



N° d'ordre:
N° de série:

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière: Science biologique

Spécialité: Biochimie

THEME

**Contribution à l'étude de l'effet de rationnement
alimentaire des chèvres sur la qualité
biochimique du lait.**

Dirigé par:

M. ZAATER Abdelmalek.

Présenté par:

HALA Maroua.

HENICHE Ouafa.

LABRAOU Asma.

MOUMEN BEKKOUCHE Djihad.

Année universitaire 2013/2014

Remerciement

Nous remercions tout d'abord Dieu de nous avoir accordé la volonté et la passion de pouvoir réussir ce modeste travail. tout puissant de nous avoir donné la persévérance et l'obstination de parcourir nos chemins, de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier .

Nous tenons à témoigner nos gratitude et nos sincères remerciements à nos encadreur : ZAATER Abdelmalek pour sa disponibilité et pour les corrections apportées à ce manuscrit. Merci de nous avoir guidé avec patience et pour la confiance dont vous avez fait preuve à nos égards. nous voudrions exprimer toute nos reconnaissance pour le temps qu'elle nous avons consacré ainsi que pour l'aide et l'encouragement prodigués tout au long de ce travail de recherche .

Nous remercions sincèrement :

M. LAICHE Ammar Touhami pour leurs conseils pertinents. Merci de nous avoir guidé avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.

Mr. DEROUICHE Samir pour leur aide précieuse et leur disponibilité et leur conseils pertinents.

Mr. BOUELI Nouredine pour les informations qu'il nous donne, aussi pour leurs conseils et encouragements.

Un grand merci et tous nos encouragements à les deux étudiantes de Master : KHERRASE Zineb et EL ARBBIE Sara pour leurs aide et leurs encouragement .
A tous nos les enseignants : ADAIKA A , CHENNA A, MEDULA I , HADEF L, TOUMI I, BOUTTELISE S, TOUATI HAMAD I,et tous les professeurs de SNV

Un grand merci et tous nos encouragements à toute les amies et la promotion de 2013/2014 de Biochimie . Enfin nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous



SOMMAIRE

Résumé	
ملخص	
INTRODUCTION GENERALE	
PREMIÈRE PARTIE : PARTIE THÉORIQUE	
CHAPITRE I : LA CHEVRE	
I.1. Historique.....	3
I.2. Définition et classification de la chèvre.....	3
I.3. Fiche d'identité.....	4
I.4. Description morphologique et caractéristiques.....	5
I.5. La famille	6
I.6. Races connues.....	6
I.6.1. Définition d'une race.....	6
I.6.2. Races laitières.....	6
I.6.2.1. Saanen.....	6
I.6.2.2. Alpine.....	7
I.6.2.2.3. Poitevine.....	7
I.6.2.2.4. Toggenburg.....	8
I.6.3. Races mixte ou viandeuse.....	8
I.6.3.1. Anglo-Nubienne.....	8
I.6.3.2. Boer.....	8
I.6.4. Autres races.....	9
I.7. Avantages.....	10
CHAPITRE II : L'ALIMENTATION DE CHEVRE	
II.1. composants des aliments.....	12
II.1.1. L'eau	12

II.1.2. lipides ou matières grasses.....	12
II.1.3. matières azotées ou protides.....	12
II.1.4. glucides.....	13
II.1.5. matières minérales.....	13
II.1.6. vitamines.....	13
II.2.1. conditions d'une bonne alimentation.....	14
II.3. Apports alimentaires commandés.....	14
II.3.1. Apport d'énergie et azote.....	14
II.3.2. L'apport de minéraux.....	15
II.3.3. L'apport de vitamines.....	18
CHAPITRE III : LE LAIT DE CHEVRE	
III.1. Définition du lait de chèvre.....	19
III.2. Définition générale du lait.....	19
III. 3. composition du lait de chèvre.....	20
III.4. Caractéristiques du lait de chèvre.....	21
III.4.1. Caractéristiques organoleptiques.....	21
III.4.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	21
III.4.2.1. PH.....	21
III.4.2.2. Acidité.....	22
III.4.2.3. Densité.....	22
III.4.2.4. Viscosité.....	23
III.4.2.5. Eau.....	23
III.4.2.6. Sels organiques et minéraux oligo-élément.....	23
III.4.2.7. Biocatalyseurs.....	24
III.4.2.7.A. Vitamines.....	24

III.4.2.7.B. Enzymes.....	25
III.4.2.7.B.1. Peroxydase.....	26
III.4.2.7.B.2. Catalase	26
III.4.2.7.B.3.Phosphatase.....	26
III.4.2.7.B.4. Lipase : Lipo Protéine Lipase.....	26
III.4.2.8. Gazdissous.....	27
III.4.2.9. Matières grasses	27
III.4.2.10. Lactose.....	28
III.5. Fraction protéique(Les protéines de lait).....	28
III.5.1. caséines.....	28
III.5.1.1. caséine α 1.....	30
III.5.1.2. caséine α 2.....	31
III.5.1.3. caséine β	32
III.5.1.4. caséine κ	32
III.5.1.5. caséine γ	33
III.6. protéines du lactosérum.....	33
III.6.1. β – lactoglobuline	34
III.6.2. α -lactalbumine.....	35
III.6.3.Sérum albumine.....	35
III.6.4.Immunoglobulines.....	35
III.6.5. couleur.....	35
III.6.6. odeur.....	36
III.6.7. saveur.....	36
CHAPITRE IV. LA DIGESTION	
Partie I : L'anatomie de tube digestif	

IV.I.1.Appareil digestif	37
IV.I.1.1.Tube digestif	37
IV.I.1.1.1. Bouche ou cavité buccale.....	37
IV.I.1.1.2. Œsophage.....	37
IV.I.1.1.3. Rumen ou panse.....	37
IV.I.1.1.4.Bonnet ou réseau ou réticulum.....	38
IV.I.1.1.5. Feuillet ouomasum.....	38
IV.I.1.1.6. Caillette.....	38
IV.I.1.1.7. Intestin.....	38
IV.I.1.1.7.a. Intestingrêle.....	38
IV.I.1.1.7.b. Caecum.....	39
IV.I.1.1.7.c. Gros intestin.....	39
IV.I.1.2. Glandes annexes.....	39
IV.I.1.2.1. Glandes salivaires.....	39
IV.I.1.2.2. Glandes gastriques.....	39
IV.I.1.2.3. Pancréas.....	39
IV.I.1.2.4.Vésicule biliaire.....	39
Partie II : Digestion	
IV.II.1.Bouche.....	40
IV.II.2.Estomac.....	41
IV.II.3.Rumen.....	42
IV.II.4 pancreas.....	44
IV.II.5. Feuillet.....	45
IV.II.6. caillette.....	45
IV.II.7. bile.....	45

IV.II.8.L'intestin grêle.....	48
IV.II.8.1. glucides.....	48
IV.II.8.2. protéines.....	48
IV.II.8.3. lipides.....	48
IV.II.9. gros intestin.....	49
DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	
CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES	
I.1. Matériels.....	50
I.1.1. Matérielsbiologiques.....	50
I.1.1.A. chèvres.....	50
I.1.1.B.1. chèvre A.....	50
I.1.1.A.2. Chèvre B.....	50
I.1.1.A.3. Chèvre C.....	51
I.1.1.A.4. Chèvre D.....	51
I.1.1.B. régimes alimentaires.....	51
I.1.1.C. lait.....	52
I.2.Méthodes.....	53
I.2.1.Méthodes de rationnement.....	53
I.2.2.Méthodes de prélèvement (la traite).....	53
I.2.3.Méthodes d'analyse les caractères physico-chimiques.....	54
I.2.3.1. PH.....	54
I.2.3.2. conductivité.....	54
I.2.3.3.dosage de protéine par Méthode de Lowry.....	54
I.2.3.4. mesure d'acide lactique.....	55
CHAPITRE II : Résultats et discussions	

II.1. résultats.....	57
II.1.1.L'étude physico-chimique.....	57
II.1.1.1. PH.....	57
II.1.1.2.Conductivité.....	57
II.1.1.3.Taux de protéine.....	57
II.1.1.4.L'acide lactique.....	57
II.2.Discussion des résultats.....	58
II.2.1. PH.....	58
II.2.2. Conductivité.....	58
II.2.3. Taux de protéine.....	58
II.2.4. L'acidelactique.....	59
CONCLUSION.....	60
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
LES ANNEXES	
Resumé et mots-clés	

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau I	Classification de chèvre.	04
Tableau II	Besoin énergétique et azotées pour une chèvre de 70Kg.	15
Tableau III	Valeurs nutritives des aliments.	16
Tableau IV	Composition nutritionnelle moyenne de 3 laits (pour 100 g).	20
Tableau V	expérimentation de l'acidité	22
Tableau VI	Densité des constituants laitiers à 30°C.	23
Tableau VII	Les vitamines se trouve dans le lait.	24
Tableau VIII	Caractéristiques des caséines caprines et bovines.	33
Tableau IX	Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait de diverses espèces animales.	34
Tableau X	les différents types de régimes alimentaires	51
Tableau XI	les taux de l'acide lactique	56
Tableau XII	Les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenus	57

LISTE DE FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 01	La morphologie de la chèvre.	05
Figure 02	Une chèvre de race Saanen.	07
Figure 03	Une chèvre de race Alpine.	07
Figure04	Une chèvre de race Poitevine.	08
Figure 05	Une chèvre de race Toggenburg.	08
Figure 06	Une chèvre de race Anglo-Nubienne.	09
Figure07	Une chèvre de race Boer.	09
Figure 08	Représentation des parties hydrophobes et hydrophiles des différentes caséines.	29
Figure 09	La structure de micelle et la sous unité de micelle.	30
Figure 10	Chèvre traitée (A).	50
Figure 11	Chèvre traitée (B).	50
Figure 12	Chèvre traitée (C).	51
Figure 13	Chèvre traitée (D).	51

LES ABREVEATIONS

ADN : acide désoxyribonucléique .

A.L : acide lactique .

ATPase H⁺/K⁺ : adénosine-triphosphate phosphohydrolase d'ions de hydrogène et de potassium .

C : Cendres .

°C : degré .

Ca : calcium.

Coenzyme PAPS : coenzyme phosphoadénosine-phosphosulfate .

cm /s : centimètre par second.

CO₂ : dioxyde de Carbone .

Cu : cuivre .

°D : degré Doronic .

Da : dalton .

Ech :échantillon .

Ech T :échantillon Témoin .

Exp : exemple .

Fe : Fer .

g/j : gramme par jour .

g/kg MS : gramme par kilogramme de matière sèche .

g/l :gramme par litre .

g /ml :gramme par millimètre .

g/mol :gramme par mole .

H₂O₂ : le peroxyde d'hydrogène .

HCL : chlore de hydrogène .

Ig : immunoglobuline .

INRA : Institut national de la recherche agronomique.

K⁺ : un ion potassium

kcal : kilocalorie .

Kg : kilogramme .

L : Lactose .

L : litres .

LPL : lipoprotéine lipase .

m : mètre .

M.A : matières azotées .

M.A.D : matière azotée digestible .

mg : milligramme .

Mg : magnésium .

MG : Matières grasses .

mg/100ml : milligramme/cent millimètres .

ml : millimètre .

mm : millimètre .

ms/cm : millissimence/centimètre .

N₂ : azote .

Na : sodium .

NH₃ : Ammoniac .

nm : nanometre .

O₂ : oxygène .

P : phosphore .

P : Protéines .

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin .

PH : potentiel hydrogène .

Phe : phénol .

T° : température .

Trp : tryptophane .

Tyr : Tyrosine .

U.F : unités Fourragées .

UFL : Unités Fourragères Lait .

U.I : unités internationales .

Zn : zinc .

α-amylase : alpha amylase .

α-dextrines : alpha dextrines .

α-glucose : alpha glucose .

β: beta .

μg : microgramme .

% : pour cent .

Résumé

Afin de savoir l'importance d'effet l'alimentation des chèvres sur la qualité biochimique du lait. Nous faisons de expérience sur quatre échantillons des chèvres de la région de Oued –Souf. Nous choisissons à tous les échantillons régime alimentaire différent et nous prenons un chèvre témoin sans régime alimentaire .

Les résultats obtenus après les analyses physique-chimiques de lait de chèvre apparait que l'aliment bien de chèvre effet en forme positif sur quantité de lait produit .comme quand le chèvre prend un repas protéique donne lait très riche de protéines.

Ainsi la variation du régime alimentaire de la chèvre aboutit à obtenir un lait avec composition , une couleur et odeur différentes .

Les mots clés:

Chèvre laitière , lait, régime alimentaire, étude physiquo –chimique.

ملخص

قصد معرفة أهمية تأثير غذاء الماعز على النوعية البيو كيميائية لحليب الماعز. قمنا بإنجاز تجربة على أربعة عينات من الماعز من منطقة واد سوف، حيث اخترنا لكل عينة حمية غذائية خاصة ومختلفة عن الأخرى، وأخذنا معزاة واحدة كشاهد لا تخضع إلى حمية غذائية خاصة.

أظهرت النتائج المتحصل عليها بعد التحاليل الفيز وكيميائية لحليب الماعز أن الغذاء يؤثر بشكل ايجابي على كمية الحليب الناتجة. فعندما تتناول المعزاة وجبة بروتينية تنتج حليب غني جدا بالبروتينات مقارنة بالشاهد أو عندما تتناول وجبة بها لون أو رائحة تظهر مباشرة في الحليب، وهذا يثبت يؤكد تأثير الغذاء على كمية ونوعية الحليب.

الكلمات المفتاحية :

معزاة حلوب، الحليب، حمية غذائية، الدراسة الفيز وكيميائية.



Introduction
générale

Introduction général

La chèvre est un animal sociable. Les chèvres instaurent une hiérarchie au sein du troupeau en se livrant à des combats. Il est donc important que le groupe soit grand et que les animaux y soient intégrés avec prudence.

La chèvre n'a que deux trayons ou mamelles contrairement à sa voisine la vache qui en possède quatre. La chèvre aime grimper et escalader les tas de cailloux, les rochers et même les arbres. La répartition mondiale des caprins, nous constatons qu'environ 90 % des chèvres se retrouvent dans les pays en développement où la viande caprine est une importante source d'alimentation et même de revenu.

Une espèce est constituée de son unité reproductrice appelée « population », une population peut être considérée comme une collection de génotypes (**Mininvieille, 1987**).

La chèvre est un herbivore ruminant, elle consomme avant tout de l'herbe fraîche ou séchée (le foin), un mélange de graminées, de légumineuses. Lorsque la quantité de pâturage diminue, pour maintenir le bon entretien et la lactation de l'animal, l'éleveur complète ou même remplace la ration d'herbe par du foin (herbe récoltée à la bonne saison, séchée et stockée pour l'hiver) ou encore par des végétaux cultivés à l'intention des animaux comme le maïs, la betterave ou le chou. La ration peut-être complétée par des mélanges de concentrés ou de céréales comme l'orge, le maïs, le triticale, l'avoine, le blé... Les aliments grossiers, riches en cellulose, sont nécessaires au bon fonctionnement du rumen (Demarquilly et Andrieu, 1988 ; Journet, 1988). Ils doivent couvrir, au minimum, les besoins d'entretien. Ils regroupent les fourrages verts (spontanés, sur parcours naturel ou cultivés, sur parcours agricole ou prairie), les fourrages secs (foins, pailles et fourrages déshydratés) et les ensilages (**Demarquilly et Andrieu, 1988**).

Les aliments concentrés, aliments non fibreux, sont très énergétiques, comme les céréales et les oléagineuses (>1 UFL par kg). Certains aliments concentrés possèdent en outre une valeur azotée importante, comme les protéagineux et les tourteaux. Leur utilisation en complément du fourrage de base permet donc d'équilibrer la ration (**Sauvant et Michalet - Doreau, 1988**).



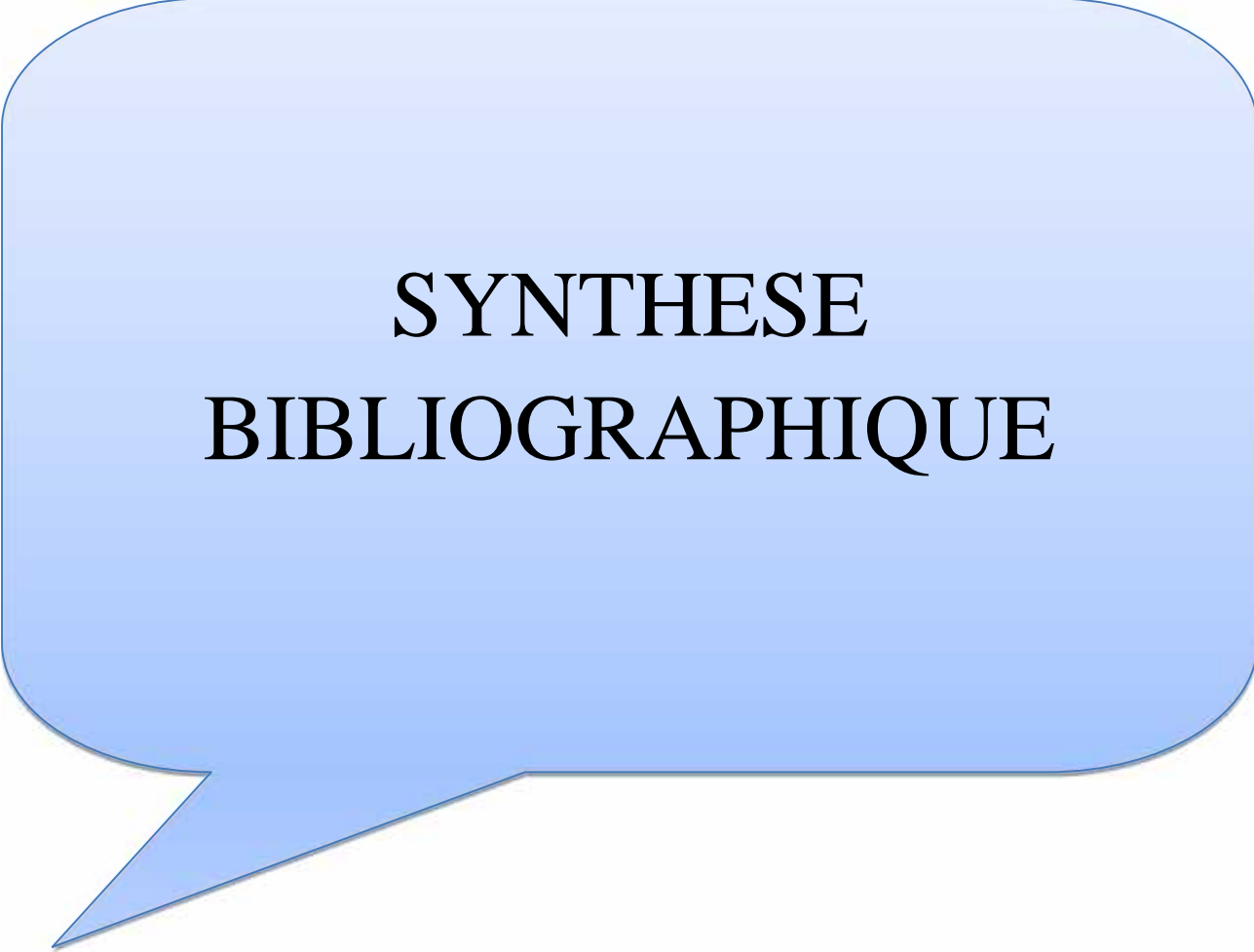
D'après cette étude ;On observe un grand effet du régime alimentaire pour la qualité et la quantité de lait obtenue,cette variabilité se fait au cours de la lactation. Après la mise basse la production augmente pour atteindre un pic généralement atteint entre 30 et 60 jours après la mise bas. Elle diminue ensuite progressivement puis de façon importante à la saison des chaleurs. La traite à lieu 2 fois par jour matin et soir.

Dans notre prospection, nous étudions une contribution à l'étude de l'effet de rationnement alimentaire de chèvre sur la qualité biochimique du lait

On aborde les aspects suivants :

La première partie qui est consacrée pour une étude bibliographique présentant : la chèvre, l'alimentation, le lait, et la digestion.

La deuxième partie pratique qui décrit : la méthodologie et leurs matériels utilisent, les résultats obtenus après l'analyse des résultats de cinq échantillons et leur discussion suivie d'une conclusion générale.



**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**



Chapitre I : La chèvre

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**Chapitre I : La chèvre****I.1. Historique**

Les chèvres semblent avoir été d'abord domestiquées il y a environ 10 000 ans (fin de la dernière glaciation) dans les monts Zagros et sur les plateaux d'Iran. L'autre centre de domestication connu, le plus important quantitativement, est l'Est de l'Anatolie (Turquie).

Les analyses génétiques d'ADN fossile laissent penser que les hommes ont d'abord protégé des populations de chèvres sauvages en tuant leurs prédateurs. Puis les tribus ont commencé à les élever pour avoir plus facilement sous la main du lait conservé sous forme de fromage, des poils, de la viande et des peaux. Les chèvres domestiques étaient généralement gardées dans des troupeaux qui se déplaçaient sur les collines ou sur d'autres domaines de pâturage analogues. Les chevriers qui les soignaient étaient souvent des enfants ou des adolescents, pareils à l'image que nous nous faisons du berger. Ces méthodes de garde se rencontrent encore aujourd'hui.

La domestication des chèvres a probablement engendré des modifications significatives des paysages et des écosystèmes (recul des zones arborées au profit des buissons et « maquis »).

La peau de chèvre est utilisée pour le transport de l'eau, du lait caillé ou du vin. Historiquement, elle servait aussi à produire le parchemin, qui était le support le plus employé pour écrire en Europe jusqu'à l'invention de l'imprimerie et la vulgarisation du papier (**site électronique 1**).

I.2. Définition et classification de la chèvre

La chèvre domestique est un mammifère herbivore et ruminant, appartenant à la famille des bovidés, sous-famille des caprins. La chèvre a été domestiquée dès le début du Néolithique (environ -10000 ans), vraisemblablement d'abord pour son lait, puis pour sa laine, sa viande, sa peau et son cuir. La plupart du temps, les chèvres sont domestiquées, mais on les trouve aussi à l'état sauvage dans quelques contrées du Caucase, d'Iran, d'Afghanistan ou d'Irak (**site électronique 1**).

La chèvre est un animal d'assez petite taille, à cornes arquées ou sans cornes (motte), très agile, particulièrement adapté au saut. Sa température interne normale est assez élevée (de 38 à 39,5 °C). On la trouve dans toutes les régions du globe, particulièrement en montagne. Les mâles sont appelés boucs et les petits sont des chevreaux (parfois encore appelés cabris). Le

mâle castré peut être appelé menon dans certaines régions. Les boucs dégagent toujours une odeur puissante, accrue au moment du rut.

La chèvre a des incisives inférieures, elle n'a pas d'incisives supérieures. Les chèvres ont tous 60 chromosomes par cellule. La chèvre mesure entre 80 cm et 1 m, et pèse, selon ses origines, entre 15 kg et 80 kg. Elle vit en moyenne 14 ans. La chèvre bêle ou béguète (**site électronique 1**).

Tableau I: classification de chèvre.(Manallah.I.2012)

Règne	Animal
Embranchement	Vertébrés
Classe	Mammifères
Sous- classe	Placentaires
Ordre	Artiodactyles
Sous-ordre	Ruminants
Famille	Bovidés
Sous-famille	Caprinées
Genre	Capra

I.3. Fiche d'identité

- **Durée de vie** : 6 à 12 ans.
- **Gestation** : 5 mois.
- **Taille** : 70 à 80 cm au garrot.
- **Cri** : elle bêle ou béguète.
- **Poids** : de 40 à 70 kg.
- **Nombre de petits par portée** : 1, 2 et parfois 3.
- **Habitat** : La chèvrerie (**Anonyme. 2010**).

I.4. Description morphologique et caractéristiques

La chèvre n'a que deux trayons ou mamelles contrairement à sa voisine la vache qui en possède quatre. Comme son cousin le chamois, la chèvre aime grimper et escalader les tas de cailloux, les rochers et même les arbres (Anonyme. 2010).

Elle s'apprivoise très bien et adore les câlins. La chèvre est surtout utilisée pour son lait. Elle peut donner de 600 à 700 litres de lait par an. La chèvre est aussi utilisée pour sa viande et sa peau. Comme tous les membres de sa famille, chacune de ses pattes se termine par deux doigts. Chaque doigt comporte un sabot (onglon) qu'il faut tailler une à deux fois par an.

Les chèvres sont soit cornues ou mottes (c'est à dire sans cornes). Lorsqu'elles ont des cornes, le fermier peut faire le choix dès les brûlées quand le cabri à trois semaines. Le chevreau n'a pas mal car le fermier l'endort (Anonyme. 2010).

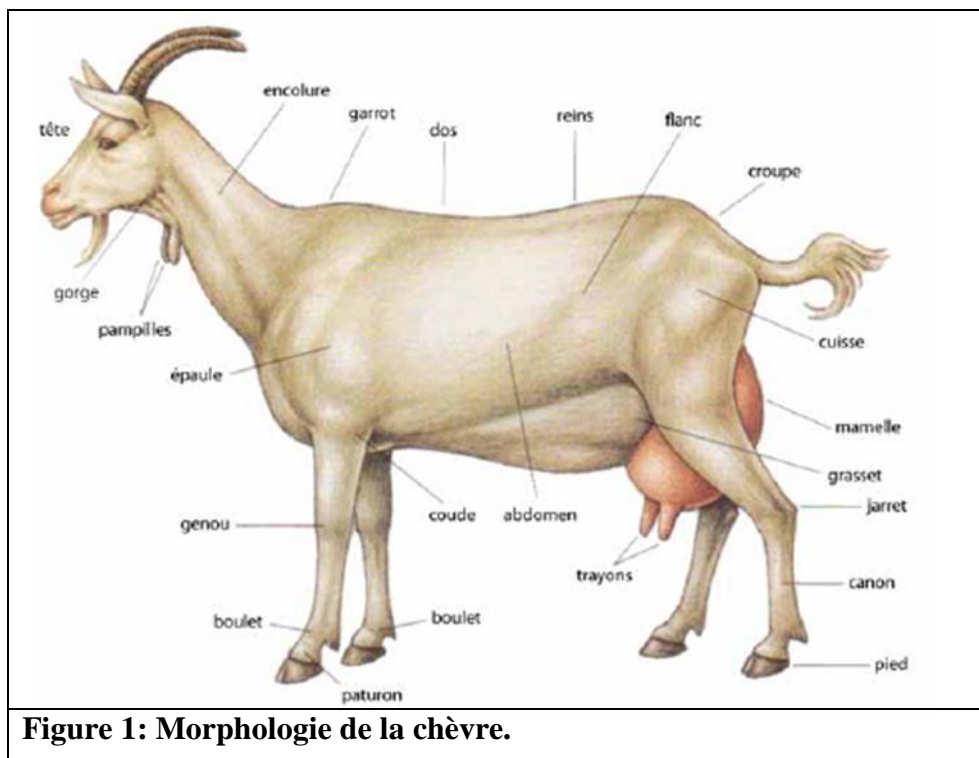


Figure 1: Morphologie de la chèvre.

I.5. La famille

- **Le mâle** : il se nomme le Bouc et il a une assez mauvaise réputation car il a tendance à sentir très mauvais. Cette odeur est sécrétée par des glandes situées entre ses cornes et elle permet au bouc de « séduire » les chèvres car l'odeur est très imposante pendant la période de reproduction.

- **La femelle** : elle se nomme la Chèvre.

- **Les jeunes** : ils se nomment les chevreaux ou les « cabris » (**Anonyme. 2010**).

I.6. Races connues

I.6.1. Définition d'une race

On appelle une race de la population des animaux mâles et femelles possédant ensemble un certain nombre de caractères que l'on retrouve chez les produits lorsqu'on accouple un mâle et une femelle de la population (**Olivier v. 2007**).

I.6.2. Races laitières

I.6.2.1. Saanen

La Saanen est avec l'Alpine, une des deux races laitières les plus couramment citées pour obtenir le meilleur rendement laitier possible. Elle est d'ailleurs considérée comme la race caprine la plus élevée dans le monde. Robe : La Saanen est uniformément blanche.

Origine : Elle provient de la vallée de la Saane, en Suisse.

Format : La chèvre Saanen est une race très développée, avec une grande capacité thoracique. Son poids atteint 50 à 90 kg pour les femelles et 80 à 120 kg pour les mâles.

Performances laitières moyennes : 894 kg de lait à 3,31% de MG et 3,02 % de protéines en 296 jours.

Autres caractéristiques : Les chèvres Saanen sont reconnues comme étant des animaux ayant un caractère assez calme qui s'adaptent bien à des régimes intensifs (**Olivier V. 2007**).

I.6.2.2. Alpine

Avec la Saanen, l'Alpine est une des deux races de référence de l'élevage de chèvres laitières.

Robe : Différentes couleurs de robe peuvent être rencontrées. Cela dit, la robe chamoisée (couleur brune avec pattes, tête et dos noirs) est la plus fréquente.

Massif alpin, le berceau de la race se trouve en Savoie.

Format : 50 à 70 kg pour les femelles et 80 à 100 kg pour les mâles. Performances laitières moyennes : 842 kg de lait à 3,53 % de MG et 3,15 % de protéines en 290 jours.

Autres caractéristiques : Cette chèvre est souvent décrite comme étant assez rustique (**Olivier V. 2007**).



Figure 2: Une chèvre de race Saanen (**Olivier V. 2007**).



Figure 3: Une chèvre de race Alpine (**Olivier V. 2007**).

I.6.2.2.3. Poitevine

Il s'agit d'une race laitière menacée de disparition, qui a été relancée ces dernières années par quelques éleveurs.

Robe : Elle est de couleur brun foncé à noir avec la face intérieure des membres, le dessous du membre et de la queue de couleur blanche. Elle porte également deux raies blanches sur la tête et les poils sont milongas sur le dos et les cuisses.

Origine : Poitou-Charentes, en France.

Format : Ces chèvres sont de format moyen, les femelles pesant entre 40 et 65 kg à l'âge adulte. Performances laitières moyennes : 592 kg de lait à 3,37 % de MG et 3,04 % de protéines en 269 jours.

Autres caractéristiques : La Poitevine est une race rustique, qui semble être bien adaptée au pâturage, qui est souvent appréciée pour la qualité fromagère de son lait (**Olivier V. 2007**).

I.6.2.2.4. Toggenburg

Les chèvres toggenburg sont des chèvres laitières de plus petit format.

Robe : Elle est de couleur brune, avec deux rayures blanches de chaque côté de la tête et de chaque côté de la croupe.

Les extrémités et l'intérieur des pattes sont également de couleur blanche (**Olivier V. 2007**).



Figure 5: Une chèvre de race Toggenburg(**Olivier V. 2007**).



Figure 4: Une chèvre de race Poitevine(**Olivier V. 2007**).

I.6.3. Races mixtes ou viandeuses

I.6.3.1. Anglo-Nubienne

Les animaux de race anglo-nubienne sont des animaux mixtes, qui peuvent être utilisés en croisement. En effet, cette race permet d'améliorer les taux du lait et la taille des animaux. L'utilisation de cette race en croisement permet également d'améliorer la conformation des chevreaux.

Robe : différentes couleurs de robe sont rencontrées. Origine : Grande-Bretagne. Format : Les chèvres anglo-nubiennes sont des animaux très grands et lourds par rapport aux autres races. En effet, les femelles peuvent atteindre 110 kg et les mâles 140 kg (**Olivier V. 2007**).

I.6.3.2. Boer

Originaire de l'Afrique du Sud, il s'agit d'une race typiquement viandeuse, avec une bonne conformation bouchère et des gains quotidiens moyens de poids élevés, qui est très présente aux Etats-Unis et au Canada. Les boucs Boer peuvent être utilisés en croisement pour féconder les moins bonnes productrices, et obtenir des chevreaux beaucoup plus viandeux. Il s'agit donc d'une solution intéressante pour les éleveurs qui peuvent profiter d'un débouché pour les chevreaux de boucherie (**Olivier v. 2007**).



Figure 7: Une chèvre de race Boer(Olivier V. 2007).



Figure 6: Une chèvre de race Anglo-Nubienne(Olivier V. 2007).

I.6.4. Autres races

Chèvre naine

Même s'il s'agit d'une race très populaire et très élevée en Belgique, la chèvre naine est une chèvre d'agrément. De façon plus anecdotique, on retrouve encore d'autres races mais de façon moins fréquente.

Nous nous contenterons ici de simplement citer quelques-unes de ces races : Pie (hollandaise), Rove, Cou noir du Valais, Chèvre corse... (Olivier v. 2007).

Reproduction

La chèvre est un animal saisonnier c'est-à-dire qu'elle est apte à se reproduire qu'à une période donnée contrairement à la vache ou la lapine qui peuvent être aptes à se reproduire toute l'année. Cela s'explique par le fait que l'ovulation des chèvres se déclenche lorsque la durée des jours diminuent, en automne en particulier.

Deux modes de reproduction sont possibles :

- La saillie naturelle avec le bouc

- L'insémination artificielle avec de la semence congelée de boucs améliorateurs qui permet de faire progresser le niveau génétique.

Le temps de gestation est de 5 mois et se déroule de Janvier à Avril. La chèvre met bas de 1 à 3 chevreaux qui sont durant la première semaine nourris avec le lait de leur mère : le Colostrum c'est un lait non fromageable, épais, très riche en anticorps essentiels

aux chevreaux. Par la suite, les chevreaux sont nourris avec du lait en poudre et le lait de leur mère est utilisé pour la fabrication de fromages.

Les chevreaux sont ensuite vendus à 15 jours à des marchands de chevreaux qui les achètent pour les engraisser. Ces chevreaux sont destinés à la boucherie pour le traditionnel chevreau de Pâques : ce sont généralement les mâles et les femelles qui ne sont pas gardés par l'éleveur pour le renouvellement du troupeau (ANONYME, 2010).

A savoir : La saisonnalité de la chèvre se superpose à celle du chamois ou du chevreuil. La reproduction se déroule à cette période car les naissances auront lieu au printemps, période très riche en nourriture à la fois pour les petits et les mères.

Les chevreaux ne risquent donc pas de mourir de faim et ils pourront prendre du poids durant toute la saison estivale pour être apte à passer les hivers rigoureux (ANONYME, 2010).

I.7. Avantages

La chèvre représente pour le petit paysan un certain nombre d'avantages :

- C'est un animal de petite taille. Comparé à celui des animaux plus grands comme la vache, son prix n'est pas très élevé. Son élevage comporte donc moins de risques.
- Il est plus facile de trouver de la nourriture pour un animal de petite taille.
- Même les enfants peuvent s'en faire obéir.
- C'est un animal précoce, et très fécond.

Les bêtes sont régulièrement utilisées pour la vente ou pour d'autres usages. On les remplace aussi très rapidement.

- Les chèvres survivent facilement dans des régions pauvres et sèches où d'autres ruminants ne pourraient pas s'adapter.
- Certaines races de chèvres sont capables de résister à la maladie du sommeil, ce qui permet de les élever dans des régions où les vaches ne survivraient pas.



Chapitre II :
L'alimentation de
chèvre

Chapitre II: Alimentation de chèvre

La chèvre, considérée comme productrice, se comporte comme une machine perfectionnée et sensible. De même qu'un moteur, pour libérer sa puissance, a besoin d'une source d'énergie :le carburant, de même l'obtention de lait ou de viande nécessite la fourniture à la chèvre d'une autre forme d'énergie: les aliments (**Quitte E. 1975**).

Les chèvres se nourrissent essentiellement en broutant. Elles mangent les feuilles des arbres et des buissons là où la végétation serait insuffisants pour des moutons ou des vaches. Leur langue et l'extrémité souple de leurs lèvres leur permettent de saisir les feuilles entre les épines. Elles mangent même l'écorce des arbres et les racines exposées à la surface (**Carl J ., Kees van den B. 2004**).

Les chèvres sont capables de subvenir assez bien à leurs besoins dans des conditions difficiles, grâce au premier compartiment de son estomac. Leur rumen ou panse contient une grande quantité de microorganismes qui les aident à transformer les fibres de qualité médiocre en substance nutritive. Leur système digestif provient en fait d'une adaptation à la sécheresse. Les feuilles d'arbres qu'elles consomment leur fournissent un apport supplémentaire de protéines, si bien qu'à la fin de la saison sèche, elles sont généralement en meilleure condition que les moutons ou les vaches (**Carl J., Kees van den B. 2004**)

Malgré tout, pour que les chèvres produisent rapidement une viande de qualité, du lait et des chevreaux en quantité, il faut bien les nourrir. Elles auront notamment besoin de protéines qui ne se trouveront pas toujours en quantité suffisante dans leur régime naturel (**Carl J ., Kees van den B .2004**).

C'est surtout les chèvres en gestation et celles qui allaitent qui auront besoin de nourriture complémentaire. Au cours du dernier mois de gestation, il leur faut deux fois plus d'énergie et de protéine que d'habitude. Si elles sont obligées d'utiliser leurs réserves, leurs petits et leur production de lait en souffriront (**Carl J ., Kees van den B .2004**).

Lorsqu'elles produisent du lait, les chèvres ont toujours besoin d'une alimentation de qualité, faute de quoi elles perdront du poids et utiliseront leurs réserves. Leur production de lait diminuera et ne retrouvera probablement jamais le même niveau (**Carl J., Kees van den B. 2004**).

Mais comme tout moteur la chèvre a besoin d'une certaine qualité d'énergie. De même qu'une voiture réglée pour marcher au super carburant va moins bien à l'essence ordinaire et ne fonctionne pas au fuel-oil, de même l'animal ne tolère pas longtemps une nourriture inadaptée c'est-à-dire mal composée (**Quitte E. 1975**).

Quels sont donc les composants des aliments qui conditionnent leur valeur ?

II.1.Composants des aliments

Ces constituants sont essentiellement: l'eau, les lipides, les matières azotées ou protides, les glucides, les matières minérales et les vitamines (**Quitte E. 1975**).

II.1.1.Eau

L'humidité naturellement présente dans la nourriture des chèvres suffira rarement à leurs besoins, notamment pendant la saison sèche lorsque la nourriture est desséchée. L'herbe sèche ou la paille ne contiennent que 10 à 15 % d'eau. Lorsque la température augmente, les chèvres perdent de plus en plus d'eau et elles ont besoin de boire davantage. Si elles ne trouvent pas suffisamment d'eau, elles mangeront moins et leur production baissera.

Par contre, sous les tropiques humides, le fourrage risque de contenir un taux d'humidité trop élevé (plus de 80 %). L'assimilation se fera mal et les chèvres devront ingurgiter une énorme quantité de nourriture pour satisfaire leurs besoins.

Les chèvres ont besoin de 3 à 8 litres d'eau claire par jour. Les productrices de lait consomment une grande quantité d'eau. (lors de la production de lait tous les organes de l'animal sont sollicités au maximum), alors que les chèvres à viande ont des besoins moindres. Donnez-leur de l'eau une fois par jour, toujours à la même heure pour qu'elles en prennent l'habitude et attendent ce moment. La température de l'eau a aussi son importance : plus elle sera froide, moins il leur en faudra et plus elles mangeront. Veillez à ce que l'eau reste fraîche et changez-la souvent pour éviter qu'elle se réchauffe. Cela permettra aussi de la garder propre, ce qui est important puisque les chèvres refusent de boire de l'eau sale (**Carl J ., Kees van den B. 2004**).

II.1.2.Lipides ou matières grasses

Existent, au moins en petites quantités, dans tous les aliments (foin, betterave,...) même si nous ne nous en rendons pas compte (**Quitte E. 1975**).

II.1.3.Matières azotées ou protides

Les protéines sont indispensables à la croissance, à la constitution du gras et aux fonctions essentielles du corps.

Curieusement, c'est le propre système digestif de la chèvre qui lui fournit le montant minimum nécessaire de protéines.

Cet apport permet de maintenir la chèvre en vie, mais il est insuffisant pour assurer la production de viande de qualité et de lait ainsi que de chevreaux en quantité. La chèvre a besoin pour cela de protéines supplémentaires qu'il est très important de lui fournir (**Carl J., Kees van den B. 2004**).

Quand il s'agit des ruminants et des aliments ordinaires on peut confondre sans erreur grave ces deux catégories de matières azotées(M.A). Il n'en est plus de même lorsqu'on considère l'apport de certaines matières azotées de synthèse ; c'est ainsi que l'urée (M.A non protéique) ne doit être introduite dans la ration qu'avec certaines précautions (**Quitte E. 1975**).

Il est dégradé dans le rumen en ammoniac (NH₃) qui va être utilisé par les microorganismes pour leur propre synthèse de protéines...C'est toujours le principe de la rumination (**Aneca. 1996**).

II.1.4. Les glucides

Dans ce groupe on trouve tous les éléments non compris dans les catégories précédentes. La cellulose y occupe une place importante. Les ruminants (et les équins) l'utilisent, plus ou moins bien selon son état, mais il n'en est pas de même dans toutes les autres espèces (**Quitte E. 1975**).

II.1.5. Les matières minérales

Les minéraux sont généralement en quantités insuffisantes dans les aliments qui composent la ration. Un complément, composé de minéraux majeurs (phosphore, calcium, sodium, magnésium...) et d'oligo-éléments (cuivre, zinc, sélénium, cobalt, iode...) doit être distribué aux chèvres ; la composition de ce complément sera fonction de la valeur de la ration de base (**Yevs C. 1993**).

II.1.6. Les vitamines

Les vitamines sont des substances organiques dont la structure et les propriétés sont facilement détruites par des facteurs physiques(température..) ou chimiques (oxydation ..). Elles jouent un rôle capital dans l'ensemble des processus biologiques et sont spécifiques c'est-à-dire que chacune d'elles a son action propre et qu'elles ne sont pas interchangeables. (**Quitte E. 1975**)

Les vitamines essentielles : A et E présentes dans le fourrage vert et D₃ synthétisée dans la peau sous l'action du soleil (**Yevs C. 1993**).

Les quantités de vitamines nécessaires sont infimes. On ne les exprime pas en poids mais en unités conventionnelles basées sur l'action biologique des vitamines. Ces unités sont dites (internationales); on les désigne sous l'abréviation (U.I) et bien entendu, ces unités sont différentes d'une vitamine à une autre (**Quitte E. 1975**).

Bases du rationnement

II.2.1. Conditions d'une bonne alimentation

Une bonne ration doit répondre aux conditions suivantes:

- 1- Apporter une quantité suffisante d'énergie.
- 2- Apporter une quantité suffisante de matières azotées.
- 3- contenir des matières minérales en quantités suffisantes et convenablement équilibrées.
- 4- Fournir à l'animal assez de vitamines.
- 5- comporter une quantité suffisante d'eau
- 6- contenir une quantité de matière sèche compatible avec le bon fonctionnement de l'appareil digestif.
- 7- Ne pas renfermer de substances nuisibles à l'organisme.
- 8- Revenir à un prix aussi peu élevé que possible (**Quitte E. 1975**).

II.3. Apports alimentaires commandés

II.3.1. Apport d'énergie et azote

Les apports énergétiques et azotés recommandés pour les chèvres laitières sont mesurés respectivement par les unités UFL (Unités Fourragères Lait) et les grammes de PDI (Protéines Digestibles dans l'Intestin).

Pour l'entretien, l'apport énergétique recommandé par l'INRA pour une chèvre de 70 Kg est de 0,89 UFL. Il varie de 0,10 UFL pour une différence de 10 Kg de poids vif.

Au cours des cinq dernières semaines de gestation, il doit être majoré d'au moins 25%, pour les besoins de gestation.

Pour la production d'un kilo de lait à 3,5% de TB, l'apport recommandé est de 0,4 UFL et de 45 g de PDI. L'apport de PDI pour une chèvre de 70 Kg à l'entretien est de 56 g/j et varie de 6,2 g/j par 10 kg de poids vif. Cet apport augmente respectivement de 55 à 65% pour les UF et 110 à 130 % pour les PDI pendant les 4^{ème} et 5^{ème} mois de gestation (**Anonyme. 2010**).

Tableau II : Besoin énergétique et azotées pour une chèvre de 70Kg(**Anonyme. 2010**).

	UFL	PDI(g)
Besoins d'entretien pour une chèvre de 70 Kg	0,89	56
Besoins de production pour 1 Kg de Lait à 3,5% de TB	0,4	45
4 ^{ème} mois de gestation	1,02	90
5 ^{ème} mois de gestation	1,16	124

II.3.2.L'apport de minéraux

Il faut adapter les apports de phosphore et de calcium à la production laitière et au stade physiologique de la chèvre. Toutefois, les rations sont souvent excédentaires en phosphore et calcium, excepté les systèmes à base de foin de graminées-ensilage de maïs-céréales ou de foin de graminées-céréales qui peuvent être déficitaires.

Les besoins d'entretien d'une chèvre laitière en phosphore et calcium absorbables sont respectivement de 1,9 g/j et 2 g/j. Pour une production de 4kg de lait les besoins sont de 7,6 g/j en phosphore absorbable et 6,9 g/j en calcium absorbable. Pour le sodium et le magnésium, les apports doivent être de 1,3 g/kg MS (**Anonyme. 2010**).

Tableau III : Valeurs nutritives des aliments (Quitte E. 1975).

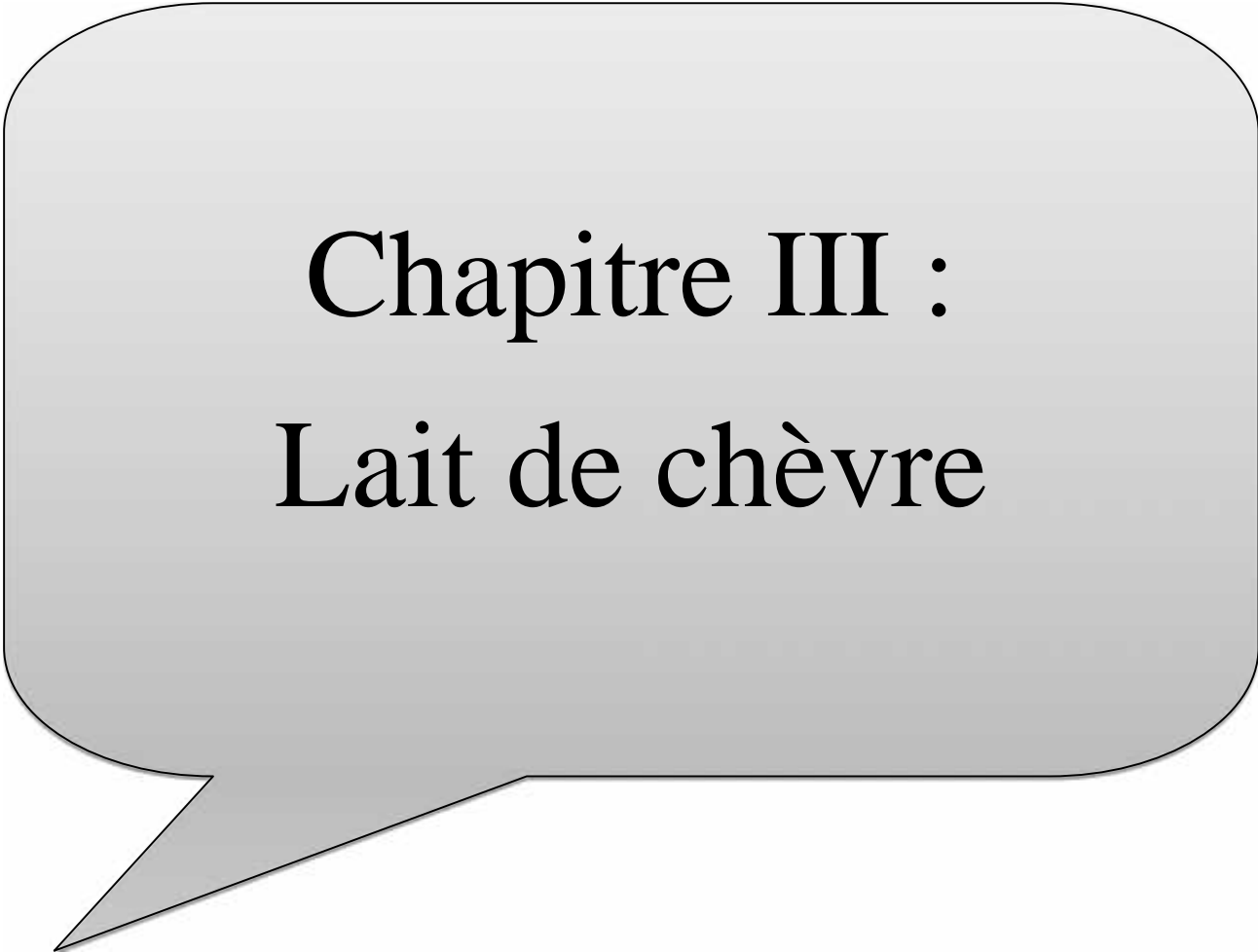
Aliments	1000 g d'aliments apportent				
	U.F (unités Fourra- gées) (g)	M.A.D (matière azotée digestible)(g)	M.S (matière sèche)(g)	Ca (calcium) (g)	P (phos- phore)(g)
FOURRAGES VERTS					
Avoine en vert	0,14	14	235	0,8	1
Colza fourrager	0,09	24	146	2	0,6
Herbe de prairie ordinaire	0,16	25	205	1,5	0,7
Luzerne en vert	0,16	32	240	3,5	0,6
Mais fourrage vert	0,15	12	175	0,7	0,5
Pois en vert	0,11	25	175	2,1	0,4
Sainfoin en vert	0,14	26	190	2,8	0,8
Seigle en vert	0,16	22	225	1	0,8
Sorgho en vert	0,15	08	248	0,9	0,3
Sudangrass	0,14	14	234	0,9	0,7
Trèfle violet	0,15	37	225	4	0,6

Vesce-avoine en vert	0,13	24	220	1,5	0,7
Choux fourragers	0,08	19	96	0,7	0,4
FOINS					
Sainfoin	0,44	91	865	12,0	2,0
Lotier	0,47	92	875	11,0	2,0
Herbe de prairie:					
Moyenne	0,34	46	870	3,0	1,0
Bonne	0,45	58	870	4,0	2,5
Très bonne	0,56	90	870	6,0	3,2
Ray-gras d'Italie déshydraté	0,65	90	910	—	—
Luzerne:					
Moyenne	0,43	97	885	14,7	2,4
Bonne	0,52	116	885	14,7	2,4
Déshydraté	0,63	127	930	16,0	2,4
Trèfle violet	0,44	72	875	12,8	2,0
PAILLES					
Paille de blé	0,17	9	900	2,1	0,7
Paille d'avoine	0,25	14	900	2	1
Balles de blé	0,30	19	900	2,1	0,7
Pailles de légumineuses	0,30	30	840	—	—
RACINES- TUBERCULESET DIVERS					
Topinambours	0,22	14	281	2,5	0,6
Carottes (racines)	0,12	9	125	0,5	0,4
Betteraves fourragères(à12% de M.S)	0,11	10	120	0,2	0,2
Betteraves à 18% de M.S	0,17	7	180	0,3	0,5

Carottes(fanes)	0,13	23	190	—	—
Châtaignes fraîches	0,45	30	445	0,3	1,0
Glands frais	0,56	30	500	0,8	0,7
Feuillage d'orme ou de hêtre	0,28	48	330à430	—	—
GRAINS					
Orge moyenne	1,0	62	872	0,4	3,2
Avoine	0,85	80	880	1,0	3,5
Mais	1,15	74	882	0,15	3
Blé	1,02	95	880	0,4	3,9
Féveroles	1,0	210	880	0,8	5
SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS					
Drèches de brasserie(fraïches)	0,19	37	228	0,7	1,2
Son de blé:					
Gros	0,66	107	892	1,4	12,9
Fin	0,70	128	884	1	11,8
Tourteau arachide, extraction	0,95	418	900	1,6	5,4
Tourteau lin, extraction	0,98	306	900	3,5	8,5
Tourteau soja, extraction	1,05	400	900	2,9	6,6

II.3.3. Apport de vitamines

On classe les vitamines en deux groupes: les hydrosolubles (solubles dans l'eau) et les liposolubles (solubles dans les matières grasses). Les vitamines hydrosolubles comprennent essentiellement les vitamines du groupe B, les vitamines C et PP. Nous n'aurons pas à nous en occuper parce que les ruminants, grâce aux micro-organismes du rumen, font la synthèse des vitamines B et d'autre part les aliments ordinaires de la chèvre en sont bien pourvus. Les carences en vitamines hydrosolubles sont très rares. Les vitamines liposolubles les plus connues sont les vitamines A, D, E et K (**Quitte E. 1975**).



Chapitre III :
Lait de chèvre

Chapitre III : Lait de chèvre

III.1. Définition du lait de chèvre

Le lait de chèvre est blanc mat, due à l'absence de B-carotène. Contrairement au lait de vache, il a une odeur assez neutre. Parfois en fin de lactation, une odeur caprine apparaît et après stockage au froid pour acquérir une saveur caractéristique :

Sa composition chimique varie selon l'espèce, condition d'environnement, et stade de lactation. La composition chimique joue un rôle important sur son aptitude à l'acidification par les ferments lactiques et notamment l'influence des sels minéraux (**Mami A. 2012**).

La densité du lait de chèvre est comparable à celle du lait de vache : avec une densité moyenne de 1031,05 à 15°C. Le point de congélation du lait de chèvre est environ 0,04 °C inférieur à celui de la vache, le lait de chèvre présente une très grande conductivité électrique par rapport à celui de la vache. Le contenu en azote non protéique dans le lait de chèvre est plus élevé par rapport au lait de vache, le contenu des protéines coagulables et caséines est faible 70,9% comparé à 77,8%. Les caséines représentent la partie la plus importante des protéines du lait, elles constituent environ 70% des matières azotées coagulables et sont représentées sous forme de micelles (**Mami A. 2012**).

Dans la majorité du lait de mammifères, le lactose représente la principale forme de glucides, qui sont présents sous forme de glycoprotéines et de glycolipides ayant des propriétés fonctionnelles spécifiques. Le lait de chèvre est faible en éléments minéraux de (5 à 8 mg/100ml). Certains de ces éléments sont importants sur le plan technologique (calcium et phosphate de calcium) en particulier dans les phénomènes de coagulation, les équilibres salins, dans la stabilité du lait à la chaleur et dans l'aptitude à l'ultrafiltration (**Mami A. 2012**).

III.2. Définition générale du lait

Le lait est un liquide physiologique complexe sécrété par les mammifères et destiné à l'alimentation du jeune animal naissant. L'origine de ses constituants est à la fois la synthèse réalisée au sein des cellules mammaires, à partir d'éléments sanguins tels que les acides gras et triglycérides, les protéines provenant d'acides aminés et le lactose provenant du glucose et de la filtration sélective de certains composants sanguins (sels minéraux). L'une des caractéristiques nutritionnelles majeures du lait est qu'il représente la source unique de

nutriments qui doit satisfaire des besoins importants de croissance de l'organisme (**Mami A. 2012**).

L'intérêt provient de la qualité des ses protéines, de ses lipides et de ses vitamines, en particulier, sa richesse en calcium. La composition du lait varie beaucoup d'une espèce à l'autre et reflète les besoins nutritionnels spécifiques de chaque espèce. Il existe, cependant ; des similitudes dans la composition des laits d'une même espèce (**Mami A. 2012**).

III. 3. Composition du lait de chèvre

Cette composition moyenne est présentée par comparaison à celle du lait de vache et du lait humain qui servent souvent de référence (tableau 4). Dans l'ensemble, le lait de chèvre se rapproche plus du lait de vache que de celui de femme. Il faut toutefois noter qu'une analyse plus détaillée de la composition chimique fait apparaître des particularités du lait de chèvre. De plus, il existe des différences en fonction du génotype et de l'environnement (variation saisonnière, rôle de l'alimentation sur la composition lipidique). Valeur nutritionnelle du lait de chèvre 575 (**Desjeux J. 1993**).

Tableau IV: Composition nutritionnelle moyenne de 3 laits (pour 100 g) (Desjeux J. 1993).

Nutriments	Unité	Chèvre	Vache	Humain
Eau	g	87.5	87.7	87.1
Energie	kcal	298	272	289
	g	71	65	69
Protéines	-	3.3	3.3	1.3
Caséines/lactalbumine	mg	83\17	82\18	40\60
Lipides	mg	4.5	3.8	4.1
Glucides	mg	4.6	4.8	7.2
Na	mg	40	50	14

K	mg	180	150	58
Ca	mg	130	120	34
Mg	mg	20	12	3
P	mg	110	95	12
Fe	mg	0.04	0.05	0.07
Cu	mg	0.05	0.02	0.04
Zn	mg	0.30	0.35	0.28

III.4.Caractéristiques du lait de chèvre

III.4.1.Caractéristiques organoleptiques

Comme le lait de vache, le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse (sérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum, ... etc.), les autres sous forme colloïdale (caséines). En raison de l'absence de β -carotènes, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache, blancheur se répercutant sur les produit laitiers caprins. Le lait caprin a un goût légèrement sucré. Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache. Cette saveur, en grande partie due à certains acides gras libres, est accentuée par la lipolyse (**Moualek I. 2011**).

III.4.2.Caractéristiques physico-chimiques

III.4.2.1. PH

Le pH d'un lait normal varie de 6,60 à 6,80. Le lait de fin de lactation et celui des vaches malades ont généralement un pH plus élevé, se rapprochant du pH du sang (**Jamal K. 2012**).

Néanmoins, le lait de chèvre en raison d'un polymorphisme génétique important de ses protéines, se démarque par une variabilité du pH suivant le type génétique en question (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.2. Acidité

Tous les constituants capables de se combiner à des ions basiques contribuent à l'acidité du lait, C'est l'équilibre entre les constituants basiques (sodium, potassium, magnésium, calcium et hydrogène) et les constituants acides (phosphates, citrates, chlorures, carbonates, hydroxyles et protéines) du lait qui en détermine l'acidité, Ces deux groupes de constituants peuvent exister dans toutes les combinaisons. Il faut reconnaître aussi que ces combinaisons varient en degré d'ionisation, en constante de dissociation et en produit de solubilité. Il convient également de noter que le degré de dissociation augmente avec la neutralisation ou le pH et que les sels calciques sont moins dissociés que les sels de sodium ou de potassium. C'est pour cette raison que dans le lait, surtout en milieu acide, il y a prédominance de sels de calcium qui tendent à se combiner aux protéines. L'acidité du lait exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30%. La majeure partie des laits a une acidité de 0,14 à 0,17%. Les constituants naturels du lait qui contribuent à l'acidité sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05-0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%), L'acidité du lait peut aussi être exprimée en « degré Doronic ». Un lait frais peut avoir comme acidité entre 16 et 18° Doronic (avec 1°D = 0, 1g d'acide lactique par litre) (**Jamal K. 2012**).

Tableau V: expérimentation de l'acidité (Jamal K. 2012).

°SH	°TH	°D	% L.a
1	2.5	2.25	0.0225
0.4	1	0.9	0.009
4/9	10/9	1	0.01

III.4.2.3. Densité

La densité du lait à 15,5°C est en moyenne 1,032 (1,028-1,035). Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour le lait entier, il convient de mesurer la densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car autrement, à l'état

solide, les matières grasses ont une densité supérieure et variable. Retenons aussi que s'il y a présence d'air dans le lait, la densité sera plus faible (**Jamal K. 2012**).

Tableau VI. Densité des constituants laitiers à 30°C (Jamal K. 2012).

Densité des constituants laitiers à 30°C	
Matières grasses(MG)	0.91
Extrait sec dégraissé	1.59
Lactose (L)	1.63
Protéines (P)	1.35
Cendres (C)	5.5

III.4.2.4. Viscosité

Rheotest (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée (**Ghaoues S. 2011**).

III.4.2.5. Eau

Cet élément essentiel, est le composé majoritaire du lait. L'établissement d'un comparatif entre le lait de chèvre de vache et humain montre peu de différence. Ces laits se caractérisent respectivement par 87,5, 87,7 et 87,1g d'eau pour 100g de lait analysé (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.6. Sels organiques et minéraux oligo-élément

La fraction minérale du lait caprin, ne représente qu'une faible portion de celui-ci, en moyenne 8% de la matière sèche contre 7% pour le lait de vache. Elle joue un rôle important dans la structure et la stabilité des micelles de caséine

Le lait de chèvre semble être plus riche en calcium, phosphore, magnésium, potassium et chlore que le lait de vache mais moins riche en sodium (**Moualek I. 2011**)

III.4.2.7. Biocatalyseurs

III.4.2.7.A. Vitamines

Les vitamines sont des substances organiques que l'on rencontre en très faible concentration chez les animaux et les végétaux. Elles sont essentielles à la vie de tout être vivant. Le lait contient de nombreuses vitamines. Parmi les plus connues, citons les vitamines : A, B1, B2, C et D. Les vitamines A et D sont solubles dans les graisses, et les solvants des matières grasses, les autres sont solubles dans l'eau (**Jamal K. 2012**).

Tableau VII. Les vitamines se trouve dans le lait(Jamal K. 2012).

Vitamines	Concentration pour 100 ml de lait
A	40 µg
B1	45 µg
B2	175 µg
B6	50 µg
B12	0.45 µg
B	270.45 µg
C	2 mg
D	4 IU
E	100 µg
K	5 µg
Acide nicotinique	90 µg
Acide folique	5.5 µg
Acide Pantothénique	350 µg
Biotine	3.5 µg

La vitamine B est très présente dans le lait :

- Des vitamines B1 et la B2, qui jouent un rôle majeur dans l'utilisation des glucides, lipides et protéines par notre organisme, ainsi que dans le fonctionnement de nos cellules

(activité enzymatique). La riboflavine (ou vitamine B2) jaune vert manifeste sa couleur dans le sérum de fromagerie.

- De la vitamine B9, appelée acide folique, contribue à la formation des globules rouges, elle intervient aussi dans la fabrication et la transformation des protéines. On trouve surtout cette vitamine dans les fromages à croûte fleurie (camembert, coulommiers, brie...) ou bleus (roquefort).

- De la vitamine B12, nécessaire à la formation des globules rouges. Elle participe également à la fabrication des protéines et intervient dans le fonctionnement du système nerveux. On la retrouve dans les aliments d'origine animale et très peu dans ceux d'origine végétale.

Conclusion : Le lait, les vitamines se répartissent en deux groupes : celles solubles dans la graisse (vitamines liposolubles), et celles solubles dans l'eau (vitamines hydrosolubles) (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.7.B. Enzymes

Les organismes vivants produisent différents groupes de protéines, dont les enzymes. Ils ont la propriété de déclencher les réactions chimiques et de modifier la vitesse de ces réactions. Les enzymes le font sans être eux-mêmes affectés : c'est pourquoi on les appelle parfois biocatalyseur. Les enzymes sont parfois spécifiques ; chaque type d'enzyme ne catalyse qu'un seul type de réactions (**Jamal K. 2012**).

L'action enzymatique dépendant fortement de deux facteurs :

La température et le PH. Généralement, les enzymes sont très actifs dans une plage de températures optimales entre 25 et 50°C. Leur activité baisse dès que cette plage optimale est dépassée, elle cesse entre 50 et 120°C. A ces températures, les enzymes sont plus ou moins dénaturées. La température d'inactivation varie d'un type d'enzyme à un autre un fait qui a été largement utilisé pour déterminer le degré de pasteurisation du lait (phosphatase alcaline). Les enzymes ont également leur plage de pH optimale, certains sont plus actifs dans les solutions acide, d'autres dans un environnement alcalin. Les enzymes du lait proviennent soit des bactéries soit de la synthèse laitière de la vache. On observe deux types d'enzyme :

les enzymes originaux (les constituants normaux du lait) et les enzymes bactériens qui varient en types et en abondance suivant la taille et la nature de la population

bactérienne (les derniers). Plusieurs sont utilisés pour le contrôle de la qualité d'un lait. Parmi les plus importants, la peroxydase, la catalase, la phosphatase et la lipase (LPL) (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.7.B.1. Peroxydase

Transfert l'oxygène du peroxyde-d'hydrogène (H_2O_2) vers d'autres substances facilement oxygénables. A $80^\circ C$ pendant quelques secondes ces enzymes sont inactives. C'est une spécificité que l'on peut utiliser pour prouver la présence ou non de peroxydase dans le lait, et par conséquent vérifier si l'on atteint ou non une température de haute pasteurisation (supérieure à $80^\circ C$) (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.7.B.2. Catalase :

Scinde le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène libre. En mesurant, la quantité d'oxygène que l'enzyme peut libérer dans le lait il est possible d'évaluer la teneur en catalase et d'appréhender l'état sanitaire des mamelles. Le lait d'un pis malade à une forte teneur en catalase, alors que le lait frais sain n'en contient qu'une quantité insignifiante. La catalase peut être détruite si l'on chauffe le lait à $75^\circ C$ pendant 60 secondes. La mesure de son indice est une méthode indirecte d'appréciation de la qualité hygiénique du lait (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.7.B.3. Phosphatase:

Propriété de pouvoir scinder certains esters phosphoriques en acide phosphorique et alcools correspondants. En ajoutant un ester phosphorique et un réactif en présence d'alcools, il est possible de détecter la présence de phosphatase. Un changement de couleur est relevé. Cette enzyme est détruite par la pasteurisation donc on peut déterminer si cette étape a bien été atteinte (grâce au test de la phosphatase selon Scharer). Il est préférable de le réaliser juste après le traitement thermique (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.7.B.4. Lipase : Lipo Protéine Lipase

Décompose la matière grasse en glycérol et acide gras libre. S'il y a un excès d'acide gras libre dans le lait cela donne un goût de rance. L'effet de cet enzyme est très limité mais le lait de certaines vaches peut présenter une forte activité lipasique. Vers la fin de lactation, la quantité de lipase est en augmentation. La pasteurisation limite l'activité de cet enzyme

mais ne l'inactive pas totalement il faut des températures beaucoup plus élevées. On distingue deux types de lipolyse :

- La lipolyse spontanée, qui se développe sans actions mécaniques sur le lait cru.
- La lipolyse induite déclenchée par une agitation mécanique. La majeure partie des lipases se trouve dans le lait écrémé, elle semble être liée aux micelles de caséines, mais on la retrouve également sur la membrane protéique des GG (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.8. Gaz dissous

Le lait contient des gaz, de 3 à 5% du volume de lait frais au sortir du pis, mais à l'arrivée à la laiterie, la teneur en gaz peut atteindre 10%. Les gaz sont constitués essentiellement de dioxyde de carbone (CO₂), d'azote (N₂) et d'oxygène (O₂). Ils existent sous 3 formes :

- Dissous dans le lait
- Liés et non séparables du lait
- Dispersés dans le lait (**Jamal K. 2012**).

III.4.2.9. Matières grasses

Moins riche en matière grasse , le lait caprin est aussi plus difficile à écrémer que le lait de vache du fait que les globules gras caprins se démarquent par leur petite taille, Cette disparité leur confère une meilleure dispersion ainsi que l'obtention d'une phase plus homogène. La membrane du globule gras caprin est composée de protéines montrant une forte tendance à l'association aux caséines, qui ne se retrouve pas chez le bovin (**CABO, 2010**).

Le contenu lipidique total du lait caprin, sujet à une forte variation, se caractérise par une richesse en triglycérides 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. On y trouve aussi des triglycérides polyinsaturés à chaîne moyenne (**Moualek I. 2011**).

III.4.2.10. Lactose

Le lactose est un disaccharide c'est de molécule du sucre. La molécule du lactose contient les monosaccharides glucose et galactose. Le lactose a un faible pouvoir sucrant comparé à ceux du saccharose. Il est un solide blanc de formule brute molaire de 342g/mol. Il est moins soluble (0,216 g/mL 2,019 g/mL à 20 °C) ou le glucose (0,470 g/mL dans l'eau est de 18,9049 g à 25 pour 100 g de solution. Les bactéries lactiques secrètent une enzyme appelée lactase (Béta galactosidase) (Moualek I. 2011).

III.5. Fraction protéique(Les protéines de lait)

Les protéines du lait de chèvre comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommée caséines (représentant environ 80%), précipite à pH 4,2 pour le lait de chèvre et 4,6 pour le lait de vache . L'autre, minoritaire (représentant 20%) et dénommé protéines sériques se caractérisant par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH. Par rapport au lait de vache, les teneurs en protéines sont nettement plus faibles dans le lait de chèvre (28 g/l contre 32g/l) (Moualek I. 2011).

III.5.1. Caséines

Par rapport au bovin, le lait caprin présente les mêmes constituants caséiniques (caséine α S1, α S2, β et κ) et partage avec celui-ci plusieurs similitudes. Les caséines sont dépourvues d'acides aminés soufrés, donc non structurées par des ponts disulfures. Elles sont par contre riches en résidu proline (particulièrement la caséine β), résidus connus pour leur rigidité stéréochimique, expliquant ainsi l'absence de structure organisées pour ces protéines.

Ces caséines possèdent des chaînes latérales polaires (résidus phosphoséryle, glutamyle et aspartyle) du côté N-terminal et des chaînes latérales apolaires du côté C-terminal (caséine α S et β), représentation inversée pour ce qui est de la caséine κ (Moualek I. 2011).

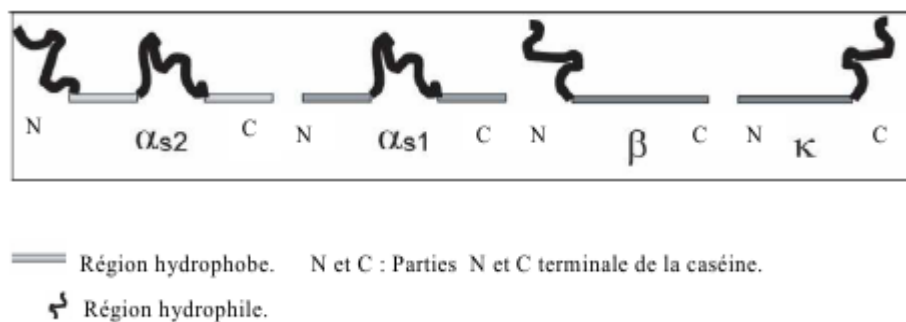


Figure 08 : Représentation des parties hydrophobes et hydrophiles des différentes caséines (Moualek I. 2011).

Ces protéines, forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phospho sérines de celles-ci . Ces structures (pelote statistique) ont pour conséquence l'exposition des groupements hydrophobes des caséines, plus que ceux des protéines globulaires, ce qui explique la grande tendance des caséines à l'association.

L'hydratation des micelles est corrélée positivement avec leur stabilité thermique et négativement avec leur minéralisation.

La structure micellaire caprine, à la différence de son homologue bovin est de diamètre et de degré de dispersion plus important, diamètre qui augmente avec la diminution de la teneur en caséine.

Aussi celle-ci en diffère par une minéralisation elle aussi supérieure, ce qui pour ce facteur lui est préjudiciable au plan de son hydratation qui en sera fortement diminuée (Moualek I. 2011).

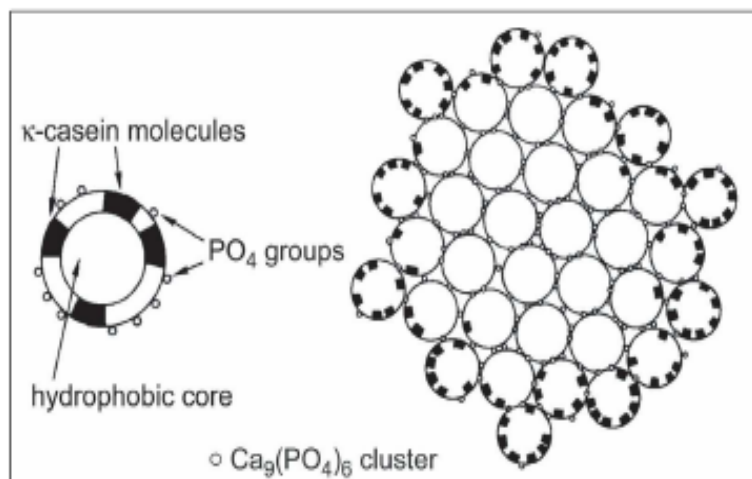


Figure 09 : La structure de micelle et la sous unité de micelle. (Moualek I. 2011).

III.5.1.1.Caséine α 1

Des trois caséines, la caséine α 1 est la plus sensible au calcium, elle est composée dans les deux laits (bovin et caprin), de 199 acides aminés pour une masse moléculaire de 23600 Da avec 80% de similitude.

La caséine α 1 possède un domaine d'environ 40 acides aminés où sont localisés d'une part, des résidus phosphates (sept à dix) et, d'autre part, douze résidus carboxyliques, conférant à cette protéine une grande acidité et une charge hautement négative (Moualek I. 2011).

Cette protéine se démarque de son homologue bovin par une forte variation individuelle liée à l'existence d'un haut degré de polymorphisme génétique .

Les gènes de la caséine caprine, montrent des modifications complexes conduisant à une grande hétérogénéité de cette fraction, ainsi qu'à sa variabilité tant au niveau quantitatif que qualitatif ce qui se répercute aussi bien sur la composition que sur les propriétés technologiques (propriétés fromagères) du lait de chèvre.

Le polymorphisme le plus marqué, est celui de la caséine α 1, qui en plus du fait d'avoir un effet sur son propre taux de synthèse, a aussi des répercussions sur les teneurs en caséines totales. Le polymorphisme de cette fraction associe différents taux de synthèse à différentes classes alléliques.

Ainsi, pour cette fraction il existe 7 allèles pouvant être regroupés en 3 groupes, le variant « fort » représenté par les allèles A, B et C et associés à des taux de synthèse élevés de 3,6g/l, le variant « intermédiaire » représenté par l'allèle E et associé à des taux de synthèse moyens de 1,6g/l, deux variantes « faibles » F et D associés à un taux de synthèse faible de 0,6g/l et un dernier variant « nul » O dépourvu de caséine α S1 (**Moualek I. 2011**).

Chaque variant a un impact technologique significatif, c'est ainsi que pour le paramètre « diamètre des micelles » l'influence est nette. Les laits issus du variant (AA), ont des micelles de diamètre plus faible que les laits (EE), eux même de diamètre inférieur aux laits (FF), (AA < EE < FF) (**Moualek I. 2011**).

Alors que pour « le degré de minéralisation calcique des micelles », le phénomène s'inverse. Les taux pour les laits (EE) et (FF) sont supérieurs aux laits (AA) (**Moualek I. 2011**).

Au plan technologique, ces laits adoptent des comportements différents. Ainsi, la fermeté du gel présure est supérieure pour le lait (AA) par rapport au lait (EE) lui-même supérieur au lait (FF), la même tendance est suivie pour la vitesse de raffermissement, et aussi pour le taux de matière grasse.

Les laits (FF) étant les moins riches en matière grasse, se caractérisent par des anomalies de comportement à l'écémage avec aussi un degré de lipolyse plus important, ce qui est à l'origine de la flaveur "chèvre" plus prononcée pour celui-ci et est bien moins marquée pour les fromages issus des laits (AA).

Ces différents paramètres, font que le lait (AA) est un lait se rapprochant du lait bovin (**Moualek I. 2011**).

III.5.1.2.Caséine α S2

La caséine α S2 caprine est la caséine la plus phosphorylée avec plus de 13 résidus phosphate. Elle contient 288 résidus d'acides aminés (un de plus que son homologue bovin) pour une masse moléculaire de 25 300 Daltons (PAYENS, 1982). Elle partage aussi environ 88% de similitude avec l'homologue bovin .

Les travaux sur le polymorphisme des caséines caprines, ont permis de mettre en évidence l'existence de 3 variantes pour la caséine α S2, qui sont, l'allèle A (allèle le plus répondeur), B et C associés à une production de 2,5g/l de caséine α S2, ainsi qu'un variant à taux faible et un autre de taux nul. Aucune association entre les aptitudes technologiques et les variantes de cette fraction n'a pour le moment été établie (**Moualek I.2011**).

III.5.1.3.Caséine β

La caséine β est une phosphoprotéine constituée d'une seule chaîne polypeptidique avec cinq résidus phospho sérines pour une masse moléculaire de 24000 Daltons.

Cette protéine est bien plus hydrophobe que la caséine α S1, mais d'une sensibilité moindre au calcium.

Cette fraction est constituée par deux composants de poids moléculaire identique, mais avec deux niveaux de phosphorylation différents (cinq et six). La caséine β est composée de 207 résidus d'acide aminés soit deux de moins que la protéine homologue bovine et avec une homologie de 90% avec celle-ci. Elle partage néanmoins la même mobilité électrophorétique avec la caséine β bovine.

Le clivage de la caséine β conduit d'une part à la formation aux caséines γ et d'autre part à plusieurs des composants de la fraction protéose-peptone (**Moualek I.2011**).

Pour la caséine β , 3 variants A, B et O ont été identifiés. L'existence du variant O de teneur en caséines β nul s'accompagne d'une baisse sensible de la teneur en caséines totales du lait caprin. En contrepartie, ceci s'accompagne d'une augmentation des teneurs en caséine α S1. Il a été constaté que les laits sans caséine β ont un temps de prise beaucoup plus long et donnent des caillés plus mous par rapport aux laits ayant une teneur normale en caséine β (**Moualek I.2011**).

III.5.1.4.Caséine κ

Seule la caséine κ est une glycoprotéine dotée de propriétés amphiphile. La caséine κ caprine a une masse moléculaire de 19000 Daltons pour 171 résidus d'acides aminés. Elle contient deux résidus phosphate. Elle est difficilement précipitée par les ions calcium. Ces deux facteurs combinés, font que la caséine κ joue le rôle de stabilisant pour les autres caséines.

Pour ces raisons, la caséine κ est localisée à la périphérie de la micelle de caséine, jouant le rôle à la fois de limitant de la croissance de la micelle et de maintien de celle-ci en suspension dans le lait.

La fraction κ se démarque des autres fractions par son contenu cystéinique, au nombre de deux résidus localisés dans la frange hydrophobe. Ces résidus permettent la polymérisation via des ponts disulfures (**Moualek I. 2011**).

II.5.1.5. Caséine γ

Cette fraction se retrouve en faible quantité dans le lait, et résulte d'une protéolyse naturelle et limitée de la caséine β .

D'un point de vue sensibilité au calcium, cette dernière fraction de caséine est plus affectée que la caséine $\alpha S1$ et β (**Moualek I. 2011**).

Tableau VIII : Caractéristiques des caséines caprines et bovines (Moualek I. 2011).

Caséines	$\alpha S1$		β		$\alpha S2$		κ	
	C	V	C	V	C	V	C	V
C : Chèvre								
V : Vache								
Acides aminés	199	199	207	209	208	207	171	169
% de la caséine totale	10	38	48	38	20	11	22	13
Groupement phosphate	7/9	8/9	5/6	5	9/11	10/13	2/3	1/2

III.6. Protéines du lactosérum

Ces protéines ont une bonne valeur nutritionnelle, car elles sont riches en Lysine, Tryptophane et acides aminés soufrés. Elles ont une structure compacte stabilisée par des ponts disulfure. Ce sont des protéines qui sont sensibles au traitement thermique. En moyenne, le lait de chèvre est plus riche en protéines solubles que le lait de vache (**Moualek I. 2011**).

III.6.1. β – lactoglobuline

La β -lactoglobuline est la protéine majeure du lactosérum caprin . Elle représente environ 55% soit plus de 4,4g /l de lait contre 25% pour le bovin. Cette protéine possède une structure globulaire maintenue et stabilisée par deux ponts disulfures. On y note aussi la présence, en un cœur central de feuillets β antiparallèles, formant un site de fixation hydrophobe.

Cette dernière caractéristique permet la fixation de petites molécules hydrophobes tels les acides gras et explique la fonction supposée de cette protéine dans la fixation et le transport du rétinol, précurseur de la vitamine A (Moualek I. 2011).

De plus, les travaux réalisés par (Mati. A et al. 1991), mettent l'accent sur le rôle majeur de cette protéine dans la prolifération cellulaire et donc par ce fait se révèle être un outil essentiel en culture cellulaire.

Tableau IX : Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait de diverses espèces animales (Moualek I. 2011).

protéines	Vache	Bufflonne	Jument	Chèvre	Brebis
α -lactalbumine	1.5(45%)	2.50 (37%)	2.30 (26%)	2.0(25%)	1,3 (10 %)
β -lactalbumine	2.7 (25%)	2.70 (39%)	5.30 (59%)	4.4 (55%)	8,4 (67%)
Albumine sérique	0.3 (5%)	0.20 (3%)	0.20 (2%)	0.6 (7%)	0,6 (5%)
Immunoglobuline	0.7 (12%)	1.35 (20%)	1.10 (13%)	0.5 (6%)	2,3 (18%)
Protéose-peptone	0.8 (13%)	–	–	0.6 (7%)	–
Total PS(100%)	6.0 (100%)	6.75 (100%)	9.00 (100%)	8.10 (100%)	12,6 (100%)
Caséine α -S	12.0 (46%)	9.30 (26%)	–	–	21,0 (47%)
Caséine β	9.0 (36%)	18.20 (51%)	–	–	16,1 (36%)
Caséine κ	3.5 (13%)	–	–	–	4,5 (10%)
Caséine γ	1.5 (6%)	8.25 (23%)	–	–	3,0 (6%)
Total CN(100%)	26.0 (100%)	35.75 (100%)	13.60 (100%)	26.0 (100%)	44.6 (100%)
Protides totaux	32.0	42.50	22.60	34.1	57.2

III.6.2. α -lactalbumine

Représentant environ 20 à 25% des protéines sériques, l' α -lactalbumine, est une métalloprotéine globulaire, caractérisée dans sa structure par la présence de 4 ponts disulfures lui conférant une stabilité thermique remarquable.

Il faut néanmoins noter que malgré une structure proche de celle du lysozyme, celle-ci ne présente pas d'activité enzymatique.

Toutefois l' α -lactalbumine, présente la particularité de fixer certains ions tel le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, le cuivre et le zinc et aussi et surtout elle intervient dans le processus de biosynthèse du lactose (**Moualek I. 2011**).

III.6.3. Sérum albumine

La sérum albumine est une protéine largement décrite dans le lait, il est toutefois clairement démontré qu'elle possède une similitude physique et immunologique accrue avec son homologue sanguin. Ceci s'explique par le passage de la sérum albumine du sang vers le lait, au travers des jonctions des vaisseaux sanguins de la glande mammaire.

Caractérisée par une forte tendance à l'agrégation, celle-ci se retrouve dans le lait associée au cuivre et au zinc, ce qui est en phase avec la capacité de cette protéine à lier un nombre élevé de ligands (**Moualek I. 2011**).

III.6.4. Immunoglobulines

D'une grande hétérogénéité, les immunoglobulines sont un groupe protéique complexe et différent significativement des autres protéines sériques.

Sur les 5 classes d'immunoglobulines seules les Ig G, A et M se retrouvent dans le lait caprin. La fonction protectrice largement connue de ces protéines, s'exprime à travers le lait d'une part par la protection des glandes mammaires et d'autre part par celle du nouveau-né (**Moualek I.2011**).

III.6.5. Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement

dans le lait explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (**Ghaoues S. 2011**).

III.6.6. Odeur

Selon VIERLING (2003), l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées 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), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (**Ghaoues S. 2011**).

III.6.7. Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. 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. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Ghaoues S. 2011**).



Chapitre IV :
La digestion

Chapitre IV. La digestion

Partie I:L'anatomie de tube digestif

IV.I.1.Appareil digestif

La cavité orale et ses annexes sont organisées pour assurer la préhension des aliments et pour les préparer à la déglutition par l'action de la mastication. Pendant cette première étape, les qualités organoleptiques des aliments sont appréciées parallèlement, une série de réflexes sécrétoires sont déclenchés au niveau du tube digestif et de ses glandes annexes pour préparer la digestion. Alors le tube digestif se va de la bouche à l'anus est constitué de deux ensembles:

*le tube digestif.

*les glandes annexes.

IV.I.1.1.Tube digestif

IV.I.1.1.1. Bouche ou cavité buccale

Au pâturage la préhension des aliments chez les caprins se fait essentiellement grâce aux lèvres mobiles. La denture est caractérisée par l'absence d'incisives supérieures et des canines (**Anonyme 2013**).

IV.I.1.1.2. Œsophage

C'est un tube qui va du pharynx au rumen (panse) en se rétrécissant (1 à 1,5 m de long). Il permet l'acheminement des aliments vers l'estomac à la vitesse de 35 à 40 cm/s (**Anonyme 2013**).

IV.I.1.1.3. Rumen ou panse

La plus importante et la plus volumineuse (**Quitte E 1975**), représente environ 80% de la capacité totale de l'estomac. Une importante population microbienne, essentielle pour la digestion des aliments, remplit ce grand réservoir (**Anonyme.2007**), il est situé à gauche ; il possède deux ouvertures :

Un orifice d'entrée très étroit mais très extensible, raccordé à l'œsophage(le cardia)

- un orifice de sortie très large entre la panse et le réseau le col de la panse.

Ces deux orifices sont reliés par un repli en forme de gouttière pouvant, en contractant ses bords relier l'œsophage au feuillet. C'est la gouttière œsophagienne (**Anonyme 2013**), elle est long tube fendu dans le sens de la longueur, les bords de la gouttière sont normalement écartés et laissent tomber dans la panse ou le bonnet certains aliments (**Quittet .E.1975**).

IV.1.1.4. Bonnet ou réseau ou réticulum

C'est un petit réservoir (0,5 à 2 litres) (**Anonyme 2007**) situé à proximité du diaphragme et du cœur. Sa muqueuse est non sécrétrice et présente des alvéoles : sa paroi a une structure en nid d'abeille. L'orifice de communication entre le réseau et le feuillet (réticulum omasal) de petite taille, étroit et contractile, joue un rôle capital dans le tri des particules (0,5 à 1 mm) sortant du rumen réseau (**Anonyme 2013**).

IV.1.1.5. Feuillet ou omasum

Il a un volume de 1,2L, sa muqueuse non sécrétrice est formée de lames disposées en série (**Anonyme 2013**).

V.1.1.6. Caillette

En forme d'allongée (40 à 50 cm de long), a un volume de 2 à 3 litres (**Anonyme 2007**). Elle est située à droite de la panse et repose sur la partie abdominale derrière le bonnet (**Quittet E 1975**), elle se termine par le sphincter pylorique. C'est l'estomac chimique des ruminants sa muqueuse synthétise les sucs gastriques contenant de l'eau, d'acide chlorhydrique et la pepsine (**Anonyme 2013**).

IV.1.1.7. Intestin

Il comprend trois parties:

IV.1.1.7.a. Intestin grêle

est fin et long (20 à 25 m) (**Anonyme 2013**). L'intestin grêle comprend trois parties, le Duodénum, le jéjunum et l'iléon. La muqueuse est un épithélium formant beaucoup de replis et comprenant énormément de villosités, ce qui lui confère un aspect velouté. Il comporte un épithélium glandulaire sécrétant le suc intestinal (**Anonyme 2008**).

IV.I.1.1.7.b. Caecum

se trouve à la jonction de l'intestin grêle et du gros intestin. Il est formé par un gros boyau, en cul de sac, de 20 à 35 cm de long (**Anonyme 2013**).

IV.I.1.1.7.c. Gros intestin

Il se distingue de l'intestin grêle par sa muqueuse lisse et par un aspect particulier, il débouche sur l'anus, orifice muni d'un sphincter interne. (fibres musculaires lisses) et d'un sphincter externe (fibres musculaires striées) (**Anonyme 2008**).

Il se termine par le rectum, qui aboutit à l'anus (**Anonyme 2013**).

IV.I.1.2. Glandes annexes

IV.I.1.2.1. Glandes salivaires

Les principales sont les glandes parotides, mandibulaires, buccales et sublinguales. La quantité de salive produite est en fonction de la quantité de matière sèche ingérée (**Anonyme 2013**).

IV.I.1.2.2. Glandes gastriques

De taille microscopique, elles se trouvent dans la muqueuse de la caillette. Ce sont des glandes en tube à double structure. Les cellules bordantes produisant de l'HCl et les cellules plates les enzymes (**Anonyme 2013**).

IV.I.1.2.3. Pancréas

C'est une glande logée dans la cavité abdominale. Il se divise en une portion endocrine et une portion exocrine qui sécrète le suc pancréatique qui est déversé dans l'intestin à une plus ou moins grande distance du pylore (**Anonyme 2008**).

IV.I.1.2.4. Vésicule biliaire

C'est une poche musculieuse d'environ 10 cm de long. Elle est située sur la face ventrale du foie, elle emmagasine la bile et la concentre en absorbant son eau et ses ions. Lors de sa contraction, elle expulse la bile dans le canal cystique et la déverse dans le canal cholédoque (**Anonyme 2008**).

Partie II: Digestion

IV.II.1.Bouche

De sert préférentiellement de la langue qui entoure les touffes d'herbe et les amènes entre les incisives pour être sectionnées, un mouvement de la tête aide enfin à couper la touffe (**Anonyme 2008**). La bouche contiens la salive, qui présente plusieurs enzymes comme: rhodanése, α -amylase, lactopéroxydase.

La salive est un liquide sécrété par 3 paires de glandes salivaires :

-Les parotides

-Les sous-maxillaires

-Les glandes sublinguales: Deux types de cellules

* Séreuses Muqueuses*

Rôles de la salive

⇒Action mécanique (facilite mastication et déglutition)

⇒Action digestive (digestion de l'amidon chez les omnivores et est favorable à l'activité des microorganismes dans le rumen pour les poly gastrique)

⇒Action de défense (immunoglobulines contre agents pathogènes)

⇒Participe à la sensation de soif quand elle vient à manquer (**Anonyme 2008**).

*la salive: elle est le suc sécrété par les glandes salivaires sous maxillaires, sublinguales et parotidiennes. la salive dégrade les glucides en des oses, citrate , lactate, et dégrade les lipides en cholestérol, phospholipides (**Raisonnier A. 2004**).

*larhodanése: est un enzyme responsable de la détoxification des cyanures, présente dans le foie et la plupart des autres tissus (**Raisonnier A. 2004**).

*l' α -amylase: est une endoglycosidase qui hydrolyse les liaisons osidiques de l'amidon sécrétée sous une forme directement active, par les glandes salivaires et par le pancréas.L' α -

amylase produit des α -dextrines branchées, des oligosaccharides (maltotriose, maltose), et de l' α -glucose (**Raisonnier A. 2004**).

*La lactoperoxydase: est une peroxydase présente dans la salive, mais également dans les larmes et dans le lait, elle contribue à rendre ces milieux antiseptiques en utilisant comme substrat le thiocyanate qui est oxydé par l'enzyme en utilisant le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) produisant des ions qui dénaturent les protéines bactériennes (**Raisonnier A. 2004**).

IV.II.2.Estomac

Le suc gastrique est acide : pH 1 à 3 du fait de la présence d'acide chlorhydrique ; Il contient des enzymes et des mucus qui protège l'estomac de l'autodigestion

Le suc gastrique est sécrété par les glandes de la paroi gastrique . Sa sécrétion et sa composition sont variables dans les 24 heures du jour , il a une muqueuse peut dégradé les glucides en Hexoses, Hexosamines, acide sialique et acide glucuronique. Le suc gastrique renferme des protéines et des enzymes tels que la pepsine, la mucine, ATPase H^+/K^+ ... La mucine: est constituée de quatre chaînes d'acides aminés d'un poids moléculaire de 75000 daltons, associées par des ponts disulfures. A chaque chaîne sont fixés environ 160 oligosaccharides avec des résidus de N-acétylglucosamine, N-acétylgalactosamine, galactose, fucose et acide sialique. Les chaînons glucidiques sont liés sur la fonction alcool d'une sérine ou d'une thréonine.

* La pepsine: est une endoprotéase qui hydrolyse les liaisons peptidiques dans lesquelles un acide aminé aromatique (Tyr, Trp, Phe) engage sa fonction amine.

Elle est synthétisée sous forme de pepsinogène (prezyme inactive) puis stockée dans les vésicules enzymatique des cellules principales, L'activation du pepsinogène en pepsine est le résultat d'une hydrolyse acide dans le milieu acide de l'estomac. Le pepsinogène perd alors plusieurs fragments dont un de 29 acides aminés dont l'hydrolyse provoque l'activation de la pepsine.

* La catheptase ou papainase :C'est une endopeptidase ayant un optimal optimum de 7 qui permet de digérer la caséine chez le jeune (HCl produit vers 2 à 3 mois chez le veau 6 à 7 mois chez l'humain.

* ATPase H^+/K^+ : L'adénosine-triphosphate phosphohydrolase (ATPase H^+/K^+) est appelée pompe à protons. C'est une enzyme caractéristique de la muqueuse gastrique

Elle catalyse l'introduction d'un ion potassium (K^+) dans le cytoplasme en échange d'un proton qu'elle excrète hors de la membrane (**Raisonnier A. 2004**).

* La présure ou chymosine (labferment): Elle est active à pH 7 et permet de coaguler le lait en présence de calcium (paracaseinate de calcium)

On distingue deux groupes d'enzymes protéolytiques

Les endopeptidases qui attaquent en milieu de chaîne et donnent de gros polypeptides (ex: la présure).

Les exopolypeptidases qui attaquent les polypeptides par l'une de leurs extrémités et libèrent donc les acides aminés un par un. On distingue donc selon l'extrémité attaquée :

Les carboxypolypeptidases qui débutent par $COOH$

Les aminopolypeptidases qui commencent par NH_2 (**Anonyme 2013**).

IV.II.3.Rumen

La paroi du rumen est formée d'une tunique musculaire qui constitue l'essentiel de sa masse. Ce sont les contractions de ces muscles qui assurent le brassage continu des aliments. Le rumen est tapissé d'une muqueuse assurant l'absorption des nutriments solubles (**Gouet P; Thivend P. 1985**).

Les différentes poches du rumen communiquent par un bourrelet de deux saillies qui est la goutte œsophagienne (**Gulter H. 1975**). Le rumen est rempli de liquide et renferme une population microbienne (bactéries et protozoaires) considérable qui y réalise une grande partie de la digestion primaire des aliments. Ces microbes sont capables de dégrader la cellulose et l'hémicellulose, principaux constituants des fourrages. Ils peuvent également dégrader d'autres composants alimentaires tels que les protéines et l'amidon (**site électronique 2**).

-Différents micro-organismes qui se trouvent dans le rumen :

⇒ Les bactéries (plus de 200 espèces, elles ont des rôles différents : utilisant la cellulose, les sucres, les acides, les protéines, les lipides, d'autres produisant du méthane, de l'ammoniac, des vitamines....)

⇒ Les protozoaires (20 espèces, moins nombreux que les bactéries – 10 exp

4/ml du contenu du rumen). Ils semblent aussi utiles à la digestion même si leur rôle n'est pas encore bien élucidé. 5 jours de jeûne les fait disparaître totalement, ils doivent alors être réintroduits par contact avec des animaux qui en sont pourvus.

⇒ Des champignons (**Anonyme 2008**).

-Bactéries du rumen

Le rumen fournit un environnement idéal avec, en général, une quantité d'aliments quasi illimitée pour la croissance et la reproduction bactérienne. L'absence d'air (oxygène) dans le rumen favorise la croissance de certaines espèces de bactéries, en particulier celles capables de dégrader les fibres végétales. Les microbes fermentent les sucres de la paroi cellulaire végétale pour en obtenir de l'énergie.

Durant ce processus, ils produisent les acides gras volatils (AGV) qui sont les produits finaux de leur fermentation. Les AGV qui sont sans valeur pour les microbes traversent la paroi du rumen et deviennent la source d'énergie principale dans les cellules du corps de la chèvre. L'énergie disponible aux bactéries du rumen leur permet d'utiliser l'ammoniac pour synthétiser les acides aminés et leurs propres protéines. La plupart des protéines bactériennes ainsi formées dans le rumen sont digérées dans le petit intestin où elles deviennent la source principale d'acides aminés pour la chèvre (**Michel A, W Terry 2000**).

Le rumen constitue une énorme cuve de fermentation caractérisée par la présence d'une importante flore microbienne. Composé d'une triple phase solide, liquide et gazeuse, le contenu du rumen constitue un milieu presque essentiellement anaérobie puisque le mélange gazeux contient, une majorité de CO₂ (env. 65%), du méthane, de l'azote, et quelques traces d'oxygène, d'hydrogène et de soufre.

La phase solide du contenu comprend des micro-organismes, des aliments plus ou moins digérés, alors que la phase liquide contient diverses substances en solution.

Le liquide du rumen a un PH d'env. 6,5 est à entre 38 à 40°C (**Anonyme 2008**).

IV.II.4.Pancréas

Se divise en une portion endocrine et une portion exocrine qui sécrète le suc pancréatique. Ce suc est basique et contient outre de l'eau, du mucus, des minéraux, des enzymes protéolytiques, une lipase et une amylase.

-Enzymes protéolytiques

- *trypsine: est une endopeptidase, après la dégradation on obtient les dipeptides et tripeptides
- *chymotrypsine: est une endopeptidase, elle permet de coaguler le lait et à une action sur les acides nucléiques(dégrade les histones)
- *carboxyl polypeptidase: elle laisse un dipeptide
- *Les lipases: elles dégradent les lipides activés par les sels biliaires en acide gras et glycérol.
- *La cholestérase pancréatique
- *L'amylase pancréatique :a des propriétés similaires à l'amylase salivaire mais plus active
- *La ribonucléase et la désoxyribonucléase (**Anonyme 2008**).

→ Le pancréas exocrine excrète le suc pancréatique dans le duodénum par les canaux de Wirsung et de Santorini. Le canal de Wirsung se jette dans le deuxième duodénum avec le canal cholédoque (bile) par l'ampoule de Vater.

→ Le suc pancréatique contient une sécrétion hydroélectrolytique faite de 99 % d'eau et d'ions. Les anions sont le Chlore dans les périodes de repos et les bicarbonates dans les périodes digestives. La sécrétion hydroélectrolytique est activée par la sécrétine.

→ Le suc pancréatique contient une sécrétion d'enzymes digestives sous forme de proenzymes (zymogènes) inactives qui sont activées dans l'intestin par l'entérokinase ou la trypsine. Cette sécrétion enzymatique est sous la dépendance de la pancréozymine.

→ Le suc pancréatique est très riche en Calcium. Ce Calcium est maintenu en solution grâce à une protéine spécifique : la stathérine. La stase ou l'infection dans le canal de Wirsung est à l'origine de calcifications pancréatiques (**Raisonnier A. 2004**).

IV.II.5. Feuille

Est une cavité qui absorbe l'eau du bol alimentaire (masse d'aliments mastiqués et imprégnés de liquides). Il absorbe une partie de l'eau et des sels minéraux ainsi que l'ammoniac, Sa paroi intérieure est tapissée de très nombreuses lamelles muqueuses . Il permet le recyclage de l'eau et de certains minéraux, tels que le sodium et le phosphore, qui sont absorbés dans le sang et retournent dans le rumen via la salive. Le feuille est un organe de transition entre le rumen et l'abomasum qui ont des modes de digestion très différents (Michel A., Terry h. 2000).

IV.II.6.Caillette

Elle est de forme allongée, repliée en crêtes spiralées. L'épithélium luminal est constitué de cellules sécrétrices qui produisent du mucus, de l'acide chlorhydrique et de la pepsine (Soltner D. 1994). Elle se termine par le pylore qui la relie au duodénum (Briki K ., Debab S 2009). Il secrète un acide fort et de nombreuses enzymes digestives.

IV.II.7.Bile:

Est une sécrétion de couleur jaune-verdâtre chez les ruminants Elle contient :

Des acides biliaires ou sels biliaires (jouent divers rôles dans le métabolisme des lipides et activent les lipases pancréatiques)

* Des vitamines

*Des hormones (T3, T4...)

*Des intermédiaires du métabolisme (glucose, urée, acides aminés, acides gras...)

*Des minéraux (Anonyme .2008).

On citée quelques acides biliaires

→ Acide cholique

C'est un acide biliaire primaire, directement issu du catabolisme du cholestérol dans le foie. L'acide cholique est conjugué dans le foie avec le glycolle principalement pour donner le glycocholate et avec la taurine qui donne le taurocholate, moins abondant.

Le glycocholate et le taurocholate sont déconjugués par les bactéries intestinales. L'acide cholique libéré est réabsorbé ou transformé par les mêmes bactéries en désoxycholate par réduction de la fonction alcool en 7α .

→Acide glycocholique

C'est un acide biliaire primaire, produit de la glycoconjugaison du cholate dans le foie. Le glycocholate est déconjugué par les bactéries intestinales. L'acide cholique libéré est réabsorbé ou transformé par les mêmes bactéries en désoxycholate par réduction de la fonction alcool en 7α (**Raisonnier A. 2004**).

→Acide taurocholique

C'est aussi un acide biliaire primaire, produit de la tauroconjugaison du cholate dans le foie. Le taurocholate est déconjugué par les bactéries intestinales. L'acide cholique libéré est réabsorbé ou transformé par les mêmes bactéries en désoxycholate par réduction de la fonction alcool en 7α .

→ Acide chénodésoxycholique

L'acide chénodésoxycholique est conjugué dans le foie avec le glycolle principalement pour donner le glyochénodésoxycholate et avec la taurine qui donne le taurochénodésoxycholate, encore moins abondant.

Le glyochénodésoxycholate et le taurochénodésoxycholate sont déconjugués par les bactéries intestinales. L'acide chénodésoxycholique libéré est réabsorbé ou transformé par les mêmes bactéries en lithocholate par réduction de la fonction alcool en 7α .

→Acide glyochénodésoxycholique

C'est un acide biliaire primaire, produit de la glycoconjugaison du chénodésoxycholate dans le foie. Le glyochénodésoxycholate est déconjugué par les bactéries intestinales.

L'acide chénodésoxycholique libéré est réabsorbé ou transformé par les mêmes bactéries en lithocholate par réduction de la fonction alcool en 7α .

→ **Acide taurochénodésoxycholique**

C'est aussi un acide biliaire primaire, produit de la tauroconjugaison du chénodésoxycholate dans le foie. Le taurochénodésoxycholate est déconjugué par les bactéries intestinales. L'acide chénodésoxycholique libéré est réabsorbé ou transformé par les mêmes bactéries en lithocholate par réduction de la fonction alcool en 7α .

→ **Acide désoxycholique**

L'acide désoxycholique est acide biliaire secondaire, issu du métabolisme du cholate par les bactéries intestinales: déconjugaison et réduction de la fonction alcool en 7α .

L'acide désoxycholique réabsorbé est reconjugué dans le foie avec le glycolemprincipalement pour donner le glycodésoxycholate et avec la taurine qui donne le taurodésoxycholate, moins abondant. Le glycodésoxycholate et le taurodésoxycholate sont à nouveau déconjugés par les bactéries intestinales. L'acide désoxycholique libéré est réabsorbé.

→ **Acide glycodésoxycholique**

C'est un acide biliaire secondaire, produit de la glycoconjugaison du désoxycholate dans le foie.

Le glycodésoxycholate est déconjugué par les bactéries intestinales. L'acide désoxycholique libéré est réabsorbé.

→ **Acide lithocholique**

L'acide lithocholique est acide biliaire secondaire, issu du métabolisme du chénodésoxycholate par les bactéries intestinales : déconjugaison et réduction de la fonction alcool en 7α . L'acide lithocholique réabsorbé est reconjugué dans le foie avec un ion sulfate (coenzyme PAPS) pour donner le sulfolithocholate.

Le sulfolithocholate n'est pas déconjugué par les bactéries intestinales. L'acide sulfolithocholique n'est pas réabsorbé

→ Acide ursodésoxycholique

L'acide ursodésoxycholique est un isomère de l'acide chénodésoxycholique, dont la fonction alcool secondaire du carbone 7 est orientée vers l'espace β .

L'acide ursodésoxycholique inhibe la biosynthèse du cholestérol, facilite la solubilisation du cholestérol dans la bile vésiculaire et permet la dissolution des calculs biliaires (**Raisonnier A. 2004**).

IV.II.8. Intestin grêle

Les mécanismes de la digestion et de l'absorption sont les mêmes que chez les monogastriques, par contre les substances pénétrant dans l'intestin grêle sont différentes.

IV.II.8.1. Glucides

L'amidon entrant dans l'intestin y est hydrolysé en maltose puis en glucose qui est absorbé. On estime que l'apport alimentaire de glucose représente en moyenne 5 % de l'énergie absorbée. Les glucides pariétaux, quant à eux, ne sont pas dégradés dans l'intestin grêle.

IV.II.8.2. Protéines

On admet que 80 % des matières azotées microbiennes se trouvent sous forme de protéines vraies et 20 % sous forme d'acide nucléique qui n'aurait aucune valeur pour l'animal: microbiennes et Les protéines arrivant dans le duodénum sont de deux types alimentaires

IV.II.8.3. Lipides

Ils ont été digérés dans le rumen-réseau (**Anonyme. 2013**).

Différentes enzymes : elles achèvent la digestion:

→ entérokinase :

elle a une action sur les polypeptides

→ les aminopolypeptidases:

Elles dégradent les polypeptides en acides aminés en débutant par le groupe NH₂, laissant un dipeptide.

→ dipeptidase:

elle transforme tous les dipeptides en acides aminés.

→ amylase:

Elle achève l'action des autres amylases pour laisser du maltose.

→ maltase:

Elle hydrolyse le maltose en deux glucoses.

→ saccharase ou sucréase:

Le saccharose est transformé en glucose et fructose.

→ lactase:

Le lactose est dégradé en glucose et galactose.

→ une lipase:

Elles transforment les lipides en acides gras et alcools (ces enzymes sont intracellulaires et agissent lors de l'absorption) (**Anonyme. 2013**).

IV.II.9.Gros intestin:

Dans le gros intestin, le suc est de type visqueux, car il ne contient plus d'enzymes.

Il peut contenir :

- Des carbonates (pour changer le PH du contenu alimentaire = Chyme)
- De la mucine (constitue le mucus : rôle protecteur)
- Diverses enzymes (finalisent la digestion des protéines, des glucides, des lipides) (**Anonyme. 2008**).



PARTIE PRATIQUE



Chapitre I :
Matériels et Méthodes

DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE**Chapitre I: Matériels et Méthodes****I.1. Matériels****I.1.1. Matériels biologiques****I.1.1.A. Chèvres****I.1.1.B.1. Chèvre A**

- ◆ **Race:** Arabie
- ◆ **Poids:**20 Kg
- ◆ **Taille :**55 cm
- ◆ **Couleur :**brune
- ◆ **Nombre de naissances:** est la 1ere fois
- ◆ **Age:**1 ans
- ◆ **La date de naissances:** après 2 mois
- ◆ **Habitat:** EL SOUIHLA (*source : Originale . 2014*).



Figure 10: Chèvre traitée (A).
source : Originale . 2014

I.1.1.A.2. Chèvre B

- ◆ **Race:** Arabie
- ◆ **Poids:**30 Kg
- ◆ **Taille :**75 cm
- ◆ **Couleur :**blanche
- ◆ **Nombre de naissances:** deux fois
- ◆ **Age:** environ de 3ans
- ◆ **La date de naissances:** après un mois
- ◆ **Habitat:** EL SOUIHLA (*source : Originale. 2014*).



Figure 11: Chèvre traitée (B).
source : Originale . 2014

I.1.1.A.3. Chèvre C

- ◆ **Race :** Arabie
- ◆ **Poids:** 28 kg
- ◆ **Taille :** 77cm
- ◆ **Colleur :** noir
- ◆ **Nombre de naissances :** 3fois
- ◆ **Age :** 4ans
- ◆ **La date de naissances :** après deux moins
- ◆ **Habitat:** EL SOUHLA (*source : Originale . 2014*).



Figure 12: Chèvre traitée (C).
source : Originale . 2014

I.1.1.A.4. Chèvre D

- ◆ **Race :** Alpine hybride
- ◆ **Poids :** 35Kg
- ◆ **Taille :** 70 cm
- ◆ **Colleur :** noire
- ◆ **Nombre de naissances :** 3 fois
- ◆ **Age:**03ans
- ◆ **La date de naissances:** après 5moins
- ◆ **Habitat :**EL NEKKLA (*source : Originale . 2014*).



Figure 13: Chèvre traitée (D).
source : Originale . 2014

I.1.1.B. Régimes alimentaires

Tableau X : les différents types de régimes alimentaires

Régimes alimentaires	Fourrages verts	Tubercules	Grains	Fions
A	<i>Launaea resedifolia</i>	Pomme de terre	Féveroles	Son de blé
B	Carottes(fanes)	Datte	Blé	Son de blé
C	<i>Malcolmia aegyptiaca</i>	Carottes(racines)	Grain de datte	Son de blé
D	Luzerne en vert	Arachide	Orge	Son de blé

I.1.1.C. Lait

Est un lait frais prélevé de chèvres en état de lactation localisé dans la région d'EL- Oued(EL SOUIHLA et EL NEKKLA).

I.1.2. Matériels de laboratoire**Pour mesurer le PH**

- ✓ PH-meter (PHM 210 STANDARD pH METER. MeterLab).
- ✓ Bécher (de20 ml).
- ✓ Electrode combiné.
- ✓ Eau distillé.

Pour mesurer la conductivité

- ✓ Conductimètre (CDM 210 CONDUCTIVITY METER. Meter Lab).
- ✓ Bécher (de20 ml).
- ✓ Electrode combiné.
- ✓ Eau distillé.

Pour doser la protéine

- ✓ Spectrophotomètre.
- ✓ Cuve.
- ✓ Tubes.
- ✓ Pipettes.
- ✓ Eau distillé.
- ✓ Réactif C et D

Pour mesurer l'acide lactique

- ✓ Bécher
- ✓ Tubes à 10ml
- ✓ Burette
- ✓ Pipette
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Phénolphtaléine
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium
- ✓ Eau distillé.

I.2.Méthodes**I.2.1.Méthodes de rationnement**

Préparer les régimes alimentaires selon les conditions suivantes :

Chaque régime doit contenir de 125 g de Fourrages verts, 125 g de Tubercules, 125 g Grains, et 125 g de Fions.

Les rations sont apportées deux fois par jour.

Le régime A pour la chèvre A, le régime B pour la chèvre B, le régime C pour la chèvre C, le régime D pour la chèvre D, et la chèvre T ne soumettre pas d'un régime alimentaire.

I.2.2.Méthodes de prélèvement (la traite)

Il faut prendre les échantillons sous les conditions suivantes :

- ✓ Nettoyer bien les mamelles de chèvre.
- ✓ Élimination premiers jets de lait.
- ✓ Mettre le lait dans une bouteille stérile.

I.2.3.Méthodes d'analyse les caractères physico-chimiques

I.2.3.1. Le PH

Le PH mètre est un appareil nous reconnus par leur simplicité d'utilisation.

Méthode

- ✓ Il faut étalonner le PH- mètre avant de démarrer les mesures.
- ✓ Mettre le lait dans un bécher et introduire l'électrode dans cet échantillon.
- ✓ Lire le premier résultat après l'apparition de mot "STABLE" dans l'écran du PH-mètre.
- ✓ Il faut de nettoyer l'électrode par l'eau distillé après chaque mesure pour éviter la contamination.
- ✓ les mêmes processus sont répétés pour les quatre échantillons.

I.2.3.2.Conductivité

La conductimètre (Radiomètre analytical, Meterlab ,CONDUCTIVITYMETER, CDM210) est un appareil nous utilise pour mesurer la facilite qu'un solution à laisser passer le courant .

Méthode

- ✓ Mettre une quantité suffisante de lait dans un bécher
- ✓ Plonger l'électrode dans le bécher
- ✓ Lire les résultats obtenus de la conductivité et la température sur l'écran de la conductimètre
- ✓ Laver l'électrode bien après chaque mesure .

I.2.3.3.Dosage de protéine par Méthode de Lowry

Cette méthode a été développée par Lowry et al (1951) qui ont combine une réaction au biuret et une réaction au réactif de Folin-ciocalteur. Ce dernier, à base de phosphomolybdate et phosphotungstate. Réagit avec les tyrosines et les tryptophane pour donner une coloration bleu qui s'ajoute à celle du biuret.

Pour cela, nous avons procédé aux étapes suivantes :

- ✓ Prélever 0.2 ml de l'échantillon.
- ✓ Ajouter 2 ml du réactif D.
- ✓ Mélanger et laisser 10 minutes à l'obscurité.
- ✓ Puis ajouter 0.2 ml du réactif C.
- ✓ Mélanger et laisser 30 minutes à l'obscurité. .
- ✓ Lire l'absorbance à 750 nm.

La concentration des protéines est déterminée par l'équation suivante:

$$y = 0.62 x + 0.017$$

y: l'absorbance.

x: la concentration de protéine.

I.2.3.4. Mesure d'acide lactique

Le lactose présent dans le lait se transforme lentement en acide lactique sous l'action de bactéries. Ainsi moins un lait est frais, plus son acidité est grand. La mesure de l'acidité d'un lait permet d'évaluer sa fraîcheur.

Pour mesurer la concentration d'acide lactique (C_0) il doit suivre les étapes suivants :

- ✓ prendre 10 ml de lait déjà dilué à 20%.
- ✓ Ajouter 4 gouttes de phénolphtaléine.
- ✓ Remplir la burette de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_1=0.025$ mol/L.
- ✓ ajuster le niveau du liquide au niveau zéro de la burette
- ✓ Placer alors l'erlenmeyer sous la burette
- ✓ Agiter afin d'homogénéiser le mélange lait +phénolphtaléine

- ✓ Verser à la burette de l'hydroxyde de sodium dans l'erlenmeyer jusqu' au virage au rose persistant

Remplir le tableau suivant au fur et à mesure:

Tableau XI : les taux de l'acide lactique.

	Ech A	Ech B	Ech C	Ech D	Ech T
La date et l'heure de prélèvement	26/04/2014 09:45	26/04/2014 09:45	26/04/2014 09:45	26/04/2014 09:45	26/04/2014 09:45
La concentration d'acide lactique	3.49	5.63	4.84	5.51	4.95

D'Après les résultats qui nous obtenons, on peut calculer la concentration massique C_0 en g/L c'est-à-dire la masse d'acide lactique contenu dans un litre de lait .pour calculer cette concentration C_0 on utilise la formule suivante:

$$C_0 = \frac{C_1 \times V_{\text{éq}} \times M_{\text{ac}}}{V_0}$$

$V_{\text{éq}}$: le volume équivalent, en ml, d'hydroxyde de sodium déterminé précédemment .

V_0 : est le volume de lait dilue : $V_0 = 20$ ml.

M_{ac} : est la masse molaire de la molécule d'acide lactique: $C_3H_6O_3$.

$M_{\text{ac}} = 3 \times 12 + 6 \times 1 + 16 \times 3 = 90$ g/mol.



Chapitre II : Résultats et Discussions

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1. Résultats

II.1.1. Etude physico-chimique

Les valeurs des paramètres physico-chimiques présentées dans le tableau 10.

Tableau XII : Les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenus.

	Caractéristiques physico-chimiques			
	PH	Conductivité ms/cm	Protéine g/l	Acide lactique g/l
Ech A	6.90	2.152 à T° 27.5 C°	24.95	3.49
Ech B	6.40	3.20 à T° 27.2 C°	23.11	5.63
Ech C	6.66	2.033 à T° 26.3 C°	27.13	4.84
Ech D	6.72	1.620 à T° 26.6 C°	22.74	5.51
Ech T	6.76	3.98 à T° 24.2 C°	21.38	4.95

II.1.1.1. PH

Les résultats obtenus de PH de lait de chèvre des échantillons : A, B, C, D, et de témoin sont respectivement : 6.9 ; 6.4 ; 6.66 ; 6.72 ; et 6.76 .

II.1.1.2. Conductivité

Les valeurs de conductivité aussi respectivement : 248.9 ; 257.2 ; 241.2 ; 189.3 ; et 3.98 ms/cm .

II.1.1.3. Taux de protéine

La teneur en protéine de lait de chèvre pour les échantillons A, B, C, D, et témoin sont respectivement : 24.95 mg/ml ; 23.11 mg/ml ; 27.13 mg/ml ; 22.74 mg/ml ; 21.38 mg/ml.

II.1.1.4. Acide lactique

Les valeurs de l'acide lactique de lait pour les échantillons sont: pour Ech A 3.49; pour Ech B 5.63; pour Ech C 4.84; pour Ech D 5.51; pour Ech T 4.95.

II.2. Discussion des résultats

II.2.1. PH

Les valeurs de PH normal varient entre 6.60 et 6.80 (Jamal K. 2012) ,et on prend une exemple de chèvre comme témoin (pas régime alimentaire), on peut comparer le PH de ce chèvre témoin (6.76) ,et le PH des autres chèvres; d'après les résultats de comparaison entre eux ,on observe que les valeurs de PH des échantillons: B, C et D est inférieur à celles obtenus par le PH de témoin, mais le PH d'échantillon A est supérieur de la valeur de PH de témoin .

D'après des autres références le PH de lait de chèvre est variant entre :6.45 et 6.90; c'est-à-dire selon (Moualek. I .2011), le valeur de PH de échantillon A dans l'échelle normal (normes).

Les valeurs de PH varient en général d'un échantillon (chèvre) à l'autre ,selon la qualité de régime alimentaire

II.2.2. Conductivité

Mesurés à exprimer en (ms/cm) ,elle varie selon les auteurs ,de 1.620 à 3.98 (ms/cm) .dans tous les cas, elle semble plus élevées dans la valeur normal, et la conductivité des quatre échantillons sont inférieure à l'échantillon T, montrant une corrélation significatif entre la conductivité électrique et le taux de chlore , taux souvent cite comme supérieur dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache, montrant une relation linéaire entre la conductivité électrique et la température.

II.2.3. Taux de protéine

Le taux de protéine selon (Moualek. I. 2011) est 28 g/l, cette valeur est supérieur à les cinq échantillons, la valeur de Ech T est 21.38 g/l, cette valeur est inférieur à les restes quatre échantillons, la plus valeur entre les quatre échantillons est la valeur de Ech C 27.13 mg/ml, la moins valeur est la valeur de Ech D 22.74 g/l , les Ech A et Ech B sont voisin à l'Ech D.

II.2.4. Acide lactique

Le lactose est le constituant du lait, le plus rapidement attaqué par action microbienne, les bactéries transforment le lactose en acide lactique, cette transformation parfois gênante est souvent utilisée en industrie laitière et notamment pour l'obtention des laits fermentés et yaourt .

D'après le mesure de concentration d'acide lactique (C_0) qu'obtenue :

Pour Ech A 3.48 g/l

Pour Ech B: 5.62 g/l

Pour Ech C: 4.83 g/l

Pour Ech D: 5.51 g/l

Pour Ech T: 4.95 g/l

La valeur d'acide lactique est varié entre les cinq échantillons et cela à cause de les différences entre les régimes alimentaires . on donne le deux échantillons(B,D) est augmenté par rapport l'échantillon T (témoin) mais les autres échantillons (A,D) sont diminuer.

Quand nous comparons entre les quater échantillons qui ayant régime alimentaire avec eux. Nous existons Ech (B;D) posséder le même valeur rapprocher et augment par rapporte les échantillons (A;C).

Donc le régime alimentaire de deux chèvres (B;D) sont très riche d'acide lactique mais les autre échantillons (A;C) posséder quantité d'acide lactique diminuer; c'est-à-dire les chèvres (B;D) leur fourrages verts préparés très riche en lactose qui transforme en acide lactique dans le rumen de chèvre donc son valeur est apparait dans le lait avec une pourcentage élevé .



Conclusion générale

Conclusion

A travers l'étude physique-chimique qui a été dans ce thème assimilé dans « contribution à l'étude de l'effet de rationnement alimentaire des chèvres sur la qualité biochimique du lait »; on arrive que un seul sujet scientifique très important dans la vie des êtres humains et surtout les processeurs d'élevage des chèvres.

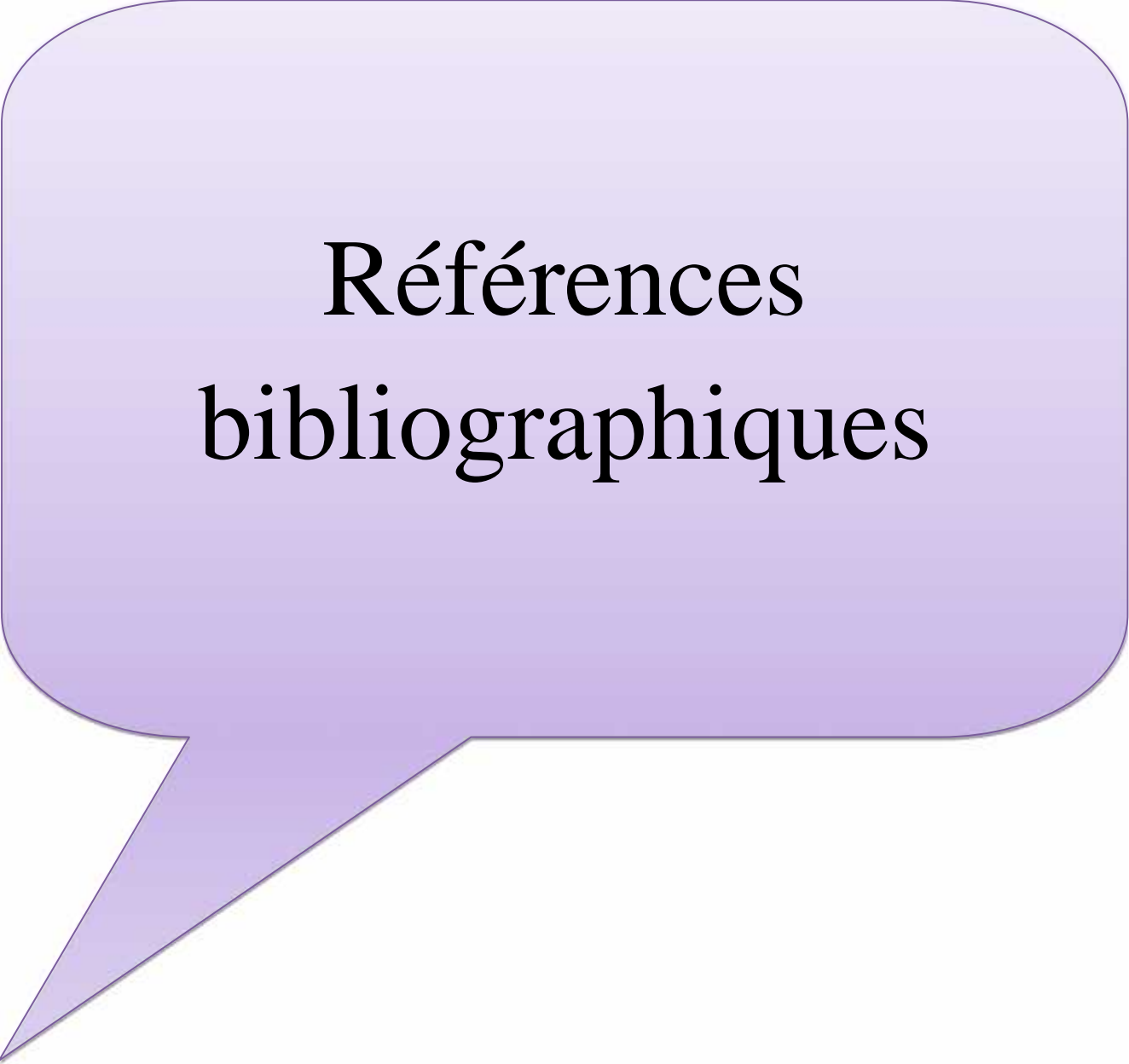
Après l'étude théorique et pratique dans ce thème où on utilise quatre échantillons des chèvres sous régime alimentaire différent et un chèvre sans régime alimentaire (témoin) de la région d' El oued .

Il existe une grande différence entre l'élevage des chèvres sous les régimes alimentaires et entre les chèvres sans un régime alimentaire.

On étudie le PH; la conductivité et l'acide lactique, après les discussions et les résultats. On obtient que les chèvres sous les régimes alimentaires préférable dans la qualité de lait sain de la matière toxique et le lait est assuré où boire mais les chèvres qui ne possèdent pas une régime alimentaire ont de lait peut être risqué car le chèvre peut prendre quelque chose nocif (de l'herbe bien ou l'herbe toxique),et provoque des maladies aux êtres humains.

Enfin , les chèvres sont des animaux intéressants dans la vie de l'homme, Pour cela on doit que les responsables reconfort les cultivateurs de mettre une régime alimentaire bien aux chèvres et cela pour obtenir de ces animaux tout le besoin important (bien poids ,bien quantité de lait...) ,et cela conserve et assure la santé des hommes.

On doit encourager les étudiants et les chercheurs de traiter ces thèmes scientifiques importants ,car les animaux sont nécessaires dans la vie des êtres humains. On doit assurer la production des animaux surtout les chèvres car elles sont utilisées dans plusieurs domaines.



Références
bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Anonyme. (1996).** Dossier alimentation des chèvre
2. **Aneca. (1996).**Dossier Alimentation des chèvres Angora. 25p
3. **Anonyme.(2007).**Apports alimentaires recommandés : notions de bas. 8p.
4. **Anonyme. (2010).** Lachèvre. Doc. Polyc.9p.
5. **Anonyme.(2013).**Utilisation digestive et métabolique des aliments. Doc. Polyc.53p.
6. **Anonyme. (2008).**Agronomie 2 Zootechnie partie 2- L'appareil digestif. Doc .11 p.
7. **Anonyme. (2007).** Manuel de classification. Association canadienne de la chèvre de boucherie. 35p.
8. **Briki K ,Debab S ;(2009).** Etude microbiologique de la microflore ruminale des ovins, Méthanogenèse et additifs alimentaires. Thèse doctorat :Microbiologie. M'sila: Université Mohamed Boudiaf.
9. **Carl J.,Kees van den B. (2004).**L'élevage de chèvres dans les zones tropicales. Ed.Digrafi, Wageningen, Pays-Bas. 103p
10. **Desjeux J. (1993).**Lait de chèvre et santé. Ed INRA Paris, France. 580p.
11. **Gouet Ph., THIVEND P;(1985).** Le rumen un fermenteur modèle. Biofuture. 23: 47-52.
12. **Ghaoues S. (2011).**Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Thèse Magister : Technologie Alimentaire. Constantine :MENTOURI. 187p.
13. **Gulter H ; (1975).** Physiologie des animaux domestiques. Vigot frères. Editeurs. 211-272, 941-944.
14. **Jamal K. (2012).**LE LAIT COMPOSITIONS ET PROPRIETES. Franche-Comté Conseil régional :MAROC et France. 37p.
15. **Laba. D.(2004).**Etude de la production et de la transformation du lait de chèvre dans les niayes (senegal). Thèse. Ecole inter-etats des sciences et médecins vétérinaires. L'EISMS. Cheikh antadiop de dakar. 45p
16. **Manallah.I.(2012).**Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de magister: Production Animale. 62p.
17. **Martin. P.(1993).** Polymorphisme génétique des lactoprotéines caprines. Lait, 73, 511-532
18. **Moualek. I.(2011).** Caractérisation du lait de chèvre collecté localement : Séparations chromatographiques et contrôles électrophorétiques des protéines. Thèse Magister :Sciences Biologiques. UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU.101p.
19. **Mami. A.(2012).** Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie. Thèse de doctorat : Microbiologie Appliquée. Univ. Oran.164p.
20. **Michel A, Terry h., (2000) .** Digestion chez la vache laitière. l'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier d'Université du Wisconsin à Madison.4(2-3) p.

21. **Olivier .V. (2007).** Caractérisation technio-économique des élevages de chèvres laitières en Région Wallonne.Thésed'afin d'étude: Agronomie: Haute école de la province de liege.118 p.
22. **Quittet .E.(1975)** . Guide de l'éleveur . Ed. La maison rustique ; paris . 288 p.
23. **Raisonnier A. (2004).**Digestion-Détoxification.Doc.polyc.Université Paris VI.163p.
24. **Soltner D;(1994).** Alimentation des animaux domestiques. Cool. Sci. Tech. Agric., édition,Paris : 20ème édition.

25. **Yves . C. (1993).**Manuelpratique d'élevagecaprin. Ed .CILF. 11 rue de Navarin
26. 75009 Paris. 123p.
- 27. Sites internet :**
 - 1.<http://www.universalis.fr/encyclopedie/chèvre>. Consulter le 07/02/2014.
 - 2.Hamilton T ; Principes de nutrition relatifs aux bovins de boucherie. January 2010
<http://www.ag.info.omafra@ontario.ca>.



Les annexes

Les annexes

Illustration de quelques appareils utilisés dans la partie pratique :



PH-meter



Conductimètre



Spectrophotomètre



Le mécanisme de titrage d'acide lactique a la présence de hydroxyde de sodium .



La coloration des tubes après le titrage avec l'hydroxyde de sodium .

Résumé

Afin de savoir l'importance d'effet l'alimentation des chèvres sur la qualité biochimique du lait. Nous faisons de expérience sur quatre échantillons des chèvres de la région de Oued –Souf. Nous choisissons à tous les échantillons régime alimentaire différent et nous prenons un chèvre témoin sans régime alimentaire .

Les résultats obtenus après les analyses physique-chimiques de lait de chèvre apparait que l'aliment bien de chèvre effet en forme positif sur quantité de lait produit .comme quand le chèvre prend un repas protéique donne lait très riche de protéines.

Ainsi la variation du régime alimentaire de la chèvre aboutit à obtenir un lait avec composition , une couleur et odeur différentes .

Les mots clés:

Chèvre laitière , lait, régime alimentaire, étude physiquo –chimique.

ملخص

قصد معرفة أهمية تأثير غذاء الماعز على الكمية و النوعية البيو كيميائية لحليب الماعز .قمنا بإنجاز تجربة على أربعة عينات من الماعز من منطقة واد سوف ,حيث اخترنا لكل عينة حمية غذائية خاصة ومختلفة عن الأخرى , وأخذنا معزاة واحدة كشاهد لا تخضع إلى حمية غذائية خاصة.

أظهرت النتائج المتحصل عليها بعد التحاليل الفيز و كيميائية لحليب الماعز أن الغذاء يؤثر بشكل ايجابي على كمية الحليب الناتجة .فعندما تتناول المعزاة وجبة بروتينية تنتج حليب غني جدا بالبروتينات مقارنة بالشاهد أو عندما تتناول وجبة بها لون أو رائحة تظهر مباشرة في الحليب , وهذا يثبت يؤكد تأثير الغذاء على كمية ونوعية الحليب .

الكلمات المفتاحية : معزاة حلوب , الحليب ,حمية غذائية ,الدراسة الفيز وكيميائية .