).

III.3.3. Le point de congélation

Le point de congélation, ou température de congélation ou point cryoscopique du lait est le seul paramètre fiable pour vérifier un mouillage. C'est la température de passage de l'état liquide à l'état solide et il est mesuré par un cryoscope (Brulé et *al.*, 1997). Il est de -0,555 pour le lait de vache et peut varier de -0,530 à -0,575 en fonction de la saison, de la teneur en sels de la ration et des variations anormales (Alais, 1985; Amariglio, 1986). Le point de congélation du lait de chèvre est plus bas que celui du lait de vache : -0,583°C (Prakash et Jenness, 1968).

III.3.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique du lait à 25°C pour les différentes espèces est comprise entre 40.10^{-4} et 50.10^{-4} mho (inverse d'ohm/cm) et elle est supérieure à celle de l'eau ($0,5.10^{-4}$ mho). Elle est due à la présence d'électrolytes minéraux (chlorures, phosphates, citrates) qui abaissent la résistance au passage du courant (Alais, 1984).

III.3.5. Viscosité

Elle correspond à la résistance d'un liquide à l'écoulement. Elle est due à la présence des protéines et de matières grasses dans le lait (Fredot, 2005). Elle dépend de certains facteurs (Alais 1984 ; Amariglio, 1986) :

- l'espèce animale : lait des monogastriques plus visqueux que celui des poly gastriques ;
- la température : diminution de la viscosité avec l'élévation de la température ;

- le pH : viscosité augmente quand le pH diminue au dessus de 6,0.

Exprimée en centpoises (CP), la viscosité du lait de chèvre serait plus basse que celle du lait de vache selon Prakash et Jenness (1968).

III.3.6. Extrait sec

- **Extrait sec total** : appelé encore résidu sec total ou matière sèche totale, est constitué de l'ensemble des substances autres que l'eau (Alais, 1984).
- **Extrait sec dégraissé** : ou matière sèche dégraissée exprime la teneur du lait en éléments secs débarrassés de la matière grasse. Elle est presque toujours voisine de 90 grammes par litre (Fall, 1997).

IV. Qualité nutritionnelle du lait de chèvre

- Le lait de chèvre peut remplacer le lait de vache dans l'alimentation humaine;
- Le lait de chèvre est un produit à haute valeur biologique avec de nombreux nutriments essentiels;
- Les principaux « atouts santé » du lait de chèvre vis - à - vis des autres laits sont une meilleure digestibilité ainsi qu'un stockage moindre de ses graisses dans notre organisme (Daniaux, 2010).

V. Facteurs de variation de la production et de la qualité du lait

La quantité et la composition du lait produite par un animal subissent des fluctuations et des variations d'origine génétique (espèce, race) (Barillet et Boichard, 1987); d'origine physiologique (nombre de mise-bas, stade de lactation, état de santé,...); zootechnique (mode, moment de la traite), alimentaire (foin, fourrage) (Bocquier et *al.*, 1997) et climatique. Ainsi, ces facteurs peuvent être liés à l'animal ou au milieu dans lequel il vit.

V.1. Facteurs intrinsèques (liés à l'animal)

V.1.1. Facteurs génétiques

D'après Pougheon et Goursaud (2001), il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement, les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques, or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

Pour les deux races les plus exploitées en France, les derniers résultats du contrôle laitier publiés pour l'année 1997 mentionnaient une moyenne en race Alpine (3,48 % de TB et 3,07% de TP) et en race Saanen (3,24 % de TB et 2,907% de TP). Les taux sont légèrement plus élevés en race Alpine mais cette différence se trouve compensée en matière utile par une production laitière légèrement supérieure pour la race Saanen. La race Poitevine, avec une production laitière plus faible, affiche quant à elle des taux légèrement plus élevés que ceux que l'on observe en race Alpine (Jenot et *al.*, 2000).

V.1.2. Facteurs physiologiques

- ❖ **Stade de lactation** : l'évolution des principaux composants du lait est inversée par rapport à l'évolution de la quantité produite durant toute la période de lactation. Les teneurs en matières grasses et en protéines sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant le deuxième et le troisième mois de lactation et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de lactation avec une diminution de la production laitière (Cond et *al.*, 1968; Goursaud, 1985; Jenot et *al.*, 2000).
- ❖ **Âge à la 1^{ère} mise-bas et rang de lactation** : les données de *PhénoFinlait* montrent que les chèvres qui mettent bas après 15 mois (avant 12 mois) ont, une production

laitière supérieure de 0,32kg/jour et des taux butyreux et protéiques plus faibles en L1. Le rang de lactation a également un effet significatif : la production laitière est maximale en L2 et L3 et minimale en L1. Le TB est maximal en L1 et minimal en L4 et plus. Le TP est minimal en L1 et maximal en L2 (Legarto et *al.*, 2014).

- ❖ **État sanitaire** : une infection de la mamelle ou de l'organisme de la chèvre se traduit par une baisse de la production laitière et une modification de la composition du lait. La sécrétion des constituants, synthétisés spécifiquement par la mamelle, diminue de même que leur teneur dans le lait (Decaen, 1969).

V.2. Facteurs extrinsèques

V.2.1. Alimentation

Un régime alimentaire riche en énergie provoque une baisse du TB qui peut être très marquée alors que la production laitière et le taux protéique restent élevés. L'apport d'un excès de matières azotées dans la ration a relativement peu d'effet sur les taux. Cependant, une quantité insuffisante de protéines et d'azote soluble dans la ration peut entraîner une légère baisse du taux protéique par carence énergétique (Jenot et *al.*, 2000).

V.2.2. Saison et climat

La quantité du lait produite et sa composition restent constantes dans un intervalle de température comprise entre 5°C et 27°C. Cependant, cette production diminue si la température augmente ou inversement. Le taux butyreux est plus faible en fin du printemps. Elle atteint des valeurs maximales à la fin de l'automne (Goursaud, 1985). La teneur en protéines passe par deux minimums : un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums : à la mise à l'herbe et l'autre à la fin de la période de pâturage (Goursaud, 1985; Debry, 2001).

Le mois de mars apparaît comme le mois de mise-bas qui permet la production laitière la plus élevée. Pour les TB et TP c'est l'inverse, les meilleurs taux sont enregistrés dans les laits issus des mise-bas d'automne (Jenot et *al.*, 2000; Legarto et *al.*, 2014).



Chapitre III

***Alimentation de la
chèvre***



I. Notions générales

L'alimentation est un poste important dans les élevages, à cause de son coût, mais aussi à cause de son impact sur la production et la santé des animaux. Une bonne ration est avant tout une ration adaptée au type de production et au stade physiologique des animaux. Contrairement aux élevages bovins laitiers, les systèmes de rationnement individuel sont extrêmement rares. L'alimentation est gérée par lots d'animaux de même stade physiologique : jeunes non sevrés, chevrettes, primipares, chèvres en production (avec des subdivisions possibles selon le stade de lactation ou la production laitière), chèvres tarées, boucs... (Fragné, 2014).

Les méthodes d'alimentation dépendent en fait des conditions locales, de la saison, des types d'aliments disponibles, des possibilités de cultiver et de stocker du fourrage et des moyens financiers dont on dispose pour acheter des aliments. Il y a en gros trois méthodes possibles :

1. Les chèvres sont en liberté et trouvent elles-mêmes leur nourriture,
2. Les chèvres sont élevées en plein air et elles reçoivent un complément d'alimentation,
3. Les chèvres sont entièrement nourries par l'éleveur (Jansen et Burg, 2004).

Les fourrages constituent l'essentiel de la ration de base des ruminants, d'une part parce qu'ils conviennent particulièrement à leur système digestif, d'autre part sont produits dans l'exploitation et sont donc en général moins coûteux que les concentrés achetés. Il est par conséquent essentiel de maximiser la fraction (fourrage) dans la ration totale (Brocard et *al.*, 2010).

Les ressources fourragères en Algérie se composent principalement des chaumes de céréales, de la végétation des jachères pâturées, des parcours steppiques, des forêts et maquis et peu de fourrages cultivés (Khaldoun et *al.*, 2001). La steppe Algérienne est située entre les isohyètes 400mm au nord et 100mm au sud. Elle s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares et sa végétation est le haut lieu de l'élevage (Bouzenoune, 2013).

Elle est dominée par 4 grands types de formations végétales :

- les formations à alfa (*Stipa tenacissima*),
- à armoise blanche (*Artemisia herba alba*),
- à sparte (*Lygeum spartum*)
- et à remt (*Hamada scoparium*) (Nedjraoui, 1981, 2003).

II. Besoins et Apports recommandés

II.1. Les besoins : d'après Chartier (2009) et les données de l'INRA (2007), les besoins des chèvres laitières et leur capacité d'ingestion varient fortement avec leurs stades physiologiques. Il est aussi important de noter que les chèvres effectuent un tri très important dans leurs rations, ce qui engendre un taux de refus plus ou moins important selon la nature des fourrages, mais non négligeable. Les quantités de fourrages distribués doivent donc tenir compte de ces refus (Chunleau, 1995).

II.1.1. Les besoins d'entretien : correspondent à ceux d'un animal adulte au repos sans aucune production, pour assurer le maintien de fonctionnement de base de son organisme (respiration, digestion, température corporelle...) (Chunleau, 1995; Gilbert, 2002).

II.1.2. Les besoins de croissance : la croissance correspond à une augmentation de volume, de la taille, et de poids des animaux par la formation des nouveaux tissus. Les animaux en croissance ont donc des besoins d'entretien auxquels s'ajoutent les besoins de croissance. Ces besoins dépendent de la vitesse de croissance (gain quotidien pondéral) et de la composition des tissus néoformés (Rivière, 1978).

II.1.3. Les besoins de la gestation : la gestation de la chèvre dure 5 mois (153 j \pm 10), elle est divisée en deux phases :

- **Début de gestation :** correspond aux 3 premiers mois de gestation, au cours de cette période, le fœtus et ses annexes se développent lentement, et ne nécessite pas des apports recommandés supplémentaires (Gadoud et *al.*, 1992).
- **Fin de gestation :** pendant les deux derniers mois de gestation, la croissance du ou des fœtus et de ses annexes est importante, il faut donc ajouter aux besoins

d'entretien les besoins de croissance du ou des fœtus (Gadoud et *al.*, 1992; Jenot et *al.*, 2001; Gilbert, 2002).

N.B. : Lors de la première gestation, il ne faut pas perdre de vue que l'animal est généralement en croissance contrairement à une femelle multipare donc, aux besoins de gestation s'ajoutent ceux de la croissance (Agouze, 2000).

II.1.4. Les besoins de lactation : la durée de lactation est d'environ 8 mois (Morand-Fehr et Sauvart, 1988; Gadoud et *al.*, 1992; Mollereau et *al.*, 1995). Durant la lactation, on distingue en règle générale deux phases. Dans un premier temps, la production du lait augmente rapidement jusqu'à atteindre un maximum quelques semaines après la mise-bas, généralement entre la 3^{ème} et la 8^{ème} semaine de lactation (6^{ème} semaine en moyenne); ensuite la production décroît régulièrement (environ 10% par mois), puis plus rapidement jusqu'au tarissement (Zarrouk et *al.*, 2001).

D'après Chartier (2009), la capacité d'ingestion des chèvres à la mise-bas et en début de lactation est très basse, alors que les besoins en énergie et en protéines sont à leur niveau maximum. Le déficit énergétique qui en découle est alors compensé par une mobilisation des réserves adipeuses de l'animal. Ces réserves sont ensuite reconstituées pendant la phase descendante de la lactation. La quantité d'aliments ingérés est également influencée par la nature des aliments distribués, la taille des particules qui le composent, le nombre de repas distribués, la température atmosphérique (les quantités ingérées diminuent lorsque la température augmente) et l'état de santé des animaux.

II.2. Les apports

II.2.1. Apport énergétique : le niveau d'alimentation, qui fait principalement référence au degré de la satisfaction des besoins énergétiques, est le principal facteur agissant sur la production et la composition du lait des ruminants. Ainsi, chez la chèvre, un niveau alimentaire élevé en début de lactation entraîne un accroissement rapide de la production du lait et le pic de lactation est précoce et élevé. Inversement, un déficit alimentaire pendant la gestation et en début de lactation conduit à un pic de lactation de faible amplitude et retardé (Bocquier et *al.*, 1999).

II.2.2. Apport en protéines : l'analyse des données bibliographiques obtenues sur les chèvres fait apparaître une relation quadratique entre l'apport protéique (en g de PDI) et la quantité de protéines sécrétées dans le lait. L'estimation moyenne du rendement d'utilisation des PDI est de 0,56 ce qui est proche de la valeur (0,59) observée par la méthode des bilans azotés (Bocquier et *al.*, 1987). L'augmentation marginale de la production des protéines du lait en réponse à un accroissement de l'apport de PDI est pratiquement nulle au-dessus de 300 g de PDI/j. D'après les résultats rassemblés par Bocquier et Caja (1993), il n'y a pas d'effet significatif du bilan azoté sur le taux butyreux ni sur le taux protéique. Les effets du niveau protéique de la ration sur la production laitière des chèvres en début de lactation, sont principalement imputables à un accroissement de la mobilisation des réserves corporelles et à un meilleur rendement d'utilisation de cette énergie corporelle mobilisée (Geenty et Sykes, 1986).

III. Composition chimique des fourrages

Les aliments se composent d'eau et de matière sèche. Cette dernière est composée de matière minérale et matière organique dont les éléments essentiels sont : les glucides, les lipides et les protéines (Moule, 1971).

-Eau : l'apport d'eau par des aliments est extrêmement variable, les fourrages succulents comme l'herbe et les betteraves renferment entre 80 et 90% d'eau, ce qui contribue à la couverture du besoin (Blain, 2002).

-Matière sèche : la matière sèche est en relation directe avec la morphologie de la plante, et se modifie lors de passage d'un stade à un autre. En effet, au cours du premier cycle, au niveau des parties aériennes, la matière sèche est de 21 à 22% (Dermaquilly et Weiss, 1970). Après floraison, la quantité de la MS est médiocre en raison de sa pauvreté en matière azotée digestible et sa richesse en cellulose et lignine.

-Matière minérale : les matières minérales totales (ou cendres brutes) constituent 8 à 15 % de MS des fourrages (Jarrige, 1977). Ces matières minérales sont classées en deux groupes, éléments minéraux majeurs et éléments minéraux mineurs, en fonction de leur abondance relative dans les aliments (Blain, 2002).

-Matières organiques

a-Glucides : les glucides sont présents dans tous les aliments d'origine végétale dont ils constituent le plus souvent les composants majoritaires. Les nutritionnistes ont l'habitude de classer les glucides des aliments en deux catégories (Blain, 2002) :

-Glucides cytoplasmiques font partie de l'extractif non azoté qui représente environ 40 à 55% de la MS, essentiellement constitué de glucose, fructose, saccharose ainsi qu'une faible quantité d'amidon. Ce dernier est présent dans toutes les feuilles, et il s'accumule dans les tubercules et les graines et il s'hydrolyse en maltose puis en glucose (Soltner, 1978).

-Glucides pariétaux : représentent 15 à 90% de MS des aliments. La construction de la paroi est très complexe, elle est constituée de différentes substances : la cellulose, les hémicelluloses, les substances pectiques et la lignine (Jarrige, 1988).

- **Cellulose brute** : la cellulose est insoluble dans l'eau, c'est le constituant de la membrane cellulosique de toutes les cellules végétales (Soltner, 1978). En effet, la cellulose brute est représentée par 14 à 30 voire 40 % de MS, et ne représente qu'une fraction de la paroi végétale, en plus, sa digestion n'est pas possible que chez les animaux disposant d'une flore microbienne capable de l'attaquer : les herbivores et surtout les ruminants. La dégradation par les microbes donne diverses substances. La cellulose est un sucre complexe (homopolymère saccharide) donc difficile à digérer (Soltner, 1978).
- **Hémicellulose** : les hémicelluloses constituent les structuraux des végétaux et sont très souvent en liaison avec la lignine. Ils se différencient de la cellulose par leur solubilité beaucoup plus grande dans une solution d'hydrolyse de potasse (CheWorth, 1996).
- **La lignine** : elle est l'une des constituants de la membrane cellulosique, elle caractérise les végétaux âgés. Elle est totalement indigestible même par les herbivores et leur flore microbienne (Soltner, 1978).

- **ADF (Acid Detergent Fiber) :** est principalement composée de cellulose, de lignine et de protéines endommagées par la chaleur. Elle est reliée à la digestibilité des fourrages et est le facteur majeur des calculs du contenu énergétique des aliments. Plus l'ADF est élevé, moins l'aliment est digestible et énergétique (Ball et *al.*, 2008).

- **NDF (Neutral Detergent Fiber) :** représente le contenu des parois cellulaires, qui sont lentement digestibles ou non digestibles (cellulose, hémicellulose, lignine, cendres). Donne une indication sur la quantité de matière sèche qu'un animal peut consommer. Plus il y a de NDF, moins l'animal consommera ce fourrage. Un fourrage contenant moins de NDF est de meilleure qualité qu'un fourrage avec plus de NDF (Ball et *al.*, 2008).

b-Matières grasses :

Les matières grasses représentent 2 à 3 % de MS et elles se composent des lipides et des pigments principaux. D'une manière générale, la fraction lipidique est peu importante dans la ration des ruminants (Ramesey et *al.*, 1984; Enjalbert, 1996).

c. Matière azoté totale : selon Vignau et Hyghe, 2008, tous les fourrages s'appauvrissent en matières azotées avec l'âge de la plante.



Matériel et Méthodes

Les objectifs

Notre étude vise à :

- Étudier la composition chimique et la valeur énergétique des principales plantes fourragères communément consommées par les chèvres dans la zone d'étude.
- Déterminer les performances laitières à travers les caractéristiques physico-chimiques du lait produit par les chèvres en début de lactation, nourries par ces espèces fourragères.

I. Présentation de la région d'étude

De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la Wilaya de LAGHOUAT fait partie du groupe des neufs Wilayas pastorales du pays ainsi que des Wilayas du Sud de l'Algérie. Sa superficie est de 25.052 km². Sa population totale est estimée à 520.188 habitants (2010), soit une densité de 20 habitants par Km². Elle est limitée par les wilayas suivantes : au Nord : Tiaret, au Sud : Ghardaïa, à l'Est : Djelfa et à l'Ouest : El-Bayadh (Andi, 2013).

Elle est constituée de deux zones distinctes, l'Atlas Saharien et les hauts plateaux. L'atlas saharien caractérisé par des altitudes allant de 1000 à 1700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %. Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha. La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1000 m et des pentes de 0 à 3 %. Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha (ANIREF, 2011).

Le climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches. Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre 150 mm au centre et 50 mm au sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable (ANIREF, 2011).

Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien, leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oued sont : Oued M'zi, Oued Touil et Oued Medsous (ANIREF, 2011).

L'élevage ovin occupe la première place en termes d'effectifs avec 2.023.717 têtes suivi par l'élevage caprin avec 249.009 têtes, soit 10,84% du cheptel total (DSA, 2015). Les productions animales sont diversifiées : viandes rouges, viandes blanches, lait frais, œufs, miel...etc.

Concernant la viande rouge, celle des caprins est à 15.687 qx ce qui présente le 2^{ème} rang après la viande ovine (DSA, 2015).

L'étude s'est déroulée dans une ferme privée appartenant à la commune de Tadjmout daïra d'Ain madhi (Figure N°2). Tadjmout est situé à 48 Km au Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat, sur la route nationale n°23. Sa superficie est de 620 km² et elle est délimitée par 12 communes (DINE, 2000) :

- Au Nord : Commune d'El-Beidha.
- Au Sud : Communes de Laghouat, Khneg, Oued M'zi.
- À l'Ouest : Communes d'Aflou, Sidi-Bouزيد, Oued Morra, El-Ghaicha, et de Ain Madi.
- À l'Est : Communes de Sidi Makhlouf, Ain Chouhada, El Guedid et El Edrissia.
- Tadjemout est une région située dans les hauts plateaux de la wilaya.



Figure N°2. Localisation géographique de Tadjmout

II. Matériel

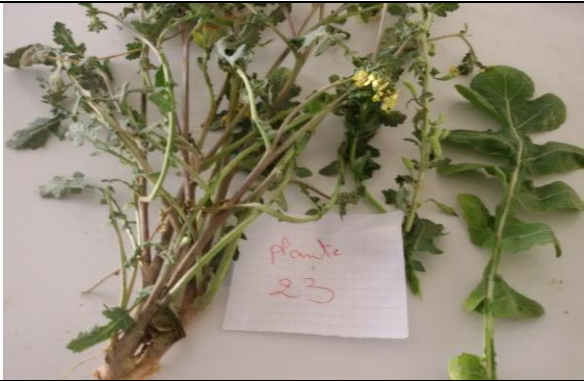

II.1. Matériel végétal





Trois types d'aliments ont été prélevés afin de réaliser les analyses fourragères :

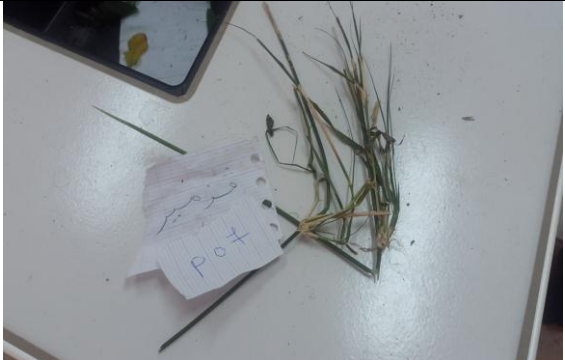


- Un fourrage cultivé : la luzerne;
- 14 espèces fourragères des parcours pâturés par les chèvres;
- Deux aliments complémentaires distribués à l'étable : orge et son.

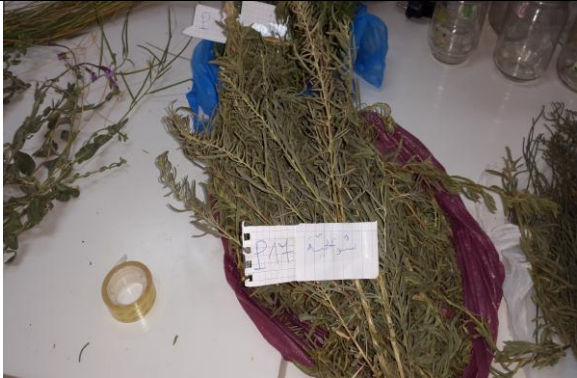
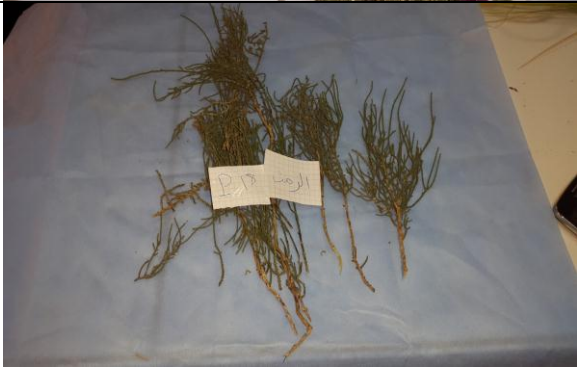


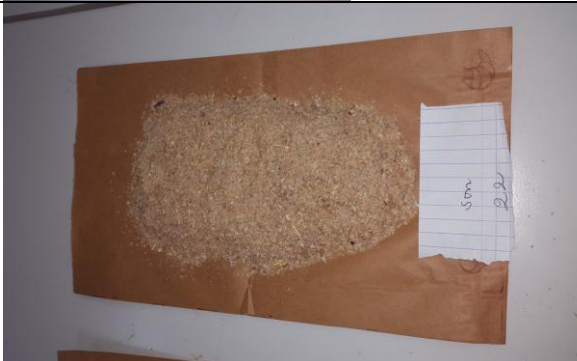
Le tableau N°3 illustre la nature des aliments. L'identification des espèces fourragères des parcours steppiques a été très difficile vu le stade de végétation précoce de ces espèces au moment du prélèvement (stade végétatif). Cette identification a été réalisée d'après les enseignants de département d'agronomie (6 espèces), et le reste d'espèces sont identifier à l'aide des éleveurs (5 espèces).

Tableau N°3. Les aliments utilisés dans la ration des chèvres

N° plante	Espèce (Nom scientifique)	Nom Vernaculaire	Photo de la plante
1	<i>Non identifiée</i>		
2	<i>Rubia peregrina</i>	Foua	

3	<i>Launea sp.</i>	Achba safra ou Harchaya	
4	<i>Malva sylevestris</i>	Khobise	
5	<i>Chenopodiaceae</i>		
6	<i>Foeniculum vulgrae Mill</i>	Besbes sauvage	

7	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)	Guezmir	
8	Non identifiée	Lssane el ferd	
9	<i>Astragalus armatus</i>	Guendele	
10	<i>Lygeum spartum</i> (le sparte)	Sennagh	
11	<i>Moricandia arvensis</i>	El Bedjik	

12	<i>Non identifiée</i>	Chouyha	
13	<i>Arthrophytum scoparium</i>	Remt	
14	<i>Anabasis articulata</i>	Baguel	
15	<i>Orge</i>	Chair	
16	<i>Son</i>	Nbagua	

17	<i>Medicago sativa</i>	Fasfsa	
----	------------------------	--------	--

(Photos personnelles, 2016)

II.2. Matériel animal

Cette étude a porté sur le lait de neuf chèvres adultes (âgées de plus d'un an) appartenant à la race Arabia, la plus dominante (Figure N°3). Les caractéristiques de ces chèvres sont montrées dans le tableau N°4.



Figure N°3: Chèvre de race Arabia (Photo personnelle, 2016)

Tableau N°4. Les caractéristiques des chèvres de l'étude

Chèvre	Âge (année)	Race	Parité	Numéro de lactation
CH1	4	Arabia	Multipare	Troisième
CH2	2	Arabia	Multipare	Deuxième
CH3	3,5	Arabia	Multipare	Troisième
CH4	4	Arabia	Multipare	Troisième
CH5	4,5	Arabia	Multipare	Cinquième
CH6	2	Arabia	Multipare	Deuxième
CH7	5	Arabia	Multipare	Cinquième
CH8	6	Arabia	Multipare	Sixième
CH9	5.5	Arabia	Multipare	Cinquième

II.3. Matériel de laboratoire

II.3.1. Analyses fourragères

- Balance ;
- Étuve ;
- Broyeur ;
- Creuset ;
- Four à moufle ;
- Minéralisateur ;
- Distillateur.

II.3.2. Analyses du lait

- Tubes de prélèvement stériles ;
- Glacière ;
- Appareil pour l'analyse physico-chimique : EKOMILK.

III. Méthodes

III.1. Analyses fourragères

La première étape lors de l'analyse d'un fourrage est le prélèvement des échantillons. Ces derniers sont prélevés de manière à être les plus représentatifs possibles d'où prélèvements sur plusieurs endroits des parcours pâturés par les animaux, aussi l'échantillon des aliments distribués à l'étable a été prélevé. Ces échantillons ont été stockés dans un sac hermétiquement fermé.

Une fois arrivé au laboratoire, les échantillons ont été séchés à l'étuve, broyés puis conservés dans des récipients clos jusqu'au jour d'analyse.

Afin d'évaluer la composition chimique de ces aliments, des analyses fourragères ont été réalisées conformément aux normes françaises AFNOR (1985) au sein du laboratoire d'alimentation de l'université de Laghouat (MS, MM, MO), du laboratoire de l'ITELV de Baba Ali-Alger (CB) ainsi qu'au laboratoire d'alimentation de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger (MAT).

Les analyses consistent à déterminer la matière sèche, la matière minérale et la matière organique, la matière azotée totale ainsi que la cellulose brute.

- **Détermination de la teneur en matière sèche (MS) :** la matière sèche est la masse restante après dessiccation complète. Elle représente le pourcentage du poids de l'aliment qui n'a pas d'eau.
 - **Mode opératoire :** placer l'échantillon dans une étuve à 105°C pendant 24heures jusqu'à obtenir une masse d'échantillon constante, la perte de masse est déterminée par pesée.
 - **Expression des résultats :** $MS\% = (Y / X) \times 100$
X : poids de l'échantillon humide.
Y : poids de l'échantillon après dessiccation.

- **Détermination de la matière minérale (cendre) (MM) et organique (MO) :** la teneur en matière minérale est conventionnellement le résidu des substances après destruction de la matière organique par incinération (Démarquilly et Weiss, 1970).
 - **Mode opératoire :** nous avons pris 2g de chaque échantillon qui a servi à la détermination de la matière sèche par dessiccation à l'étuve, après broyage des différentes parties végétales, nous les mettons dans un four à moufle. Chauffer progressivement pendant 5 heures à 550°C, jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc ou gris clair, refroidir le résidu de l'incinération puis le peser, ces cendres représentent la masse des minéraux dans l'échantillon.
 - **Expression des résultats :** $MM = (A \times 100) / (B \times MS)$
 - A : poids des cendres.
 - B : poids de l'échantillon sec (g).
 - **Matière organique :** la différence entre la matière sèche et la masse de cendres (matière minérale) correspond à la masse de matière organique. Le taux de matière organique dans un échantillon peut donc être donné par la différence.

$$MO\% = 100 - MM$$

- **Détermination des matières azotées totales**
 - **Minéralisation :** introduire dans un matras 1g de l'échantillon puis ajouter 2g de catalyseur et 200ml d'acide sulfurique. Porter le matras sur le support d'attaque. Chauffer doucement et augmenter la température à 400°C pendant 120 minutes jusqu'à l'obtention d'une coloration vert clair stable. Laisser refroidir, puis ajouter peu à peu 200ml d'eau distillée.
 - **Distillation :** consiste à transvaser 10 à 50ml du minéralisât dans le matras de l'appareil distillateur. Dans un bécher destiné à recueillir le distillat, introduire 20ml d'indicateur coloré, le placer dans le buchi et laisser agir jusqu'à ce que la solution atteigne 100ml dans le bécher.
 - **Titration :** titrer la solution avec de l'acide sulfurique dilué à N/20.
 - **Expression des résultats :**
 - $MAT\% = X \times 0,0007 \times (100 / Y) \times (200 / Z) \times 6,25$

X : volume de la solution descendante de la burette.

Y : le poids de l'échantillon 1g.

Z : volume transféré dans le buchi.

- **Détermination de la teneur en cellulose brute (CB) :** déterminée par la méthode de Wende, par convention, c'est le résidu organique c'est-à-dire la matière cellulosique obtenue après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

- **Mode opératoire :** peser 1g de l'échantillon, l'introduire dans un ballon muni d'un réfrigérant, ajouter 100ml d'une solution aqueuse contenant 12,5g d'acide sulfurique pour 100ml, chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle-ci pendant 30 min. Agiter le ballon réfrigérant et traverser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible du produit dans le ballon.

Centrifuger jusqu'à clarification totale du liquide, éliminer celui-ci et laver le résidu à l'eau bouillante, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides.

Introduire le résidu dans le même ballon et le détachant du tube à centrifuger avec 100ml de solution bouillante contenant 12,5 g de soude pour 100ml. Faire bouillir durant 30 minutes.

Ensuite filtrer sur creuset à porosité (1ou2) Préalablement pesé le résidu. Passer le creuset qui contient le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à poids constant.

Effectuer les pesées après refroidissement au dessiccateur, puis incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5 heures, refroidir au dessiccateur et peser de nouveau.

La différence de poids entre les deux pesées représente les matières cellulosiques : une grande partie de cellulose vraie, une partie de lignine et des résidus d'hémicellulose.

- **Expression des résultats :**

$$CB\% MS = ((A-B) \times 100 / C \times MS) \times 100$$

A : poids du creuset + résidu après dessiccation

B : poids du creuset + résidu après incinération

C : Poids de l'échantillon de départ

III.2. Estimation de la valeur énergétique

L'estimation est réalisée selon les travaux de Jarrige (1988) et Guerin *et al.*, (1989). Elle nécessite le calcul successif des énergies : brute (EB), digestible (ED), métabolisable (EM) et nette lait (ENL).

A. Énergie brute : EB

$$EB \text{ kcal/kg MO} = 4516 + 1.646 \text{ MAT} + \Delta$$

Δ : Indice variable selon le groupe de fourrages étudiés.

B. Énergie digestible : ED

$$ED = EB \times dE / 100 \text{ (dE = digestibilité de l'énergie brute EB avec dE en \%)}$$

$$dE = 1.055 \text{ dMO} - 6.833 \text{ (dMO en \%)}$$

$$\text{dMO (\%MO)} = 900 (\text{MAT} / \text{MO})^2 + 45.1 \text{ (MAT et MO en \% MS)}$$

C. Énergie métabolisable : EM

$$EM / ED = 0.8682 - 0.099\text{CB/MO} - 0.196 \text{ MAT/MO} \text{ (CB, MO et MAT en \% MS)}$$

D. Énergie nette (EN) et valeur de l'unité fourragère lait (UFL)

$$q = EM / EB \text{ (rendement de l'énergie brute en énergie métabolisable)}$$

$$EN = k \times EM \text{ (k est le rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette)}$$

$$\text{ENL} = kl \times EM \text{ (kl = rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette lait)}$$

$$kl = 0.4632 + 0.24 q$$

La valeur UFL est ainsi calculée :

$$\text{UFL} = \text{ENL}/1700 \text{ (1700 kcal/kg MS = ENL d'1 kg d'orge 1700 de référence)}$$

III.3. Analyse physico-chimique du lait

Le lait caprin utilisé dans la présente étude est un lait individuel. Il a été collecté chaque 15 jours depuis la mise-bas jusqu'à 90 jour post-partum (décembre 2015-Avril 2016).

Les flacons stériles contenant le lait collecté ont été conservés au frigo à -20°C jusqu'au jour d'analyse.

Les dosages ont été faits au niveau du laboratoire central de l'ITELV à l'aide d'un appareil EKOMILK comme c'est montré dans la figure N°4. Les analyses ont concerné :

- Extrait sec total : EST ;
- Extrait sec dégraissé : ESD ;
- Densité : D ;
- Taux butyreux : TB ;
- Taux protéique : TP ;
- Point de congélation : PC.



Source : Photo personnelle, 2016

Figure N°4 : EKOMILK utilisé pour analyse physico-chimique du lait

Toutes les analyses chimiques sont réalisées en double pour chaque échantillon et la moyenne a été prise.

IV. Enregistrement des résultats et analyse statistique

Les résultats obtenus sont groupés dans un fichier Excel (2003), et puis une analyse descriptive (moyenne, écart type, minimum et maximum) a été réalisée.

Résultats et Discussion



Les résultats de cette étude seront présentés en deux volets :

- d'abord, les résultats de la composition chimique et de la valeur énergétique des principales plantes broutées par les chèvres dans les parcours steppiques de la région ;
- ensuite, les résultats de la qualité physico-chimique du lait cru produit par ces chèvres.

I. Composition chimique et valeur énergétique de la ration

Le tableau N°5 regroupe les résultats des analyses chimiques (MS, MM, MO, CB et MAT) ainsi que les résultats des valeurs énergétiques en unité fourragère lait (UFL) de toutes les espèces prélevées et les aliments complémentaires distribués (orge + son).

Tableau N°5. Composition chimique et valeur énergétique des plantes étudiées

Échantillons	Espèces	Famille	MS	MM	MO	MAT	CB	UFL/Kg de MS
1	<i>Non identifiée</i>	<i>Non identifiée</i>	12,21	15,5	84,5	24,31	15,98	2,39
2	<i>Rubia peregrina</i>	<i>Rubiaceae</i>	14,57	11,5	88,5	15,52	16,92	1,17
3	<i>Launea sp</i>	<i>Asteraceae</i>	14,48	12,5	87,5	30,39	8,85	3,48
4	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Malvaceae</i>	20,32	12,5	87,5	23,39	11,31	2,10
5	Épinard	<i>Chenopodiaceae</i>	11,77	12	88	18,78	10,58	1,49
6	<i>Foeniculum vulgare Mill</i>	<i>Apiaceae</i>	15,87	10,5	89,5	21,02	9,48	1,71
7	<i>Cynodon dactylon (L.) Pers.</i>	<i>Poaceae</i>	46,75	6	94	5,15	38,36	0,60
8	<i>Non identifiée</i>	<i>Non identifiée</i>	15,85	10	90	7,68	9,82	0,61
9	<i>Astragalus armatus</i>	<i>Fabaceae</i>	60,58	5	95	7,29	43,30	0,60
10	<i>Lygeum spartum</i>	<i>Poaceae</i>	49,03	7	93	4,79	42,11	0,61
11	<i>Moricandia arvensis</i>	<i>Brassicaceae</i>	33,35	9,5	90,5	11,10	31,39	0,61
12	<i>Non identifiée</i>	<i>Brassicaceae</i>	36,21	10,5	89,5	15,89	16,33	0,61
13	<i>Arthrophytum scoparium</i>	<i>Amaranthaceae</i>	45,43	7,5	92,5	17,33	22,02	0,61
14	<i>Anabasis articulata</i>	<i>Amaranthaceae</i>	46,77	15	85	10,40	22,61	0,61
15	<i>Hordeum vulgare (orge)</i>	<i>Poaceae</i>	88,64	3	97	11,26	5,27	0,61
16	Son		86,18	5	95	16,46	8,34	0,61
17	<i>Medicago sativa</i>	<i>Fabaceae</i>	23,99	7,5	92,5	24,14	14,64	0,62

Sur les 14 espèces steppiques récoltées, nous avons recensé 9 familles, ce qui montre une grande variabilité floristique. Il apparaît aussi à travers les résultats du tableau N°5 une grande variabilité des composants chimiques entre les différentes espèces. La matière organique (MO) est la composante la plus forte avec des valeurs allant de 84,5 à 97% de la MS, suivie par la cellulose brute (CB) qui enregistre des valeurs allant de 5,27 à 43,30% de la MS, puis la matière azotée totale : 4,79 à 30,39% de la MS et enfin, les matières minérales (MM) avec des variations allant de 3 à 15,5% de la MS.

En plus des compléments (orge et son) qui ont des valeurs élevées en MS, la famille de *Poaceae*, la famille de *Fabaceae* et la famille d'*Amaranthaceae* montrent des % en MS élevés.

La MO est très élevée dans les aliments complémentaires mais aussi dans les plantes 7, 9, 10 et 13 (entre 92,5 et 97%). La MM est faible dans l'orge et le son en comparaison avec les plantes steppiques. Selon Spear (1994), la concentration en éléments minéraux des plantes varie fortement avec le type de sol, le climat et le stade de la maturité.

Concernant la MAT, on distingue 3 groupes :

- Un 1^{er} groupe caractérisé par une teneur élevée de MAT : de 15 à 30%, représenté par les plantes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 17 et 16 (le son en complément).
- Un 2^{ème} groupe caractérisé par une teneur moyenne de MAT : de 10 à 11%, représenté par les plantes 11, 14 et 15 (l'orge en complément).
- Un 3^{ème} groupe représenté par les plantes 7, 8, 9 et 10, caractérisé par des teneurs faibles de MAT : < 8%.

L'utilisation des espèces des deux premiers groupes (13 aliments sur un total de 17) est indiquée comme supplément protéique aux fourrages de mauvaise qualité. La teneur en MAT de ces espèces au stade végétatif est plus élevée que le niveau minimum de 7-8% MS requis pour un bon fonctionnement du rumen afin d'assurer une activité métabolique maximum et une alimentation convenable des ruminants (Voutquenne *et al.*, 2002; Norton, 2003). Cependant, l'utilisation des espèces du 3^{ème} groupe comme fourrage, exige une supplémentation azotée pour améliorer leur ingestion par les chèvres et fournir un maximum d'azote alimentaire nécessaire au fonctionnement du microbiote ruminal.

Le contenu en cellulose brute d'un fourrage joue un rôle important dans la sélection qui est faite par l'animal. Les fourrages qui contiennent une grande quantité de fibres sont habituellement mieux acceptés par les bovins que les ovins et les caprins ; mais cela dépend également des proportions des différents composants des fibres végétales : cellulose, hémicellulose, ADF et NDF. Cependant, il existe d'autres critères de sélection tel que les qualités organoleptiques du fourrage (Le Houérou, 1980). Les résultats de cette étude montrent que les valeurs les plus élevées sont notées pour les plantes 7, 9, 10 et 11 signifiant probablement une mauvaise digestibilité, en effet, la digestibilité d'un fourrage est d'autant plus faible que son taux en CB est plus élevé (INRA, 1984; Soltner, 1986 1994).

Les valeurs énergétiques obtenues présentent une grande variabilité entre les aliments, et varie de 0,60 à 3,48 UFL/Kg de MS (tableau N°5). On peut diviser ces espèces en deux groupes en fonction de la valeur énergétique :

- 1^{er} groupe (plantes 1, 2, 3, 4, 5 et 6), les plus riches en énergie (>1 UFL/Kg de MS).
- 2^{ème} groupe constitué par le reste des espèces fourragères ainsi que les aliments complémentaires, les valeurs énergétiques sont plus faibles (aux alentours de 0,60 UFL/Kg de MS).

Il ressort aussi, que le 1^{er} groupe correspond aux espèces qui sont riches en MAT et pauvre en CB et par-là, plus digestibles. Ceci confirme les travaux de Andrieu et Weiss (1981); Kone, (1987); Richard, (1987) et Chehma et *al.*, (2003) qui notent que la valeur énergétique des plantes est liée positivement à leur teneur en matières azotées et négativement à leur teneur en cellulose brute et en parois.

Afin de vérifier si cette ration renferme l'énergie suffisante pour la production laitière, nous avons réalisé des calculs :

- Notons qu'il est difficile de connaître avec exactitude la quantité consommée sur les parcours steppiques (Morand-Fehr et Sauvart, 1988; Morand-Fehr, 2005). Les quantités totales ingérées sur les parcours varient entre 0,57 et 1,36kg de MS/jour (Goby et *al.*, 1994) et elle est de 0,5 à 1,2kg de MS/jour sur les parcours naturels composés de fourrages verts. Par ailleurs, les dépenses énergétiques sur parcours sont significativement plus importantes qu'en

confinement, en raison des déplacements importants que les animaux sont obligés de faire entre stations alimentaires (Blaxter, 1967; Lachica et Aguilera, 2003; 2005), ce qui réduit d'autant plus les flux énergétiques vers la mamelle pour la production laitière.

- Si on considère que les chèvres consomment 0,57 kg de MS sur parcours avec une moyenne d'UFL des espèces étudiées de 1,23UFL/kg de MS, l'énergie fournie par la steppe sera égale à **0,70 UFL**.
- Le fourrage vert dans notre étude est présenté par la luzerne en vert dont la valeur énergétique est égale à 0,62UFL/kg de MS. Si on suppose que les chèvres consomment 0,5 kg de MS/jour, le total de l'énergie fournie par cette espèce sera égal à **0,31 UFL**.
- Les aliments complémentaires (orge et son) sont consommés à raison de 1Kg/jour, et ils fournissent une moyenne de 0,61UFL/Kg de MS. Le total de l'énergie fournie par ce type d'aliment est égal donc à **0,53 UFL**.
- Le total de l'énergie fournie par la ration alimentaire dans notre étude est égal à **1,54UFL/jour (0,70+0,31+0,53UFL)**. Cette valeur énergétique est insuffisante pour couvrir les besoins de la production laitière et ne permet de produire que 2kg de lait/jour selon les tables de l'INRA, 2007 *in* Lucbert, 2012.

La seule vraie mesure de la qualité d'un fourrage est la performance en production d'un animal, ce qui est digéré par l'animal est transformé en gain de poids ou en lait (Gentesse, 2010).

Au terme de résultats de cette 1^{ère} partie, il ressort que :

- D'une part, les plantes 1, 2, 3, 4, 5 et 6 ont une bonne valeur énergétique ainsi qu'une teneur élevée en MAT, suffisante pour un bon fonctionnement de la microflore du rumen.
- D'autre part, la ration ingérée est déficitaire en énergie et ne permet pas de couvrir les besoins des chèvres en début de lactation pour la production laitière.

Il reste à vérifier dans la 2^{ème} partie de notre étude, si ce déficit énergétique de la ration pourrait agir sur la quantité et la qualité du lait produit par les chèvres.

II. Analyse physico-chimique du lait

Les résultats d'analyse physico-chimique du lait des chèvres retenues pour l'étude sont présentés dans le tableau N°6.

Aujourd'hui, il n'existe pas de normes et de valeurs limites reconnues d'une manière générale au niveau internationale pour définir la qualité du lait de chèvre. Seules des exigences concernant la qualité hygiénique sont définies (Maurer *et al.*, 2013). Notre discussion sera basée donc sur une comparaison avec les études antérieures et les explications seront portées par rapport au stade physiologique et aux conditions d'élevage notamment l'alimentation qui est considérée comme le principal facteur agissant sur la production et la composition du lait des ruminants (Bocquier et Caja, 2001).

Tableau N°6. Résultats d'analyse physico-chimique du lait au cours des trois premiers mois de lactation exprimés en %

Paramètres	Jours après mise-bas								
	J1 (N=9)			J15 (N=9)			J30 (N=9)		
	Min	Max	Moy±écart-type)	Min	Max	Moy±écart-type	Min	Max	Moy±écart-type
EST	13,91	23,80	18,08±3,33	7,25	19,05	12,47±3,92	5,97	11,42	8,96±1,52
H₂O	76,2	86,09	81,92±3,33	80,95	92,75	87,53±3,92	88,58	94,03	91,04±1,52
ESD	6,78	11,8	9,24±1,42	4,38	8,28	6,64±1,10	3,73	7,75	5,89±1,20
TB	5,94	8,85	8,81±2,41	2,87	11,6	5,82±3,38	1,92	4,52	3,07±0,97
TP	2,62	4,49	3,55±0,54	1,71	3,12	2,56±0,41	1,47	2,93	2,25±0,43
D	1,018	1,037	1,026±0,005	1,012	1,045	1,022±0,009	1,011	1,025	1,018±0,004
PC	-0,666	-0,465	-0,556±0,06	-0,543	-0,27	-0,442±0,07	-0,511	-0,230	-0,300±0,27

Paramètres	Jours après mise-bas								
	J45 (N=9)			J60 (N= 9)			J75 (N=9)		
	Min	Max	Moy±écart-type	Min	Max	Moy±écart-type	Min	Max	Moy±écart-type
EST	7,09	12,58	10,28±1,59	8,06	16,7	10,93±2,84	7,43	13,82	10,22±1,84
H ₂ O	87,42	92,91	89,72±1,59	83,30	91,94	89,07±2,84	86,18	92,57	89,98±1,84
ESD	5,12	7,55	6,61±0,70	5,23	7,94	6,53±1,01	4,44	7,90	6,38±1,04
TB	1,97	5,03	3,70±0,97	1,99	8,33	4,41±2,02	2,79	5,92	3,64±1,02
TP	1,96	2,88	2,50±0,26	2,02	3,03	2,50±0,38	1,73	3,01	2,43±0,38
D	1,016	1,023	1,020±0,002	1,015	1,024	1,020±0,003	1,013	1,024	1,020±0,003
PC	-0,501	-0,323	-0,434±0,05	-0,521	-0,352	-0,431±0,06	-0,520	-0,292	-0,422±0,07

Paramètres	Jours après mise-bas		
	J90 (N=7)		
	Min	Max	Moy±écart-type
EST	9,29	15,04	11,09±1,87
H ₂ O	84,96	90,71	88,91±1,87
ESD	6,52	7,75	7,21±0,46
TB	2,30	7,39	3,89±1,64
TP	2,49	2,94	2,74±0,17
D	1,020	1,025	1,023±0,001
PC	-0,506	-0,435	-0,475±0,03

II.1. Extrait sec total (EST)

L'EST est proportionnel à la quantité de matière grasse et de matière protéique que le lait contient. Donc, l'augmentation ou la diminution de ce taux serait plus expliqué par le TB et le TP.

- Juste après la mise-bas, l'EST était très élevé, puis rechute à J15, accuse un minimum au 1^{er} mois, il augmente légèrement à partir de J45 où il reste stable jusqu'à J75 et commence à augmenter de nouveau à partir de J90 (tableau N°6).

- Exceptionnellement pour le J1 où la valeur enregistrée était plus élevée en comparaison aux autres travaux, les autres valeurs sont inférieures à celle de Vignola, 2002 (13%) et Rollan, 2008 (14%) mais comparables à celles trouvées par Moualek (2010) à Tizi Ouzou (11,57%, 11,00% et 10,23%). Ceci serait lié aux résultats de TB et TP qui seront discutés ultérieurement.

II.2. Densité (D)

À l'exception des jours J1 et J15 où les valeurs trouvées sont comparables à celles trouvées par Hennane et Kari en 2012 (D=1,026-1,042), Amroun et Zerrouki (2014) à Tizi Ouzou (D=1,0300) et Roudj et *al.* (2005) à Oran (D=1,022), les autres prélèvements montrent une infériorité en comparaison aux résultats des auteurs préalablement cités.

Étant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait est riche en MG, plus sa densité sera basse. De plus, les constituants d'ESD ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en solides non gras est élevée, plus la densité du lait est élevée (Vignola, 2002) ceci correspond parfaitement aux résultats de notre étude (tableau N°6).

II.3. Point de congélation (PC)

Le point de congélation enregistré à J1 ($-0,556 \pm 0,06$) rentre dans la fourchette décrite par Vignola, 2002 (PC= -0,530 à -0,575). Cependant, les autres prélèvements présentent des valeurs nettement supérieures. La seule explication que nous pouvons donner à ces résultats est la teneur importante de l'eau que contiennent ces laits au moment du prélèvement ce qui fait que plus le lait est riche en eau, plus la température de congélation se rapproche de 0°C.

II.4. Taux butyreux (TB)

L'étude descriptive du TB (tableau N°6) au cours des trois premiers mois de lactation nous permet de constater que le maximum est enregistré à J1 alors que le minimum est obtenu à J30. Au delà, le TB tend à augmenter (J45 et J60) puis à diminuer (J75 et J90).

Étant donné que l'éleveur laisse les chevreaux sous leurs mères, la mesure de la quantité de lait produit n'était pas possible, mais selon la bibliographie, le TB varie de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite (Institut de l'Élevage, 1998; Chilliard et Bocquier, 2000), il augmente en raison de la moindre production de lait. Cela nous laisse supposer que dans notre cas, le pic de lactation est atteint à J30, puis la phase de décroissance vient après ce qui correspond à une augmentation en parallèle des TB.

En comparant nos résultats à ceux d'autres travaux (tableau N°7), nous constatons que nos résultats sont comparables à certains stades, cependant, les valeurs dépendent toujours du stade de lactation et de la production laitière correspondante.

Tableau N°7. Taux Butyreux (TB) enregistrés en Algérie et dans d'autres pays du monde

Auteurs	Pays	TB
Amroun et Zerrouki, 2014	Algérie (Tizi Ouzou)	3,18%
Moualek, 2010	Algérie (Tizi Ouzou)	3,07%
Amroun et Zerrouki, 2011	Algérie (Béchar)	3,11% (race Arabia)
Kouniba et <i>al.</i> , 2007	Maroc	4,81% (race locale) 3,69% (race Alpine)
Doyon, 2005	Canada	3,54%
Analla et <i>al.</i> , 1996	Espagne	5,4% (race Mruciana)
Ciappesoni et <i>al.</i> , 2004	République de Tchèque	3,72%
Voutsinas et <i>al.</i> , 1990		5,32 à 7,78% (races locales)

II.5. Taux protéique (TP)

L'évolution du TP au cours des trois premiers mois de lactation (tableau N°6) suit la même tendance enregistrée par le TB c'est-à-dire un maximum à J1, un minimum à J30, puis une augmentation et une stabilisation entre J45, J60 et J75 et enfin une ré-augmentation à J90.

Cependant, les valeurs enregistrées sont faibles par rapport à beaucoup d'autres résultats enregistrés dans quelques études en Algérie et dans le monde (Tableau N°8). Ceci est lié à un régime alimentaire pauvre en énergie. La ration alimentaire donnée aux chèvres étudiées présente un taux de MAT suffisant pour un bon fonctionnement de la microflore ruminale mais déficitaire en énergie. Cette dernière ne fournit pas à ces microorganismes l'énergie nécessaire pour l'exploitation complète de l'azote alimentaire.

Les matières azotées du lait sont le principal facteur qui influence le rendement fromager (Jenot et *al.*, 2000). Dans ce cas, il apparaît que le lait des chèvres de notre étude ne favoriserait pas un bon rendement fromager.

Tableau N°8. Taux Protéiques (TP) enregistrés en Algérie et dans quelques pays du monde

Auteurs	Pays	TP
Amroun et Zerrouki, 2014	Algérie (Tizi Ouzou)	4,38%
Moualek, 2010	Algérie (Tizi Ouzou)	2,73%
Roudj et <i>al.</i> , 2005	Algérie (Oran)	2,08%
Kouniba et <i>al.</i> , 2007	Maroc	4,29% (race locale) 3,29% (race Alpine)
Doyon, 2005	Canada	3,39%
Analla et <i>al.</i> , 1996	Espagne	3,5% (race Mruciana)
Ciappesoni et <i>al.</i> , 2004	République de Tchèque	2,84%
Institut de l'élevage et France Contrôle laitier, 2000	France	3,14 (race Alpine)

La race a une influence sur le rendement laitier, les races des régions tempérées produisent plus de lait que celles des régions tropicales (Guney et *al.*, 2006 ; Norris et *al.*, 2011). Les races tropicales ont une faible production laitière à cause de leur potentiel génétique et l'environnement (stress de chaleur). Cette faible production entraîne par conséquent une augmentation des TB et TP (Schmidely et *al.*, 2002 ; Zahraddeen et *al.*, 2005).

La quantité et la qualité du lait produit par les chèvres sont influencées également par plusieurs autres facteurs, notamment la prolificité, la parité, le stade de lactation, l'état sanitaire, la saison de mise-bas, l'alimentation et le stress de l'environnement (Mellado et *al.*, 2003). Vu que les conditions d'élevage des chèvres de cette étude sont les mêmes, la seule explication des variations enregistrées pourrait être donnée à la valeur nutritive des aliments utilisés pour nourrir ces chèvres. Un régime alimentaire riche en énergie provoque une baisse de TB alors que le TP et la production laitière restent élevés. Nos résultats montrent le contraire (des valeurs de TB élevées et TP faibles avec probablement une faible production laitière). De même, les deux aliments complémentaires reconnus pour être riche en énergie ne sont pas distribués en quantité suffisante (1kg pendant toute l'année) ce qui ne permet pas la couverture des besoins élevés de début lactation, phase où l'appétit de la chèvre est encore faible. Le TB étant négativement corrélé au bilan énergétique de la chèvre (Chilliard et *al.*, 2003) mais le TP est positivement corrélé au bilan énergétique (Bocquier et Caja, 2001).

Conclusion



Dans cette étude, nous avons étudié la composition chimique de certaines espèces fourragères (steppiques) communément consommées par les chèvres locales de race Arabia et déterminer les performances laitières de ces chèvres à travers les caractéristiques physico-chimiques du lait.

À l'issue des résultats de la **1^{ère} partie** relative à l'étude de la composition chimique des plantes fourragères, nous avons pu recenser neuf familles botaniques, ce qui montre une grande variabilité floristique. Il apparaît aussi à travers la composition chimique et la détermination de la valeur énergétique de ces plantes, que les espèces qui ont été riches en énergie (>1UFL/ kg de MS), sont aussi riches en MAT (de 15 à 30% de la MS) et pauvres en CB (de 9 à 16% de la MS). Il s'agit de la plante 1 (non identifiée), plante 2 (*Rubia peregrina*), plante 3 (*Launea sp*), plante 4 (*Malva sylvestris*), plante 5 (famille de *Chenopodiaceae*) et la plante 6 (*Foeniculum vulgrae Mill*). Par ailleurs, et afin de vérifier si la ration alimentaire consommée par les chèvres contient la quantité de l'énergie suffisante pour une bonne performance laitière, nous avons réalisé des calculs de rationnement, les résultats font ressortir que :

- L'énergie fournie par la steppe était égale à 0,70 UFL.
- L'énergie fournie par la luzerne en vert était égale à 0,31UFL.
- L'énergie fournie par les aliments complémentaires était égale à 0,53UFL.

L'énergie totale consommée par les chèvres par jour était égal à **1,54UFL**. Cette valeur énergétique est insuffisante et ne permet de couvrir que les besoins de 2 litres de lait/ jours (selon les tables de l'INRA). Ce déficit énergétique de la ration avait son influence sur la qualité physico-chimique du lait qui est montré dans la 2^{ème} partie de l'étude.

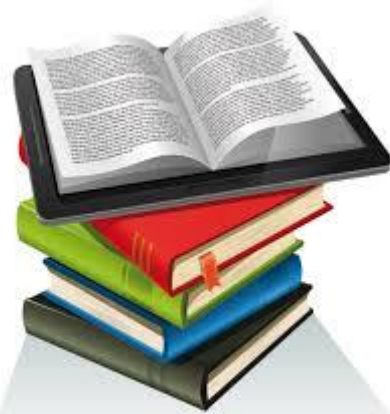
Concernant la **2^{ème} partie** :

- l'EST était proportionnel à la quantité de matière grasse et protéique que le lait contient ; de même pour la densité qui était liée à la teneur en ESD. Par ailleurs, plus la teneur en ESD est élevée, plus la densité du lait le sera aussi. Le point de congélation montre que tous les prélèvements sauf J1, avaient des valeurs qui se rapprochent de 0°C.
- Concernant le TB, c'est à travers son évolution qu'on a pu estimer que le pic de lactation était atteint à J30 (TB minimum) et la phase de décroissance vient après ce qui correspond à une augmentation en parallèle de TB.

- Cependant, pour le TP, les valeurs enregistrées étaient faibles par rapport à d'autres résultats pour quelques études en Algérie et dans le monde, et ceci est lié au **déficit énergétique de la ration**, trouvé dans la 1^{ère} partie de l'étude. Ce déficit énergétique ne permet pas à la microflore ruminale de fonctionner correctement afin d'exploiter totalement l'azote alimentaire d'où des taux faibles de protéines dans le lait.

À partir de tous ces résultats, nous pouvons conclure que l'alimentation agit sur la qualité physico-chimique du lait à travers les matières protéiques, un déficit énergétique de la ration entraîne des faibles taux protéiques et probablement une faible production laitière qui entraîne en parallèle une augmentation des matières grasses.

Vu que les chevreaux étaient toujours sous leurs mères, et que la ration alimentaire était déficitaire en énergie, la vraie performance laitière des chèvres de race Arabia n'a pas été encore montrée d'où l'intérêt de continuer cette étude sur un plus grand effectif, sur toute une lactation, tout en vérifiant d'autres facteurs pouvant affectés la quantité et la qualité du lait de chèvre notamment la saison et l'alimentation et ce afin de déterminer le vrai potentiel génétique de la chèvre Arabia pour la production laitière.



Références bibliographiques

1. AFNOR (Association Française de Normalisation), 1985. Aliments des animaux : méthodes d'analyses françaises et communautaires. Paris, AFNOR, 399 pages.
2. Alderson L., 1992. The categorisation of types and breeds of cattle in Europe. *Arch. Zootec.*, 41: 325-334.
3. Alais C., 1984. Science du lait, principes des techniques laitières, Ed SEPAIC. PARIS, 807 pages.
4. Amariglio S., 1986. Quality control of dairy products: Physical and chemical analysis. French National Organization for Standardization (AFNOR), 3rd Ed, Paris, pp: 107-251.
5. Amellal R., 1995. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Options méditerranéennes. *CIHEAM*, série B. Étude et Recherche, n°14 :229-239.
6. Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R., 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait *in* science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L. Presse internationale polytechnique, 600 pages.
7. Amroun .T.T. et Zerrouki N., 2011. Influence des saisons et de l'alimentation sur la composition du lait de chèvres bédouines (*capra hircus*). Le 22ème Forum des Sciences Biologiques de L'Association Tunisienne des Sciences Biologiques (ATSB), du 28 au 31 mars 2011, 4 pages.
8. Amroun T.T. et Zerrouki N., 2014. Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Renc. Rech. Ruminants*. 21 : 293.
9. Analla M., Jiménez-Gamero I., Munozserrano A., Seradilla J.M., Falagán A., 1996. Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and protein contents of milk from Murciano-Granadina goats. *J. Dairy Sci.*, 79, 1895–1898.
10. Andrieu J. et Weiss PH., 1981. Prédiction de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses, Prédiction de la valeur nutritive des aliments des ruminants, éd. INRA Publications, Versailles, 60-79.
11. ANIREF (Agence Nationale d'intermédiation et de régulation foncière), 2011. Monographie de la wilaya de Laghouat, 6 pages.

12. Agouze K. O. A., 2000. Élaboration d'un modèle informatise de gestion des pâturages tropicaux. Mémoire de D.E.S. en gestion des animaux en milieu tropical. Uni. de Liège, 43 pages.
13. Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. p. 16 (N° JORA : 069 du 27-10-1993).
14. Babo D., 2000. Races ovines et caprines françaises. Edition France Agricole, 1^{ère} édition, 302 pages.
15. Ball D. L., Thames M.H. et Phelps G., 2008. Content knowledge for teaching: What makes it? *Special Journal of Teacher Education*, 59 (5). P: 389-407.
16. Blain J., 2002. Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Ed Tec et Doc., 424 pages.
17. Barillet F., Boichard D., 1987. Studies on dairy production of milked ewes. I. Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. *Genet. Sel Evol.*, 19 : 459-474.
18. Benalia M., 1996. Contribution à la connaissance de l'élevage caprin: Synthèse bibliographique. Thèse. Ing. Agr. Tiaret, 72 pages.
19. Bendaoud K., 2009. Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Oued el bared, Tizi n'bacher et Amoucha (Nord de Sétif). Thèse Ing. Agr. univ Ferhat Abbas, Sétif, 50 pages.
20. Bey D. et Laloui S., 2005. Les teneurs en cuivre dans les poils et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (Biskra). Thèse. Doc. Vét. (Batna), 160 pages.
21. Bocquier F., Thériez M. et Brelurut A., 1987. The voluntary hay intake of ewes during the first weeks of lactation. *Anim. Prod.*, 44: 387-394.
22. Bocquier F. et Caja G., 1993. Recent advances on nutrition and feeding of dairy sheep. Proceed. 5th Int. Symp. on Machine Milking of Small Ruminants, Budapest, May 14- 20. *Hungarian J. Anim. Prod.*, 1 (Suppl.), 580-607.
23. Bocquier F., Guitard J.P., 1997. Estimation de la capacité d'ingestion et des phénomènes de substitution fourrage/concentré chez les brebis lacaune conduites en lots : compilation des données obtenues sur des rations à base d'ensilage. *Renc. Rech. Ruminants*, 4 : 75-78.
24. Bocquier F., Aurel M.R., Barillet F., Jacquin M., Lagriffoul G. et Marie C., 1999. Effects of partial milking during the suckling period on milk production of Lacaune dairy ewes. In: F. Barillet and N.P. Zervas (eds), *Milking and milk production of*

- dairy sheep and goats, EAAP Publ. n° 95, 257-262. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
25. Boubekri D., 2008. Situation de l'élevage caprin dans la région de Touggourt et perspectives de développement. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Agronomie. Université Kasdi Marbah Ouargla, 95 pages.
 26. Boukhobza M., 1982. L'agro- pastoralisme traditionnel en Algérie de l'ordre tribale désordres colonial. Ed. L'office des publications universitaires (O.P.U.). Alger, 458 pages.
 27. Bouzenoune A., 2013. Les écosystèmes steppiques et Sahariens. 39^{ème} Anniversaire de la création de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (21 au 24 Avril 2013). Laboratoire écologie et environnement, 24 pages.
 28. Brocard V., Brunshwig P., Legarto J., Paccard P., Rouille B., Bastien D., Leclerc M-C., 2010. Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. L'Institut de l'élevage : Paris, 268 pages.
 29. Brûle G., Lenoir J. et Remeuf F., 1997. La micelle de caséine et la coagulation du lait. Le fromage, partie 1, chap. 1, Edition Eck A., Gillis J. C. Techniques et documentation Lavoisier. Paris, PP : 7-41.
 30. Camps G., 1976. Les origines de la domestication dans le nord de l'Afrique, Trav. du LAPEMO, ronéo: Colloque d'élevage en Méditerranée occidentale. Paris. CNRS. Pp : 49-66.
 31. Carl J. et Kees V., 2004. L'élevage de chèvres dans les zones tropicales. Série Agrodok No.7, 104 pages.
 32. Chau Dang Van, Deswysen D., Focant M. et Larondelle Y., 2008. Le lait, un terme générique qui recouvre une grande diversité d'aliments avec des propriétés nutritives variées. *Carrefour Productions Animales*, 30-33.
 33. Charlet P. et Le Jaowen J-C., 1975. Les populations caprines du bassin méditerranéen : aptitudes et évolution. *CIHEAM - Options Méditerranéennes*, N° 35 : 45-55.
 34. Charron G., 1986. La production laitière. Volume I, les bases de la production. Lavoisier TEC et DOC., 347 pages.
 35. Chartier C., 2009. Pathologie caprine : du diagnostic à la prévention. Les Éditions du Point Vétérinaire, Rueil-Malmaison, 325 pages.

36. Chehma A., Longo h.F. et Belbey A., 2003. Utilisation digestive de régimes à base de rebuts de dattes chez le dromadaire et le mouton. Revue "*Courrier du Savoir*". n°3. Université Hassan Dahleb - Biskra. Pp : 17-21.
37. Chesworth J.C.T.A., 1996. L'alimentation des ruminants. *Le technicien d'agriculture tropicale*, pp : 263, Maisonneuve et La rose, Paris, France. ISBN: 2.7068.1137.4.
38. Chilliard Y., Bocquier F., Doreau M., 1998. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.*, 38 : 131-152.
39. Chilliard, Y., Bocquier, F., 2000. Direct effects of photoperiod on lipid metabolism, leptin synthesis and milk secretion in adult sheep. 9th International Symposium on Ruminant Physiology. Pretoria (ZAF), 1999 10 18-22. In: CAB International 2000. Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction (Ed. P.B. Cronjé), Chap. 12 : 205-223.
40. Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J., Lamberet G., 2003. A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86:1751-1770.
41. Chunleau Y., 1995. Manuel pratique d'élevage caprin pour la rive sud de la méditerranée. Technique Vivantes, 123 pages.
42. Dahlborn K., Nielsen M.O. and Hossaini-Hilali J., 1997. Mechanisms causing decreased milk production in water deprived goats. *CIHEAM, Options méditerranéennes*, 74 : 199-202.
43. Daniaux C., 2010. Lait de chèvre : vérités et contrevérités « santé ». Filière ovine et caprine n°34. 4^{ème} trimestre : 5-10.
44. Daviau C., Famelart M.H., Pierre A., Gouedranche H. et Maubois J.L., 2000. Rennet coagulation of skin milk and curd drainage: Effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. *Lait*, 80 (4): 397-415.
45. Debry G., 2001. Lait, nutrition et santé. Techniques et documentation Lavoisier. Paris, 544 pages.
46. Decaen. M.C, 1969. Variation de la composition du lait". Dans : "Alimentation des vaches laitières. Centre de la recherche zootechnologique et vétérinaires de THEIX (I.N.R.A) Edité par l'institut technique de l'élevage. Pp : 25-30.

47. Dehove R.A., 1967. La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires: Répression des fraudes et contrôle de la qualité. 4^{ème} éd, Paris, "commerce éd", 936 pages.
48. Dekkiche Y., 1987. Études des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et deux populations locales (MAKATIA et ARBIA) en élevage intensif dans une zone steppique (Laghouat). Thèse. Ing. Agro; INA. El Harrach. Alger, 120 pages.
49. Denis B., 2000. La chèvre un animal à découvrir. Conf. Inter. On *Goats* n°7. INRA France, Tours, pp : 1009-1011.
50. Demarquilly C. et Weiss Ph., 1970. Tableaux de valeur alimentaire des fourrages N°42. *INRA-Sei*, Versailles, 64 pages.
51. Desjeux J.F., 1993. Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. *Le lait*, 71 (2-3): 537-580.
52. Dilmi Bouras A., 2008. Filière lait : Exemple de l'Algérie. Séminaire internationale: Filière lait : Productions et Biotechnologies les 02 et 03 déc. 2008, Chlef, 24 pages.
53. Djari M.S., Ghribeche M.T., 1981. Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'études, ITA Mostaganem.
54. Doyon A., 2005. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents ; Colloque sur la chèvre, CRAAQ, 7 octobre, Québec, Canada, 24 pages.
55. D.S.A., 2015. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Laghouat. Statistiques agricoles.
56. Dupy C., Bernezat, Boccazzia et Vanalbada M., 2002. Les relations entre les humains et les animaux domestiques dans l'art rupestre du Sahara. Colloque de Domestication Animale, Villeurbanne, pp : 19-23.
57. Enjalbert F., 1996. Qualité de la matière grasse des produits laitiers. n°4 in information diététique, pp : 25-28.
58. Epstein H., 1971. The origin of the domestic mammals of Africa. *Africana publ. corp.* éd. Londres. Pp : 2-719.
59. Esperandieu., 1975. Art animalier dans l'Afrique antique, Imprimerie Officiel 7 et 9, Rue TOLLIER Alger, pp : 10-12.
60. Fall C. L., 1997. Étude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrémage. Mémoire de Docteur vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop-DAKAR, 93 pages.

61. Fantazi K., 2004. Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister I.N.A. Alger, 145 pages.
62. FAOSTAT, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/> consulté le 30/03/2016.
63. Faye B., 1997. Profils sanitaires en élevage bovin laitier ; mise en relation avec une typologie d'exploitations. Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 21, Ed. INRA/ SAD, pp : 13-47.
64. Feliachi K., 2003. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Commission générale AnGR, Point focal algérien pour les ressources génétiques. Octobre 2003, 29-30 pages.
65. Fournier A., 2006. L'élevage des chèvres. Artémis, éd. Slovaquie, 96 pages.
66. Fragné M., 2014. L'élevage caprin en France : Situation actuelle et perspectives. Thèse de Doctorat Vétérinaire à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 168 pages.
67. Fredot E., 2005. Connaissance des aliments : Bases alimentaire et nutritionnelles de la diététique, Éditions TEC. et Doc., Lavoisier, 397 pages.
68. French M.H., 1971. Observation sur la chèvre. Etudes agricoles, Ed. F.A.O, Rome n°80, pp : 19-21.
69. Gaddour A., Najari S. and Ouni M. (2007). Dairy performance of the goat genetic groups in the southern Tunisian. *Agricultural Journal*, 2 (2), 248-253.
70. Gadoud R., Joseph M-M., Jussiau R., Lisberney M-J., Mangeol B., Montméas L., Tarrit A., 1992. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2, les éditions Foucher, Paris, pp : 191-211.
71. Gaucheron F., 2004. Minéraux et produits laitiers, Tec. et Doc., Lavoisier. 922 pages.
72. Geenty K.G. et Sykes A.R., 1986. Effect of herbage allowances during pregnancy and lactation on feed intake, milk production, body composition and energy utilization of ewes at pasture. *J Agric. Science (CAMBRIDGE)*, 106: 351-367.
73. Gentesse N., 2010. Les bases de l'alimentation fourragère. *Belisle Solution Nutrition Inc.* 65 pages.
74. Goby J.P., Rochon J.J., Schmid J., 1994. Étude du pâturage de caprins en sous-bois de chêne-liège dans les Pyrénées Orientales (France). Analyse du comportement alimentaire des chèvres et impact sur la végétation. *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol. 5 : 69-82.

75. Geoffroy St H., 1919. L'élevage dans l'Afrique du Nord: Algérie-Maroc-Tunisie, Ed Challamel. Paris, 530 pages.
76. Gilbert T., 2002. L'élevage des chèvres. Éditions de Vecchi S.A., Paris, 159 pages.
77. Goursaud J., 1985. Composition et propriétés physico-chimiques du lait. Dans : "lait et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre" (LUQUET F.M) Tome (1): les laits de la mamelle à la laiterie, P15, P 3-4, P164, 171, 174.
78. Gueguen B., Chamba J.F., Coulon J. et Perreard E., 1996. Effect of milk chemical composition and clotting characteristics on chemical and sensory properties of Reblochon de Savoie cheese. *J. Dairy Res.*, 64: 157-162.
79. Guney O., Torun O., Ozuyanik O. and Darcan N., 2006. Milk production, reproductive and growth performances of Damascus goats under northern Cyprus conditions. *Journal of Small Ruminant Research*. 65: 176 – 179
80. Hennane M. et Kari L., 2012. Lait cru de chèvre. Licence de microbiologie. Université de Bejaia, 41 pages.
81. Holmes-Pegler H.S., 1966. The book of the goat. Ninth edition, "The bazaar, Exchange and Mart" LTD, 255 pages.
82. INRA, 1984. Pratique de l'alimentation des bovins : nouvelles recommandations alimentaires de l'INRA. 2^{ème} édition, 160 pages.
83. INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins – Besoins des animaux – Valeurs des aliments. Tables INRA 2007 Editions QUAE, Paris, 310 pages.
84. Institut de l'élevage – FEDERATION du CONTROLE LAITIER, 2007. Résultats de contrôle laitier – Espèce caprine FCL, 16 pages.
85. Jarrige R. 1977. Nutrition des ruminants domestiques. Ed. INRA. Paris. 723 pages.
86. Jarrige R., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA. 471 pages.
87. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G., 2007. Science des aliments ; Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Ed Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 456 pages.
88. Jenot F., Bossis N., Cherbonnier J., Fouilland C., Guillon M.P., Lauret A., Letourneau P., Poupin B., Reveau A., 2000. Les taux du lait de chèvres et leur variation. *L'Éleveur de Chèvres*. N° 7, 10 pages.
89. Jenot F., Bossis N., Cherbonnier J., Fouilland C., Guillon M-P., Lauret A., Letourneau P., Poupin B., Reveau A., 2001. Une lactation se prépare avant la mise-bas. *L'éleveur de chèvres*. N° 9, 13 pages.

90. Jouan P., 2002. Lactoprotéines et lactopeptides : propriétés biologiques. Ed. INRA. 128 pages.
91. Kalantzopoulos G., Dubeuf J.-P., Vallerand F., Pirisi A., Casalta E., Lauret A., Trujillo T., 2004. Characteristics of sheep and goat milks: quality and hygienic factors for the sheep and goat dairy sectors. *Int. Dairy Fed. Bul.* 390:17-28.
92. Khaldoun A., Bellah F., Amrani M., Djennadi F., 2001. Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC., Alger, 45 pages.
93. Kone A.R., 1987. Valeur nutritive des ligneux fourragers des zones sahéliennes et soudanienne d'Afrique occidentale. Recherche d'une méthode simple d'estimation de la bibliographie, 144 pages.
94. Kouniba A., Berrada M. et El marakchi A., 2007. Étude comparative de la composition chimique du lait de chèvre de la race locale Marocaine et la race alpine et évaluation de leur aptitude fromagère. *Revue de Médecine Vétérinaire.* 158 (3) : 152-160.
95. Lachica M. et Aguilera J.F., 2003. Estimation of energy needs in the free-ranging goat with particular reference to the assessment of its energy expenditure by the ¹³C-bicarbonate method. *Small Ruminant Research*, 4: 303-318.
96. Lachica M., Aguilera J.F., 2005. Energy needs of the free ranging-goat. *Small Ruminant Research*, 60 :111-125.
97. Lauvergne J.J., 1988. Le peuplement caprin du rivage nord de la Méditerranée. Ed Société d'ethnozootechnie, pp : 23-29.
98. Le Jaouen J.C., Remeuf F. et Lenoir J., 1990. Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications de produits laitiers caprins. *XXII International Dairy Congress*, Octobre, 8-12, Montréal, Québec
99. Legarto J., Gelé M., Ferlay A., Hurtaud C., Lagriffoul G., Palhière I., Peyraud J-L., Rouillé B. et Brunschwig P., 2014. Effets des conduites d'élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et brebis évaluée par spectrométrie dans le moyen infrarouge. *INRA Prod. Anim.* 27(4) : 269-282.
100. Le Houérou H.N., 1980. Les fourrages ligneux en Afrique du nord. Dans les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Communication présentée au colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique. Addis

- Abeba, 8-12 Avril 1980. CIPEA (Centre International Pour L'Élevage en Afrique). Addis Abeba, Éthiopie, pp : 57-84.
101. Lhost P., 1984. Le diagnostique sur le système d'élevage. In : Les cahiers de la recherche de développement N°3-4, pp : 84- 88.
102. Madani T., 2000. L'élevage caprin dans le Nord Est de l'Algérie. Gruner L et Chabert Y (Ed). INRA et Institut de l'Elevage Pub, Tours 2000. Actes de la 7 ème Conférence Internationale sur les Caprins, Tours (France) 15-21/05/2000, 351-353.
103. Madani T., Yakhlef H., Abbache N., 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie, Les races bovines, ovines, caprines et camelines. Alger 22-23/01/2003. Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATE-GEF/PNUD. Projet ALG/97/G31.p 44-51.
104. Marmet R., 1971. La connaissance du bétail. J-B Baillié et fils (éd). Paris. 173 pages.
105. Marsan P.A., Negrini R., Milanese E. et Crepaldi P, 2002. Geographic structure in goat diversity, Cwgalp n°7, INRA France, pp: 165-140.
106. Mason I.L., 1984. Goat evolution of domestical animals. Ed. Longman, London, pp: 86 93.
107. Maurer J., Berger T., Amrein R., Schaeren W., 2013. Critères de qualité pour le lait de chèvre et de brebis. ALP forum n°97. 16 pages.
108. Mellado M., Valdéz R., García J., López R. and Rodríguez A., 2003. Factors affecting the reproductive performance of goats under intensive conditions in a hot arid environment. *Journal of Small Ruminant Research*. 63: 110 – 118.
109. Mollereau H., Porcher C., Nicolas E., Brion A., 1995. Vade-Mecum du vétérinaire formulaire. Vétérinaire et pharmacologie, de thérapeutique et d'hygiène. Edition Vigot, 1672p.
110. Morand-Fehr P., Sauvant D., 1988. Alimentation des caprins. In Jarrige R. Ed., Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, 281-304.
111. Morand-Fehr P., 2005. Recent developments in goat nutrition and application: a review. *Small Ruminant Research*, 60 : 25-43
112. Moualek I., 2010. Caractérisation du lait de chèvre collecté localement : Séparations chromatographiques et contrôles électrophorétiques des protéines.

- MEMOIRE DE MAGISTER. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 101 pages.
113. Moule C., 1971. Fourrages. La maison rustique, Paris. 94 pages.
114. Nedjraoui D., 1981. Évolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3^{ème} cycle U.S.T.H.B., Alger, 156 pages.
115. Nedjraoui D., 2003. Notes de réflexions sur la politique de lutte contre la désertification en Algérie : Profil fourrager. Rapport O.S.S. 34 pages.
116. Norris D., Ngambi J. W., Benyi K. and Mbajjorgu C. A., 2011. Milk production of three exotic dairy goat genotypes in Limpopo Province, South Africa. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6: 274-281.
117. Patel R.S. et Reuter H., 1996. Effect of sodium, calcium and phosphate on properties of rennet coagulated milk. *Lebensmittel Wissenschaft Technol.*, 19 (4): 288-291.
118. Pougheon S., 2001. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.
119. Pougheon S. et Goursaud J., 2001. Le lait : caractéristiques physicochimiques. In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec. et Doc., Paris : 566 pages.
120. Quittet E., 1977. La chèvre, guide de l'éleveur. Edition la maison rustique, Paris, 277 pages.
121. Remeuf F., Lenoir J. et Duby C., 1989. Étude des relations entre les caractéristiques physicochimique des laits des chèvres et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69 : 499-518.
122. Renner E., Schauen A. et Drathen M., 1996. Nutrition composition tables of milk and dairy products. *Geissen Germany: Verlag, M. Drathen*: 198-210.
123. Richard D., 1985 – Le dromadaire et son élevage. Ed Maisons – Alfort. Institut d'élevage et médecine vétérinaire des pays tropicaux, Paris, 161p.
124. Richard D., (1987) : Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Thèse doctorat 3^{ème} cycle. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI. 314 pages.
125. Rivière R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2e édition, 523 pages.

126. Rollan S., 2008. Comparatifs des laits de mammifères. *Association Kousmine Française*, n°20 : 4-5.
127. Roudj S., Bessadat A. et Karam N-E., 2005. Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12 : 400.
128. Ruiz-Sala P., Hierro M.T.G., Martinez-Castro I and Santa-Maria G., 1996. Triglyceride composition of ewe, cow, and goat milk fat. *Journal of the American Oil Chemist's society*, 3: 283-293.
129. Shkolnik A., Maltz E. and Gordin S., 1980. Desert conditions and goat milk production. *Journal of Dairy Science*, 63 : 1749-1754.
130. Schmidely P., Meschy F., Tessier J. and Sauvant D., 2002. Lactation response and nitrogen, calcium, and phosphorus utilization of dairy goats differing by the genotype for alpha S1-casein in milk, and fed diets varying in crude protein concentration. *Journal of Dairy Science*. 85: 2299-2307
131. Senoussi A., 1989. Initiations aux techniques d'inséminations artificielles chez l'espèce caprines en Algérie, Thèse d'ingénieur d'Etat en agronomie saharienne (Ouargla), 98 pages.
132. Soltner D., 1978. Alimentation des animaux domestiques. Le rationnement des bovins, ovins et des porcs. 12^{ème} Ed. Collection sciences et techniques agronomiques. P : 20-87.
133. Soltner D., 1986. Alimentation des animaux domestiques .17^{ème} édition. Ed : Collection sciences et techniques agricoles, 399 pages.
134. Soltner D., 1994. Alimentation des animaux domestiques.20^{ème} édition. Tome I : Les principes de l'alimentation pour toutes les espèces .Ed : Science et techniques agricoles. 180 pages.
135. Soukehal A., 2013. Communications sur la filière laitière : Production, Besoins Nationaux (panel 1), Propositions d'éléments de politiques à moyen et long termes (panel 3). Colloque relatif à : La sécurité alimentaire : Quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Forum des chefs d'entreprises.
136. ST-gelais D.D., Ould-baba A.M. et Turcot S.M., 1999. Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. *Agriculture et Agro-alimentaire, Canada*, 1-33.

137. Thieulin G. et Vuillaume R., 1967. Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs. *Revue générale des questions laitières*. 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).
138. Trouette G., 1930. L'élevage indigène en Algérie. Doc. Anonyme, 50 pages.
139. Vierling E., 2003. Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine : 11(270 pages).
140. Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : Transformation du lait. Presses Internationales Polytechniques, 600 pages.
141. Voutquenne L., Lavaud C., Massiot G. et Le Men-Olivier L., 2007. Structure activity relationships of haernolytic saponins. *Pharm Biol.*, 40: 253-262.
142. Vignau L., Huyghe C., 2008. Stratégies Fourragères. Ed : La France Agricole. 336 pages.
143. Vigne J.P., 1988. Les grandes étapes de la domestication de la chèvre: Une proposition d'explication de son statut en Europe occidentale. *Ethnozootechnie*. Ed n°41, pp : 1-13.
144. Voutsinas L.P., Ppappas C.P., Katsiari M.C., 1990. The composition of alpine goat's milk during lactation in Greece. *J. Dairy Res.*, 57: 41-51.
145. Zahraddeen D., Butswat I. S. R. and Mbap S. T., 2005. Factors affecting birth weight, litter size and survival rates of goats in Bauchi, Nigeria. *Animal Production Research Advances*. 3: 46-51.
146. Zarrouk A., Souilem O., Drion P.V., Beckers J.F., 2001. Caractéristiques de la reproduction de l'espèce caprine. *Ann. Méd. Vét.*, 145 :98-105.

