

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB -BLIDA 1-**



**FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DE BILOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES**

**Mémoire de fin d'études**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie**

**Option : Biologie Et Physiologie De La Reproduction**

**Session : Juin 2020**

**THÈME :**

**Étude de la composition chimique du lait en  
fonction de la conformation et du statut  
sanitaire de la mamelle et reprise de cyclicité  
chez la chèvre**

**Présenté par :**

- Mlle BOUTAREG Sara
- Mlle TIFOURA Malika

**Soutenu le : 13/09/2020**

**Devant le jury composé de :**

<b>M. SAYAD</b>	<b>MCB USD Blida-1-</b>	<b>Présidente de jury</b>
<b>D. BENDJOUDI</b>	<b>MCA USD Blida-1-</b>	<b>Examineur</b>
<b>A. H. CHEKIKENE</b>	<b>MAA USD Blida-1-</b>	<b>Promotrice</b>

**ANNÉE UNIVERSITAIRE: 2019 - 2020**

# REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant pour nous avoir donné la foi qui nous a guidé jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce projet.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements, notre profonde gratitude à notre encadrant Madame CHEKIKENE A-H pour ses conseils, ses orientations et sa grande patience avec nous.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury : BENDJOUDI (Maitre de conférences à l'Université Saad Dahleb) et SAYAD (Maitre de conférences à l'Université Saad Dahleb) qui ont accepté l'évaluation de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Monsieur KHAROUBI. M chef de service du laboratoire physico-chimique pour son accueil, sa gentillesse et de nous avoir acceptées au sein de laboratoire à fin de réaliser les tests physico-chimiques, ainsi au personnel du laboratoire : Mr. BENAZIZ. K, Mr. AZOUG. T et Mr AMOURA. M/E, Sincères remerciements.

Un grand merci à Ami Mahmoud et son fils Mohamed sans oublier le collègue Abd-Rahman.

Enfin, mes remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

# DÉDICACE

## **A mes chers parents,**

Parce que vous m'avez soutenu sans relâche et m'avez poussé jusque' la. Pour votre confiance, vos encouragements. Merci pour tout. Je vous aime.

## **A mes chers frères : Rachid et Ismail et mes irremplaçables sœurs : Faiza, Hadjer et Zakia,**

Pour les moments amusants que nous partageons. Je vous remercie tous, pour votre présence, soutien et encouragements.

## **A ma tante et ma grande mère,**

Ainsi mes cousins, Kamel, Rahim et Khadidja ; mon oncle Sayeh. Merci pour tout.

## **A toutes mes amies,**

Spécialement, mon binôme Imene, Farah et Nesrine, nous avons passées de formidables moments. Ainsi mes chères amies : Nassira, Fatima, Nawal et toutes qui je connaisse. Merci énormément. Sans oublier ma petite poussine Anfel.

**SARA**

# DÉDICACE

Je tiens à dédier ce travail à :

- Mes très chers parents,  
Vos conseils, encouragements et sacrifices ont été une source de motivation pour moi et m'ont permis d'affronter les difficultés de la vie afin d'aboutir à un tel résultat.
- Mes frères : Mohamed, Abdelkader et Mustapha qui ont été mes plus fervents supporteurs.
- Mes sœurs bien aimées Fatima, Zineb, Djamila pour leur soutien inconditionnel sans faille, pour leur compréhension et leur aide précieuse dans les moments difficiles.
- Mes chers neveux et nièces surtout : Rimes à qui j'exprime toute ma sympathie ;
- Mes cousins, cousines, oncles, et tantes.
- Mon fiancé Merzak, qui m'a aidée et soutenue dans mes fréquents moments de doutes.
- Tous mes amis(es)
- Ma copine Sara, pour les bons moments passés à faire ce travail et même pour les plus difficiles.

*MALIKA*

# **Table des matières**

**Remerciements**

**Dédicace**

**Table des matières**

**Table des illustrations**

**Liste des abréviations**

**Résumé et mots clés**

**INTRODUCTION** **01**

**PREMIÈRE PARTIE: Rappels bibliographiques**

**Chapitre I : Généralités sur la chèvre**

**1** Origine et domestication de la chèvre **02**

**2** Situation du cheptel caprin algérien **02**

**2.1** Effectif et localisation **02**

**2.2** La population caprine en Algérie **02**

**2.2.1** La population locale **02**

**2.2.2** La population introduite **03**

**2.2.3** La population croisée **04**

**Chapitre II : Les performances de la reproduction chez la chèvre**

**1** Physiologie de la reproduction **05**

**1.1** Stades physiologiques **05**

**1.2** Activité sexuelle post-partum **05**

**2** Les hormones impliquées dans la reproduction **05**

**3** L'équilibre alimentaire et la reproduction **06**

<b>4</b>	Facteurs de variations de l'activité sexuelle chez la chèvre	<b>07</b>
<b>4.1</b>	La saison	<b>07</b>
<b>4.2</b>	La photopériode	<b>08</b>
<b>4.3</b>	L'alimentation	<b>09</b>
<b>5</b>	Maitrise et contrôle de la reproduction	<b>09</b>
<b>5.1</b>	Traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs	<b>10</b>
<b>5.1.1</b>	Traitements non- hormonaux	<b>10</b>
<b>5.1.2</b>	Traitements hormonaux	<b>10</b>

### **Chapitre III : Lait caprin et facteurs de variation**

<b>1</b>	Définition du lait	<b>12</b>
<b>2</b>	Laits d'animaux laitiers	<b>12</b>
<b>3</b>	Anatomie de la mamelle	<b>12</b>
<b>4</b>	Physiologie de la sécrétion du lait	<b>14</b>
<b>5</b>	Caractéristiques du lait de chèvre	<b>14</b>
<b>5.1</b>	Caractéristiques organoleptiques	<b>14</b>
<b>5.2</b>	Caractéristiques physico-chimiques	<b>14</b>
<b>5.3</b>	Caractéristiques microbiologiques	<b>17</b>
<b>5.3.1</b>	Flore originelle	<b>18</b>
<b>5.3.2</b>	Flore de contamination	<b>18</b>
<b>6</b>	Facteurs de variations de la composition du lait de chèvre	<b>18</b>
<b>6.1</b>	Facteurs liés à l'animal	<b>18</b>
<b>6.2</b>	Facteurs liés à l'environnement	<b>19</b>
<b>6.3</b>	Facteurs liés aux conditions d'élevage	<b>19</b>

## **DEUXIÈME PARTIE : Étude expérimentale**

### **Chapitre I : Matériels et méthodes**

<b>1</b>	Objectif de l'étude	<b>21</b>
<b>2</b>	Période et lieu de stage	<b>21</b>
<b>3</b>	Matériel	<b>21</b>
<b>3.1</b>	Matériel biologique	<b>21</b>
<b>3.2</b>	Prélèvement du lait	<b>22</b>
<b>3.3</b>	Identification des flacons	<b>22</b>
<b>4</b>	Méthodes	<b>23</b>
<b>4.1</b>	Identification des formes de mamelles	<b>23</b>
<b>4.2</b>	Dépistage des mammites subclinique par le CMT	<b>24</b>
<b>4.3</b>	Dépistage des corps cétoniques	<b>26</b>
<b>4.4</b>	Analyses physico-chimiques	<b>27</b>
<b>4.4.1</b>	Détermination de point de congélation	<b>27</b>
<b>4.4.2</b>	Mesure du pH	<b>28</b>
<b>4.4.3</b>	Détermination de l'acidité Dornic	<b>30</b>
<b>4.4.4</b>	Mesure de conductivité électrique	<b>31</b>
<b>4.4.5</b>	Dosage des paramètres physico-chimiques (EST-MG-MAT)	<b>32</b>
<b>5</b>	La reprise de la cyclicité chez la chèvre	<b>32</b>

### **Chapitre II : Résultats**

<b>1</b>	Résultats des analyses physico-chimiques	<b>33</b>
<b>1.1</b>	Résultats de point de congélation	<b>33</b>
<b>1.2</b>	Résultats de pH	<b>33</b>
<b>1.3</b>	Résultats de l'acidité	<b>33</b>

<b>1.4</b>	Résultats de la conductivité	<b>34</b>
<b>1.5</b>	Résultats de la MG	<b>34</b>
<b>1.6</b>	Résultats de l'EST	<b>34</b>
<b>1.7</b>	Résultats de la MAT	<b>34</b>
<b>2</b>	Résultats de test de présence des corps cétoniques dans les laits	<b>35</b>
<b>3</b>	Résultats de dépistage des mammites subclinique par le CMT	<b>36</b>
<b>4</b>	Résultats des analyses physico-chimiques en fonction du type de mamelle	<b>37</b>
<b>5</b>	La corrélation entre les variables étudiées	<b>38</b>
<b>6</b>	Analyse de la variance ANOVA	<b>38</b>
<b>7</b>	Reprise de l'activité ovarienne postpartum	<b>39</b>
<b>8</b>	Évolution des SCN au cours de la lactation	<b>39</b>
<b>9</b>	Effet de différents groupements bactériologiques sur le CMT	<b>40</b>

### **Chapitre III : Discussion**

<b>1</b>	Discussion des analyses physico-chimiques	<b>41</b>
<b>1.1</b>	Le point de congélation	<b>41</b>
<b>1.2</b>	Le pH	<b>41</b>
<b>1.3</b>	L'acidité	<b>41</b>
<b>1.4</b>	Résultats de la conductivité	<b>41</b>
<b>1.5</b>	Teneur en MG	<b>42</b>
<b>1.6</b>	L'extrait sec total (EST)	<b>42</b>
<b>1.7</b>	Teneur en protéines (MAT)	<b>42</b>
<b>2</b>	Présence des corps cétoniques	<b>43</b>
<b>3</b>	Résultats du test CMT	<b>43</b>
<b>4</b>	Résultats de la forme de mamelle	<b>44</b>
<b>5</b>	La corrélation entre les variables étudiées	<b>45</b>

<b>6</b>	Impact des mammites sur les performances de reproduction des chèvres	<b>46</b>
	<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	<b>48</b>
	<b>Références bibliographiques</b>	<b>49</b>
	<b>Annexes</b>	

## **Table des illustrations :**

### **Photos :**

**Photo 01 :** différentes formes de mamelles.

**Photo 02 :** Elimination de quelques jets avant le prélèvement du lait.

**Photo 03 :** Lavage de la mamelle avec l'eau javellisé (à gauche), et essuyage des trayons avec l'alcool (à droite).

**Photo 04 :** Elimination des premiers jets.

**Photo 05 :** Recueil du lait de chaque quartier dans la palette.

**Photo 06 :** Ajout de 2 ml de teepol.

**Photo 07 :** Mouvements circulaires sur le plan horizontal..

**Photo 08 :** Jet du liquide.

**Photo 09 :** Bandelettes utilisées pour la détection des corps cétoniques dans le lait.

**Photo 10 :** Cryoscope 4250 model et la solution de référence utilisée pour l'étalonnage de cryoscope.

**Photo 11 :** pH-mètre.

**Photo 12 :** Les deux solutions tampons (PH=7, PH=4).

**Photo 13 :** Titrage de l'acidité du lait du lait par l'hydroxyde de sodium (NaOH).

**Photo 14 :** Apparition de la couleur rose très pâle persistante.

### **Figures :**

**Figure 01 :** Représentation schématique de l'action du photopériodisme sur la reproduction.

**Figure 02 :** Variations de la durée de la photopériode naturelle et de l'activité sexuelle de la chèvre.

**Figure 03 :** Structure de la mamelle de la chèvre.

**Figure 04 :** Modèle de micelle de caséine avec sous-unités.

**Figure 05 :** Conductimètre.

**Figure 06 :** LactoScope FTIR Advanced et son logiciel d'exploitation.

**Figure 07 :** Nombre des chèvres selon le test de CMT.

**Figure 08 :** Nombre des chèvres selon la forme de mamelle.

**Figure 09 :** Évolution de la concentration de la progestérone plasmatique postpartum.

**Figure 10 :** Proportion de SCN (Les staphylocoques à coagulase négative) isolés à chaque stade de lactation.

## **Tableaux :**

**Tableau 01 :** Tableau récapitulatif des organes et des hormones impliqués dans la fonction de reproduction.

**Tableau 02 :** Constituants principaux des laits de diverses animales (g/litre).

**Tableau 03 :** Renseignements sur les trois groupes des chèvres étudiées

**Tableau 04 :** La description des trois formes de mamelles

**Tableau 05 :** Point de vue des éleveurs sur les types de mamelles

**Tableau 06 :** Résultats de point de congélation

**Tableau 07 :** Résultats de PH

**Tableau 08 :** Résultats de l'acidité

**Tableau 09 :** Résultats de la conductivité

**Tableau 10 :** Résultats de la matière grasse

**Tableau 11 :** Résultats de l'extrait sec total (EST)

**Tableau 12 :** Résultats de la matière azotée totale (MAT)

**Tableau 13 :** Résultats de présence des corps cétoniques dans les laits

**Tableau 14 :** Variation de la composition physico-chimique par rapport au CMT

**Tableau 15 :** Variation de la composition physico-chimique par rapport à la forme de mamelle

**Tableau 16 :** Résultats de l'ANOVA pour les variables pH et Conductivité par rapport aux corps cétoniques.

**Tableau 17 :** Résultats de l'ANOVA pour les variables pH et Acidité par rapport au CMT.

**Tableau 18 :** Effet de différents groupements bactériologiques sur le CMT

## Liste des abréviations :

**°C** : Degré Celsius

**°D** : Degré Dornic

**AG**: Acides Gras

**AGV**: Acides gras volatils

**CB** : Chèvre blanche

**CC** : Corps cétoniques

**Ch**: Chèvre

**Cm** : Centimètre

**CM**: Chèvre marron

**CMT**: Californian Mastitis Test

**CN**: Chèvre noire

**Conduct**: Conductivité

**ECG**: Equine Chorionic Gonadotropin

**ET**: Écart-type

**FAO**: Food and Agriculture Organisation

**FSH**: Folliculo stimulating hormon

**GnRH**: Gonadotropin Releasing Hormone

**Hm-D**: Héli-mamelle Droite

**Hm-G**: Héli-mamelle Gauche

**ITLEV** : Institut Technique de L'élevage en Algérie

**Kg/j** : Kilogramme par jour

**LH** : Luteinisation hormon

**MAT** : Matière Azotée Totale

**MG** : Matière Grasses

**MS** : Matière sèche

**ms/cm** : Millisiemens par Centimètre

**PGF2 $\alpha$** : Prostaglandines

**PH** : Potential Hydrogen

**Pt de congé**: Point de congélation

**Sig**: Signification

**TB** : Taux Butyrique

**TP** : Taux Protéique

## Résumé

Cette étude vise à déterminer la variation de la composition physico-chimique du lait cru de la chèvre locale en fonction de la conformation et le statut sanitaire de la mamelle chez 12 chèvres en lactation ; de plus, suivre la cyclicité post-partum chez les chèvres étudiées. L'étude a été réalisée du mois de janvier au mois de mars 2020 au niveau de la ferme d'élevage des chèvres Bayou dans la région de Bouarfa, Wilaya de Blida. Les résultats obtenus de test de CMT sont d'une prévalence de 25% des mammites subclinique. L'influence des mammites sur la composition physico-chimique du lait de chèvre a été bien montrée par une augmentation de pH, de conductivité et de MAT ; pour la forme des mamelles, les chèvres ayant des mamelles longues apparaissent plus sensibles aux infections mammaires que ceux ayant des mamelles ramassées et rondes. Des corrélations positives ont été enregistrées concernant (CMT/ pH = 0,424) ; (Conformation mammaire/conductivité = 0,479). Les caractéristiques physico-chimiques du lait des chèvres lui confèrent une qualité supérieure et très comparable à celui du lait des races caprines réputées pour leurs aptitudes fromagère.

**Mots clés :** chèvre, lait, physico-chimique, CMT, mammites, mamelle.

## **Abstract**

This study aims to determine the variation in the physico-chemical composition of raw milk from local goats depending on the conformation and health status of the udder in 12 lactating goats; in addition, monitor postpartum cyclicity in the goats studied. The study was carried out from January to March 2020 at the Bayou goat farm in the region of Bouarfa, Wilaya de Blida. The results obtained from the CMT test show a prevalence of 25% of subclinical mastitis. The influence of mastitis on the physico-chemical composition of goat's milk has been well shown by an increase in pH, conductivity and MAT; for udder shape, goats with long udders appear to be more susceptible to mammary infections. Positive correlations were recorded for (CMT / pH = 0.424); (Breast conformation / conductivity = 0.479). The physico-chemical characteristics of goat's milk give it a superior quality that is very comparable to that of the milk of goat breeds known for their cheese-making abilities.

**Keywords:** goat, milk, physico-chemical, CMT, mastitis, udder.

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الاختلاف في التركيب الفيزيائي والكيميائي للحليب الخام من الماعز المحلي اعتماداً على الشكل والحالة الصحية للضرع في 12 عنزة مرضعة. بالإضافة إلى ذلك ، مراقبة دورية ما بعد الولادة في الماعز المدروسة. أجريت الدراسة في الفترة من يناير إلى مارس 2020 في مزرعة بايو بمنطقة بوعرفة بولاية البليدة. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها من اختبار س. م. ت انتشار 25% من التهاب الضرع. وقد ظهر تأثير التهاب الضرع على تركيبة الحليب من خلال زيادة معدل الحموضة والناقلية الكهربائية والمادة النيتروجينية الكلية. بالنسبة لشكل الضرع، تبدو الماعز ذات الضرع الطويل الأكثر عرضة للالتهابات. تم تسجيل ارتباطات موجبة ل (س. م. ت و معدل الحموضة = 0.424) ، (شكل الضرع و الناقلية الكهربائية = 0.479).. هذه الخصائص تمنح حليب الماعز جودة عالية يمكن مقارنتها بحليب سلالات الماعز المعروفة بمهاراتها في صنع الجبن.

**الكلمات المفتاحية:** الماعز. الحليب. تركيبة فيزيوكيميائية. التهابات. الضرع

## INTRODUCTION

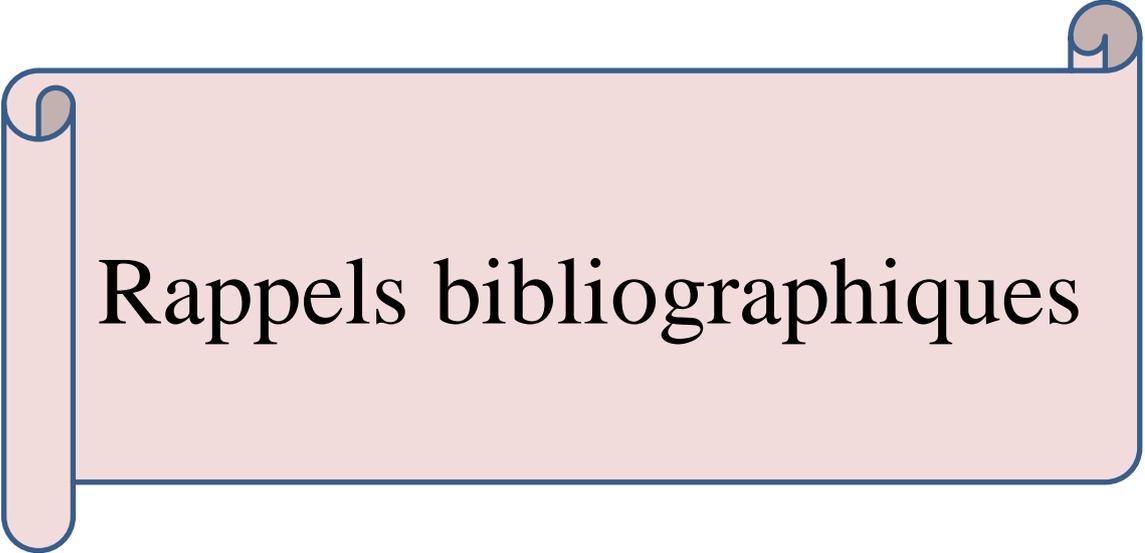
En Algérie, la filière caprine reste une activité peu développée, malgré cela l'effectif caprin a doublé en l'espace de dix ans. Cette augmentation montre bien l'intérêt porté à l'élevage caprin, la portée des races caprines est de deux fois par an avec une moyenne de 2 chevreaux par mise bas, il importe plus que jamais d'avoir le contrôle sur la reproduction des caprins pour de meilleurs performances de reproduction et de production (**Boumediane, 2013**).

La chèvre a été domestiquée très précocement dans l'histoire de l'humanité, elle représentait une source intéressante de divers produits utiles à l'homme surtout son lait qui apparait comme une alternative saine au lait de vache et un choix santé de par ses multiples qualités nutritionnelles (**La nutrition**). Le lait de chèvre est d'un intérêt particulier en raison de sa composition, il est riche en nutriments de base (protéines, glucides et lipides).

Cependant, certaines pathologies influent la composition du lait de chèvre comme les mammites ; ce sont des inflammations de la mamelle causées principalement par des bactéries, la forme et l'état des mamelles sont majeurs facteurs d'incidence des mammites ; la cétose aussi peut modifier la composition du lait à travers la mobilisation des réserves corporelles de la chèvre (**Ramond, 2015**).

Notre étude vise à déterminer la variation de la composition physico-chimique du lait cru de chèvre en fonction de la conformation et le statut sanitaire de la mamelle testé préalablement au CMT ainsi que le statut métabolique par un dosage des corps cétoniques ; de plus, suivre la cyclicité post-partum chez les chèvres étudiées.

# PREMIÈRE PARTIE



Rappels bibliographiques

## **Chapitre I : Généralités sur la chèvre**

### **1. L'origine et la domestication de chèvre :**

D'après **Amills et al (2017)**, la population mondiale des chèvres descend d'un nombre limité de « *Capra aegagrus* » domestiquées il y a 10 000 ans dans le croissant fertile. L'adaptabilité et la robustesse extraordinaires des chèvres ont favorisés leur propagation dans le monde ancien.

La domestication de la chèvre sur le littoral et dans le Tell algérien ont débutées depuis la Néolithique (**Capms, 1978**).

### **2. Situation du cheptel caprin algérien :**

#### **2. 1. Effectif et localisation :**

L'effectif caprin algérien est estimé à 4.9 millions de têtes dont 2.8 millions de chèvres (**MADR, 2019**). Cette population représente 14 % du cheptel global; l'élevage caprin se trouve concentré essentiellement dans les zones montagneuses, les hauts plateaux, la steppe et le sud saharien (oasis) que dans les zones littorales où l'espèce est faiblement présente (**Badis et al, 2005**).

#### **2. 2. La population caprine en Algérie:**

Le cheptel caprin algérien présente une extraordinaire diversité génétique ; les races ont été classées en trois populations (**Moula et al, 2003**).

##### **2. 2. 1. La population locale :**

###### **➤ La chèvre ARBIA:**

C'est la population la plus répandue, qui se rattache à la race Nubienne, elle se localise principalement dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de 50-70 cm, une tête cornue avec des oreilles longues, larges et pendantes, sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs. Sa production laitière moyenne est de 1.5 litre/jour. Elle se subdivise en deux sous-types : l'un sédentaire et l'autre transhumant.

###### **➤ La chèvre MAKATIA:**

D'après **Guelmaoui et Abderrahmani (1995)**, L'origine de la chèvre Makatia est OuledNail, elle se trouve dans la région de Laghouat. Selon **Hellal (1986)**, la chèvre Makatia présente un corps allongé à dessus droit, la tête avec ou sans cornes, la couleur de sa robe est hétérogène (grise, beige, blanche, brune) à poils ras, fin et court (3-5 cm). Elle peut donner plus de 2 litre/jour (**Manallah, 2012**).

➤ **La chèvre du M'ZAB ou M'zabia:**

Dénommée aussi " la chèvre rouge des oasis", elle est originaire de Metlili (Ghardaïa). Selon **Hellal (1986)**, Elle se caractérise par une robe de trois couleurs (le chamois dominant, le brun et le noir) avec poils courts (3-7 cm), une tête fine, porte des cornes rejetées en arrière lorsqu'elles existent, des oreilles longues et tombantes. La race Mozabite est une race laitière par excellence (2.56 kg/j) (**Manallah, 2012**).

➤ **La chèvre naine de KABYLIE :**

C'est une chèvre qui peuple les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès. Selon **Pedro (1952) ; Hellal (1986)**, la chèvre de Kabylie est de petite taille, son corps est allongé droit et rectiligne, la tête est fine munie de cornes dirigées vers l'arrière, les couleurs de la robe qui dominant sont : le beige, le roux, le blanc, le pie rouge, le pie noir et le noir.

Les poils sont courts (54% des sujets ne dépassant pas 3 cm), et longs (46% des sujets entre 3-9 cm). Elle est élevée généralement pour la production de viande (**Manallah, 2012**).

### **2. 2. 2. La population des races introduites :**

Dans le cadre d'essais d'adaptation et d'amélioration génétique du cheptel caprin. Elle est représentée principalement par la Maltaise, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment l'Alpine et la Saanen (**Manallah, 2012**).

➤ **La race Maltaise :**

Aussi appelée «la chèvre de Malte», elles occupent les régions des littoraux d'Europe, elle est caractérisée par un chanfrein busqué, une tête longue, des oreilles plus ou moins tombantes, la couleur de la robe est principalement blanche à poils longs, la chèvre maltaise est une bonne productrice de lait (**Barbari, 2019**).

➤ **La race de Murcie :**

La chèvre Murciana est une race originaire de la province de Murcie en Espagne. Elle présente un corps long et arrondi, à poils ras sur le corps et les membres, une tête fine, corne rares, les oreilles portées horizontalement, l'encolure est longue, la couleur de la robe acajou variant de l'alezan au brulé parfois noire, c'est une grande productrice de lait (d'après **Dekkiche (1987)** cité par **Belkhadem, 2017**).

➤ **La race Toggenburg :**

La chèvre Toggenburg à l'origine de la région du Toggenbourg en Suisse. Sa robe varie d'un brun clair à un gris souris avec des bandes grisâtres sur les joues; l'extrémité du nez, ainsi que le poil des jambes jusqu'aux genoux et au bord des oreilles sont grises. Les chèvres Toggenburg sont de bonnes laitières (d'après **French (1971)** cité par **Belkhadem, 2017**).

➤ **L'Alpine :**

L'origine de la chèvre Alpine est les massifs des Alpes de la France et de la Suisse. Cette chèvre est une forte laitière de format moyen, elle s'adapte parfaitement au type d'élevage. Toutes les couleurs existent dans cette race mais la « chamoisée » est la plus répandue, poils ras, tête avec ou sans cornes, les oreilles sont portées dressées en cornet assez fermé, une mamelle volumineuse bien attachée. Sa production laitière moyenne par lactation est de 790 Kg par une lactation de 268 jours (**Capgenes**).

➤ **La Saanen :**

Cette race est d'origine Suisse plus précisément du village de Saan, c'est une chèvre à poils courts, la robe et le poil sont uniformément blancs, la tête avec ou sans cornes, les oreilles sont portées au moins à l'horizontale, sa mamelle est bien attachée. Cette race est rustique, facile à élever et à mener. Les femelles donnent en moyenne 770 Kg pour une lactation de 271 jours (**Van-outriave, 2004**).

### **2. 2. 3. La population croisée :**

Elle est issue de croisements contrôlés ou non-contrôlés des races locales avec d'autres races, mais les essais sont très limités et les produits ont une taille remarquable, une carcasse pleine, souvent des gestations gémellaires et une production laitière appréciable (**Khelifi, 1999**).

## **Chapitre II : Les performances de la reproduction chez la chèvre**

### **1. Physiologie de la reproduction :**

#### **1. 1. Stade physiologique :**

Typiquement, l'activité sexuelle commence vers 4 à 6 semaines, les spermatozoïdes apparaissent dans l'épididyme lorsque le poids de bouc atteint 30 à 40 % du poids adulte, 3 à 10 semaines après, la qualité des spermatozoïdes est bonne.

Pour la chèvre, la puberté est atteinte pour 40-60% du poids adulte vers 4 à 7 mois.

La libido est limitée à la période de l'œstrus. Les parades sexuelles sont dirigées vers l'ensemble des femelles (approche, flairage, flehmen, monte) (**Baril et al, 1993**).

#### **1. 2. Activité sexuelle post-partum :**

La mise-bas est suivie d'une période de repos sexuel pour des raisons d'origine interne ; le temps nécessaire à l'involution utérine et l'inactivité de l'ovaire (stimulation insuffisante par les hormones gonadotrope), la présence des jeunes, la lactation, le niveau alimentaire pré-partum et post-partum (**Baril et al, 1993**).

### **2. Les hormones impliquées dans la reproduction :**

La fonction de reproduction est régulée par différentes hormones sécrétées par le complexe hypothalamo-hypophysaire, les ovaires et l'utérus.

La phase folliculaire a une durée de 3 à 4 jours, elle se caractérise par le développement terminal d'un ou de plusieurs follicule(s) sous le contrôle de la LH et de la GnRH. La croissance folliculaire s'accompagne de la sécrétion d'œstradiol qui stimule à son tour la libération des gonadotropines, on parle de rétrocontrôle positif. Les pics pré ovulatoires de LH et FSH induisent l'ovulation 22 heures ( $\pm$  2 heures) plus tard.

La phase lutéale se caractérise par la sécrétion de progestérone. A la suite de la phase folliculaire, le follicule qui vient d'ovuler devient un corps jaune qui est actif et sécrète de la progestérone (**Baudet, 2017**). Pendant la période d'activité du corps jaune, la progestérone inhibe la sécrétion de GnRH et de LH empêchant ainsi le développement des follicules, on parle de rétrocontrôle négatif. La FSH est produite à intervalles plus ou moins réguliers permettant le renouvellement des vagues folliculaires (**Chanvallon, 2012**).

En l'absence de fécondation, la sécrétion d'une hormone lutéolytique, la prostaglandine F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), par la muqueuse de l'utérus (endomètre), entraîne la régression du corps jaune et donc l'arrêt de la sécrétion de progestérone. C'est la lutéolyse, et donc, une reprise de l'activité ovarienne et le début d'un nouveau cycle (**Baudet, 2017**).

En cas de fécondation, le corps jaune est maintenu et la gestation s'installe pour une durée moyenne de 152 jours (environ 5 mois) (**Chanvallon, 2012**).

Durant la saison d'ancestrus, La sécrétion de la LH est inhibée par l'œstradiol via un rétrocontrôle négatif empêchant l'apparition du pic préovulatoire et par conséquent pas d'ovulation. En l'absence d'ovulation, aucun corps jaune ne sera formé. La concentration sanguine de progestérone sera donc quasiment nulle (**Fouquet., 2017**).

Organe	Hormone sécrétée	Rôle
<b>Glande pinéale</b>	Mélatonine	Régule les rythmes biologiques, sécrétée la nuit
<b>Hypothalamus</b>	GnRH	Stimule la libération de LH et FSH par l'hypophyse
<b>Hypophyse</b>	LH	Stimule la maturation des follicules et des ovocytes, l'ovulation et le développement lutéal
	FSH	Stimule la croissance folliculaire
<b>Ovaire</b>	Œstradiol	Contrôle l'expression de l'œstrus
	Progestérone	Permet le maintien de la gestation
<b>Utérus</b>	Prostaglandines(PGF2 $\alpha$ )	Assure la dégradation du corps jaune à la fin de la phase lutéale

**Tableau 01 : Tableau récapitulatif des organes et des hormones impliqués dans la fonction de reproduction (Chanvallon, 2012).**

### 3. L'équilibre alimentaire et la reproduction :

Le respect des besoins énergétiques, azotés, minéraux et vitaminiques des animaux permet d'obtenir des performances de reproduction et de production optimales (Cobo, 2007).

La demande en énergie est élevée chez la chèvre particulièrement en fin de gestation. L'énergie est évidemment fournie par les aliments, une quantité insuffisante de nourriture ou un aliment de pauvre qualité peuvent causer une carence en énergie, qui se traduit essentiellement par une diminution de production laitière (Ontario).

Les AGV (acides gras volatils) représentent 50 à 70 % de l'énergie absorbée par l'animal. Au début de la lactation, une partie de l'énergie pour la production du lait provient des réserves corporelles principalement les AG à chaînes longues (C16) (Leleux, 2019).

Quant 'aux protéines, sont une composante majeure de la croissance et d'une production élevée, donc, c'est essentiel de servir des niveaux élevés de protéines pour avoir des chèvres productives (Ontario).

Comme pour les animaux, un apport suffisant en minéraux est essentiel pour un bon fonctionnement des voies métaboliques, chez la chèvre le Calcium, le phosphore et le magnésium sont des minéraux essentiels lors de la lactation (Leleux, 2019).

La chèvre nécessite également de très petites quantités d'oligo-éléments (fer, manganèse, zinc, cuivre, cobalt, iode, etc....) (Cobo, 2007) mais aussi les

vitamines, qui sont relativement disponibles dans les aliments consommés par la chèvre (**Ontario**).

L'eau est souvent le nutriment essentiel oublié. Une eau de bonne qualité augmente la production du lait, aide à la digestion et surtout régule la température corporelle (**Ontario**).

Chaque élément intervient dans une ou plusieurs voies de fonctionnement de l'organisme. En son absence ou insuffisance, les voies sont bloquées ce qui a comme conséquence une diminution de son efficacité (**Cobo, 2007**).

#### **4. Facteurs de variations de l'activité de reproduction chez la chèvre :**

L'existence des variations de l'activité sexuelle au cours d'une année a été rapportée chez plusieurs races caprines dans le monde. Ces variations dépendent surtout des races et des facteurs de l'environnement (lumière, saison, alimentation, présence ou absence des mâles...). La connaissance de ces variations est très importante pour la bonne conduite de la reproduction (**Lassoued et Rekik, 2005**).

##### **4. 1. La saison :**

Les variations saisonnières d'activité sexuelle concernent à la fois le mâle et la femelle.

##### **4. 1. 1. Chez les mâles:**

L'activité neuroendocrinienne commande les variations saisonnières d'activité sexuelle chez le bouc. Augmentation des pulses de LH (**a**) entraîne le début de la croissance testiculaire (**b**) puis la libération de la testostérone (juin-septembre) (**c**), qui stimule le comportement sexuel (augmentation du nombre de saillies).

##### **4. 1. 2. Chez les femelles caprines :**

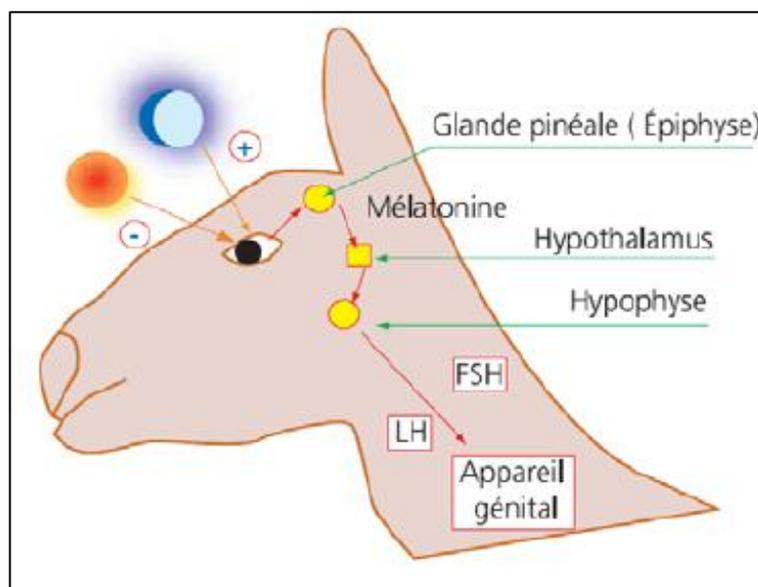
Les chèvres des races saisonnées, cessent de manifester des œstrus et d'ovuler pendant la saison de repos sexuel (**Baril et al, 1993**). L'étude de **Lassoued et Rekik (2005)**, a montré que l'activité sexuelle (activité œstrienne et/ou ovulatoire) des femelles caprines était très saisonnée et limitée entre mi-septembre et fin de février.

L'expression des chaleurs est associée à la sécrétion pré-ovulatoire du LH et à l'ovulation. Cependant des comportements de chaleurs peuvent être observés en absence d'ovulation particulièrement dans le début de la saison sexuelle, et inversement, des ovulations sans activité œstrus (ovulation silencieuse) peuvent survenir surtout en fin de saison sexuelle (**Chanvallon, 2012**).

D'après **Chemineau et al (1988)**, Chez les races saisonnées, la saison d'anœstrus et d'anovulation se caractérise par des fréquences de pulses de LH très faibles (moins de 2 pulses en 6 heures au début d'août), à l'approche de la saison sexuelle, la fréquence des pulses augmente (plus de 3 en 6 heures à mi-septembre).

#### 4.2. La photopériode :

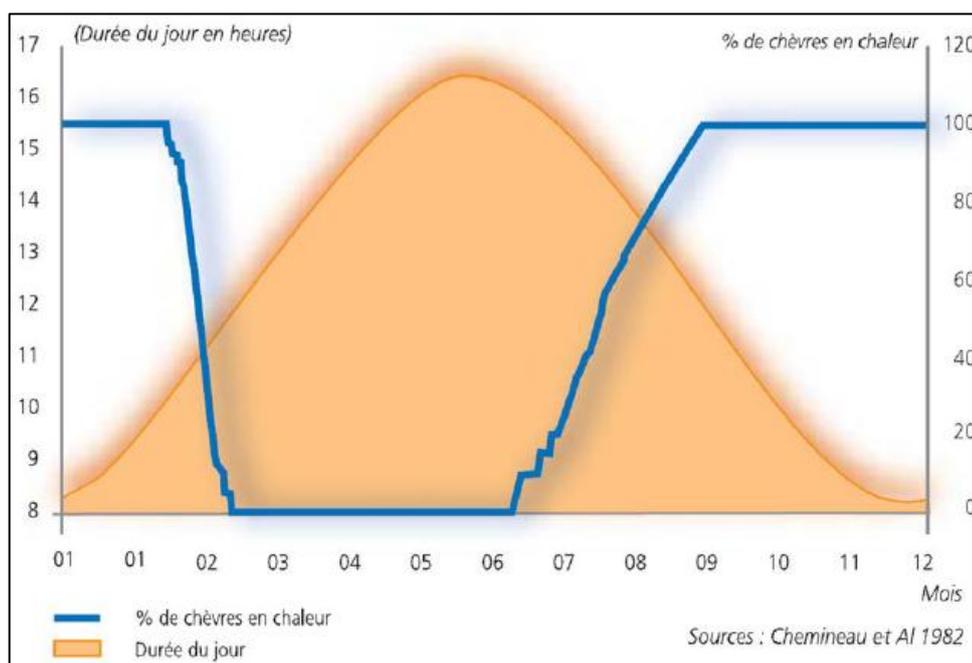
La photopériode c'est la durée relative entre le jour et la nuit. Le mécanisme de l'action de la photopériode se fait par les voies nerveuses et hormonales. La lumière est transmise de la rétine de l'œil à la glande pinéale (l'épiphyse) par voie nerveuse, l'épiphyse sécrète la mélatonine, cette hormone régule la sécrétion hypothalamique (GnRH) qui contrôle les pulses de LH et donc la fonction de la reproduction (**Meyer, 2009**) (**Figure 01**).



**Figure 01 : Représentation schématique de l'action du photopériodisme sur la reproduction (Chanvallon, 2012).**

La sécrétion de la mélatonine est uniquement la nuit, en automne et en hiver, la longue durée de la nuit augmente la sécrétion de la mélatonine ce qui stimule l'activité sexuelle (**Chanvallon, 2012**). (**Figure 02**).

**Delgadillo et Chemineau, (1994)** ont trouvés que les variations photopériodiques (alternances des jours courts et longs) modifient l'activité testiculaire, les jours courts stimulent la sécrétion de testostérone, par contre, les jours longs inhibent la sécrétion de prolactine.



**Figure 02 : Variation de la durée de la photopériode naturelle et de l'activité sexuelle de la chèvre (Chanvallon, 2012).**

### 4. 3. L'alimentation :

L'alimentation peut modifier les performances de reproduction des animaux. La diminution du niveau d'alimentation diminue la fertilité et la prolificité des femelles (elles sont alors en anœstrus), comme elle peut provoquer une suppression des œstrus et donc une baisse du taux d'ovulations et un accroissement de mortalités embryonnaires (Chemineau *et al*, 1991).

Une sous-alimentation peut sévèrement affecter la libido des mâles, elle peut même entraîner une diminution du poids testiculaire, de la concentration et du nombre des spermatozoïdes de la semence éjaculée (Baril *et al*, 1993).

Selon Walkden-brown (1991), le poids testiculaire, le nombre des pulses de testostérone et l'activité des glandes sébacées des boucs sont augmentés par un haut régime alimentaire (Chemineau et Delgadillo, 1994).

### 5. Maîtrise et contrôle de la reproduction chez les caprins :

Au fil des années, l'augmentation des connaissances concernant la physiologie de la reproduction et de la gestation a permis de mettre au point diverses méthodes de maîtrises de la reproduction chez les ruminants domestiques. Elle permet d'une part, d'augmenter la productivité du troupeau et d'autre part, d'améliorer les conditions de travail de l'éleveur (Baudet, 2017).

## **5. 1. Traitement d'induction et de synchronisation des chaleurs :**

L'induction et la synchronisation des chaleurs et des ovulations, sont des traitements basés sur la connaissance de la physiologie endocrinienne du cycle sexuel. Ils consistent alors à maîtriser la durée de la phase lutéale et à contrôler la décharge ovulante du LH chez les femelles cycliques, et à induire ou mimer cette décharge chez les femelles en repos sexuel ou en lactation (**Baudet, 2017**).

### **5. 1. 1. Traitement non-hormonaux :**

#### **➤ Effet mâle :**

L'utilisation de l'effet mâle apparaît comme une technique satisfaisante pour induire l'ovulation chez les femelles non cycliques et par conséquent pour augmenter la fertilité (**Delgadillo et al, 1997**)

L'introduction des mâles dans un groupe de femelles en anœstrus, ils induisent de manière spectaculaire la reprise de l'ovulation (**Balasse et al, 2017**)

Cette ovulation est suivie par un cycle court chez 75 % des femelles qui répondent à l'effet mâle.

Après ce cycle court, une autre ovulation accompagne d'un comportement d'œstrus et suivie d'un cycle de durée normale, environ 21 jours, se produit (**Delgadillo et al, 1997**)

#### **➤ Photopériode artificielle :**

Le traitement photopériodique consiste à soumettre les animaux à une alternance de « jours longs » (JL : inhibiteurs de la reproduction, équivalent à 16 h de lumière par jour) puis de « jours courts » (JC : stimulateurs de la reproduction, 8-12 h de lumière par jour) à des moments de l'année très précis. Les dates de mise en place de ces traitements dépendent de la période de reproduction souhaitée par l'éleveur. La durée du traitement est également importante pour assurer son efficacité (**Pellicer-rubio et al, 2018**)

Le traitement de chèvres avec un implant de mélatonine au printemps permet d'avancer la saison sexuelle (**Malpaux et al, 1995**).

### **5. 1. 2. Traitement hormonaux :**

#### **➤ PGF2 $\alpha$ :**

Les prostaglandines (PGF2 $\alpha$ ), peuvent être utilisées pour synchroniser les chaleurs d'un lot de chèvres cyclées. Son effet est la dégénérescence du ou des corps jaunes. Les prostaglandines (PGF2 $\alpha$ ) sont également utilisées (seules ou en association avec les progestatifs) à cause de leur effet lutéolytique (**Lahrech, 2008**).

➤ **Progestérone :**

D'après (**Lahrech, 2008**) ; et pour le traitement à la progestérone, la méthode la plus utilisée est l'éponge vaginale. Son mode d'action consiste à imiter la phase lutéale du cycle œstrale en augmentant le taux de progestérone dans le sang. L'éponge est donc imprégnée de progestérone et placée dans le vagin de la chèvre. Durant cette période, la libération de progestérone mime la présence d'un corps jaune actif ce qui bloque l'ovulation. Lors du retrait de l'éponge, la chute brutale de la concentration en progestérone induit l'apparition des chaleurs accompagnées de l'ovulation.

➤ **Gonadotrophines (eCG) :**

Les principales indications de ce type d'hormone sont d'augmenter le pourcentage de chèvres en œstrus et le taux de prolificité surtout durant l'anœstrus (**Vaillancourt et Lefebvre, 2003**). L'hormone eCG (anciennement dénommée la PMSG), est également utilisée pour la synchronisation de l'œstrus (en combinaison avec progestagène et PGF2 $\alpha$ ), et pour induire une superovulation (**Folia Veterinaria**).

L'eCG est administrée soit au dernier jour de traitement de progestérone ou 48h avant la fin. Chez la chèvre laitière, le dosage tient compte de la saison et de la production laitière (**Vaillancourt et Lefebvre, 2003**).

## Chapitre III : Lait caprin et facteurs de variation

### 1. Définition :

La définition du lait établie par le congrès international de la répression des Fraudes à Genève (1908) comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Boumediene, 2013**).

En effet, le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles après la naissance du jeune. Il s'agit d'un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre (**Bouariche & Hammiche, 2012**).

### 2. Laits d'animaux laitiers :

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants : eau, protéines, lactose, matières grasses (lipides) et minérales. Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre.

En outre, la composition des constituants protéiques, lipidiques et minéraux peut être très différente selon l'espèce considérée.

La production mondiale de lait de chèvre occupe la troisième place après les laits de vache et de bufflonne ; elle devance ainsi la production de lait de brebis (**Bouariche & Hammiche, 2012**).

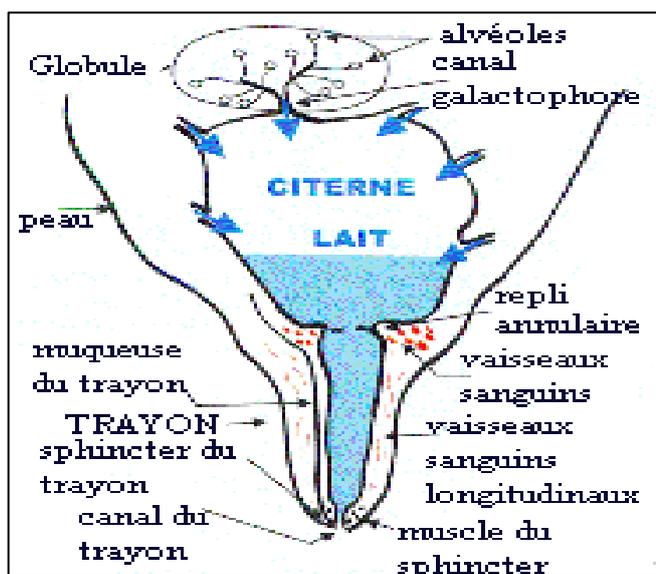
**Tableau 02** : Constituants principaux des laits de diverses espèces animales (g/litre) (**FAO, 1995**).

Constituants	Vache	Bufflonne	Chèvre	Brebis
<b>Extrait sec total</b>	128	166	134	183
<b>Protéines</b>	34	41	33	57
<b>Caséine</b>	26	35	24	46
<b>Lactose</b>	48	49	48	46
<b>Matière grasses</b>	37	68	41	71

### 3. L'anatomie de la mamelle :

La mamelle est constituée de deux glandes indépendantes. Chaque héli-mamelle est composée d'un tissu sécréteur formé de nombreuses alvéoles, de canaux galactophores

entourés de tissu musculaire, d'une citerne de la glande puis du trayon (**Renou, 2012**).



**Figure 03 : structure de la mamelle de la chèvre (Renou, 2012).**

D'après **Maestrini et al (2004)**, Les mamelles peuvent avoir diverses formes : ramassée, ronde et longue.



**Photo 01 : différentes formes de mamelles (Renou, 2012).**

#### **4. Physiologie de la sécrétion du lait :**

La galactopoïèse correspond à l'entretien de la lactation pendant toute la durée de l'allaitement, et résulte d'une action neuro-hormonale dont l'origine est le stimulus de succion ou la palpation du trayon. L'hypophyse libère la prolactine qui est véhiculée vers la glande mammaire (**Harouna, 2014**) pour la montée laiteuse avant et lors de la parturition (**Ramond, 2015**). L'hypothalamus libère de l'ocytocine qui entraîne la contraction des alvéoles et l'éjection du lait (**Renou, 2012**).

La chèvre présente une sécrétion lactée particulière qui est une sécrétion de type apocrine (**Ramond, 2015**), elle se fait par décapitation du haut des lactocytes (**Renou, 2012**).

#### **5. Caractéristiques du lait de chèvre :**

##### **5. 1. Caractéristiques organoleptiques :**

- **Couleur** : blanc mat, contrairement au lait de vache, le lait de chèvre ne contient pas de  $\beta$  carotène (**Bouariche & Hammiche, 2012**).
- **Saveur** : douceâtre, agréable, particulière au lait. Le lait de chèvre fraîchement trait possède une saveur plutôt neutre ; par contre, après stockage au froid, il acquiert une saveur caractéristique (**Abdelfettah & Saidene, 2013**).
- **Odeur** : fraîchement trait, le lait de chèvre a une odeur assez neutre ; parfois en fin de lactation, il a une odeur dite "caprique" (**Bouariche & Hammiche, 2012**).
- **Consistance** : Aspect homogène propre, sans grumeaux (**Abdelfettah & Saidene, 2013**).

##### **5. 2. Caractéristiques physico-chimique :**

- **Le PH :**

Le pH est le cologarithme de la concentration en ions  $H^+$  d'une solution donnée. Il permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait, qui peut être mesurée soit par le pH mètre soit par le papier pH (**Charif, 2018**).

Le pH de lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 avec une moyenne de 7,6 (**Benyoub, 2016**).

- **L'Acidité :**

L'acidité titrable représente la quantité d'acides présents dans un échantillon de lait (**Bouariche & Hammiche, 2012**). L'acidité du lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. (**Belabeddou et Latroch, 2017**).

Elle est exprimée en degrés Dornic ( $^{\circ} D$ ) est de 15 à 18 $^{\circ} D$ . On distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes (**Benyoub, 2016**).

➤ **La Densité :**

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau (**Benyoub, 2016**).

La densité du lait de chèvre est relativement stable, en moyenne elle est de 1.030 (**Boumediene, 2013**).

➤ **Point de congélation :**

Il est utilisé pour la détection du mouillage du lait par cryoscopie, uniquement sur le lait frais non acidifié (**Bouariche & Hammiche, 2012**).

Le point de congélation du lait de chèvre est plus bas que celui du lait de vache, respectivement : -0,583 °C et -0,555 °C (**Bouariche & Hammiche, 2012**).

Si le point de congélation est supérieur à -0.53 °C, on suspectera une addition d'eau (**Benyoub, 2016**).

➤ **Conductivité électrique :**

La conductivité électrique est la propriété d'un corps ou d'une substance à transmettre le courant électrique. Elle se mesure en millisiemens par centimètre (mS/cm). Cette propriété est majoritairement due aux ions : ainsi, à une température donnée, tout changement de nature et/ou de concentration en ions provoque une modification de la conductivité (**Marissal et Marinot, 2016**).

Or, lors d'inflammation mammaire, les concentrations en lactose et en ions potassium dans le lait diminuent, alors que celles du sodium et du chlore augmentent, ce qui entraîne une augmentation de la conductivité électrique du lait (**Liard, 2017**).

➤ **L'eau :**

C'est le constituant le plus important du lait, il représente 87% de la composition globale (**Mana et Drif, 2017**). La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confères un caractère polaire. Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles de sérum (**Belabeddou et Latroch, 2017**).

➤ **Extrait sec total :**

L'extrait sec total représente la teneur en matière sèche totale, c'est-à-dire la différence entre le poids de l'aliment et sa teneur en eau (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

L'extrait sec ou matière sèche totale du lait est composé par les constituants du lait autres que l'eau (**Laba, 2004**). La matière sèche totale qui s'élève habituellement à 125-130g par litre de lait (**Abdelfettah & Saidene, 2013**).

➤ **Glucides :**

Les glucides constituent d'une manière générale les sucres du lait. Ils sont formés principalement d'oligosaccharides, de saccharides azotés et non azotés (**Laba, 2004**) aussi présents sous forme de glycoprotéines et de glycolipides ayant des propriétés fonctionnelles spécifiques (**Desjeux, 1993**).

Le lactose représente la principale forme de glucide. Ce disaccharide est produit à partir du glucose et du galactose dans les glandes mammaires. Il améliore l'absorption de calcium, phosphore et magnésium. (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

➤ **Lipides :**

Ils représentent la principale source d'énergie du lait de chèvre. Les lipides du lait de chèvre, sont pauvres en acides gras polyinsaturés qui sont nécessaires au métabolisme humain (**Desjeux, 1993**).

Le lait de chèvre contient une grande variété d'acides gras (AG). Ils sont classés en fonction de la longueur de leur chaîne carbonée et du nombre de doubles liaisons. La MG caprine contient environ 65 à 70 % d'AG saturés et 30 à 35 % d'insaturés (essentiellement des mono-insaturés) (**Bouariche & HAMMICHE, 2012**)

➤ **Vitamines :**

Le lait de chèvre est très riche en vitamine A obtenue par transformation complète de  $\beta$ -carotène. Par contre, sa teneur en vitamine D est faible ainsi en vitamine B6. Il est aussi riche en vitamine C ce qui favorise l'immunité (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

➤ **Minéraux :**

Le lait de chèvre représente une source importante de minéraux comme le cuivre, le zinc, le chlore, le sélénium et surtout en calcium, phosphore et potassium (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

➤ **Matière azotée et protéines :**

Elles constituent la fraction azotée du lait avec un taux qui varie entre 25 et 35g/l. elles sont composées de protéines vraies et d'azote non protéique. Les protéines vraies sont constituées de protéines coagulables et non coagulables (**Laba, 2004**). Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

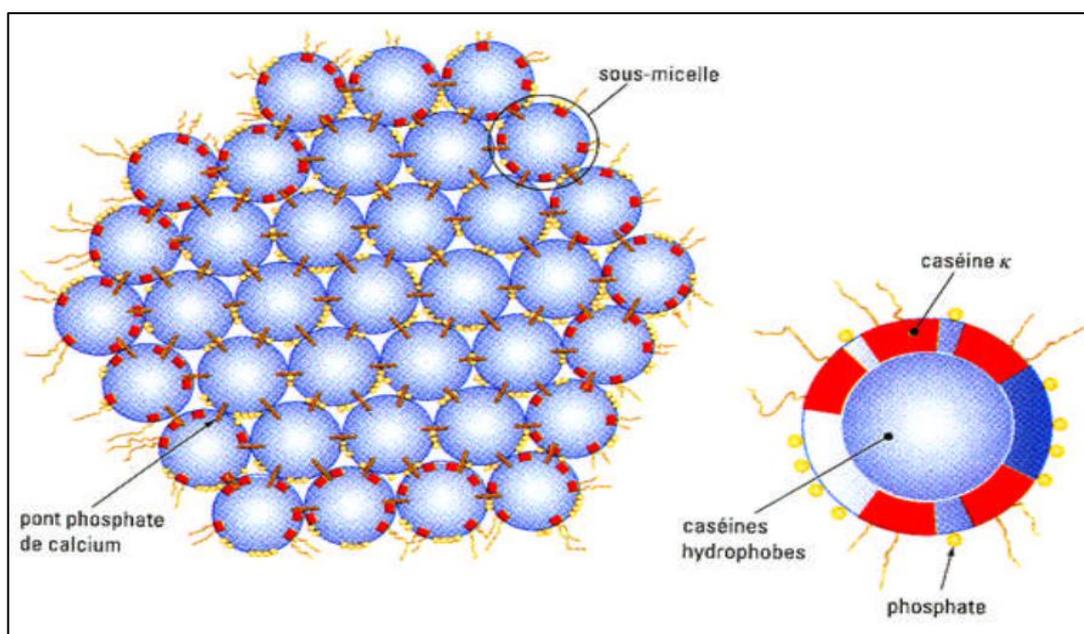
Les protéines du lait de chèvre comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions :

- **Caséines :**

Elles représentent environ 80 % des protéines totales sous forme de micelles constituées de quatre unités « submicelles » qui sont : la caséine  $\alpha_1$  (0-28%), la caséine  $\alpha_2$  (1-25%), la caséine  $\beta$  (0-64%) et la caséine  $\kappa$  (15-20%) (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

Ces protéines forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phosphosérines de celles-ci (**Benyoub, 2016**).

Les micelles de caséines sont très riches en calcium et en phosphore mais d'une faible stabilité thermique (**Hamer & Zoubiri, 2018**).



**Figure 04 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (Boubezari, 2010).**

- **Protéines sériques :**

Les protéines de sérum qui représentent 20 % des protéines totales se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Elles se caractérisent par la sensibilité au traitement thermique. En moyenne, le lait de chèvre est riche en protéines solubles (**Benyoub, 2016**).

Ces protéines sont représentées majoritairement par la  $\beta$ -lactoglobulines et  $\alpha$ -lactalbumines (**Hamer & Zoubiri, 2018**).

### **5. 3. Caractéristiques microbiologiques :**

Divers micro-organismes peuvent être retrouvés dans les laits crus, les plus rencontrés sont les bactéries. Les virus, les levures et les moisissures peuvent également être présents mais ils diffèrent notamment dans leur taille et leur niveau de complexité (**Desmasures & Beuvier, 2011**).

### **5. 3. 1. Flore originelle :**

Guiraud. 2003, dit que Le lait prélevé en bonnes conditions à partir d'un animal sain, contient peu de micro-organismes, il s'agit des micro-organismes saprophytes du pis et des canaux galactophores.

Il ajoute que d'autres micro-organismes peuvent se trouver lorsque l'animal est malade, il peut s'agir de mammites, aussi de micro-organismes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en absence d'anomalies du pis : Brucella (agent de la fièvre de malte), Listeria (agent de la listériose)... (**Bouariche et Hammiche, 2012**).

### **5. 3. 2. Flore de contamination :**

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers :

- **L'homme** : est un agent de contamination majeur (mains, vêtements sales, personnes malades ...etc.).
- **Animaux** : sont porteurs de germes : peau, tube digestif, phanère, tégument... ; plus les insectes sont des vecteurs de micro-organismes.
- **Le sol** : spores des levures, moisissures, Bacillus et clostridium.
- **L'eau** : elle recèle toutes les espèces bactériennes puisqu'elle draine la laitière et le foin, etc.
- **L'air** : véhicule spores, bactéries...
- **Supports matériels** : sont un formidable site de concentration des micro-organismes (**Tourette, 2002**).

## **6. Facteurs de variation de la composition du lait de chèvre :**

La composition chimique de lait de chèvre varie en fonction de nombreux facteurs :

### **6. 1. Facteurs liés à l'animal :**

- **L'âge** :

Le vieillissement des chèvres provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (**Belabeddou & Latroch, 2017**).

- **La race** :

Au niveau mondiale les 2 races les plus utilisées sont Alpine et Saanen. Les richesses des laits sont voisines à niveau de production équivalente avec toutefois des TB et TP légèrement plus faible pour la race Saanen. Par contre la race poitevine a un lait légèrement plus riche en liaison avec sa plus faible production quantitative (**Boumediene, 2013**). Toutefois, il existe des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race (**Charif, 2018**).

➤ **Stade de lactation :**

Les teneurs en MS, MG, lactose et MAT augmentent significativement avec l'avancement de la lactation (**Zantar et al, 2016**).

Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de sens inverse avec la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés (**Belabeddou & Latroch, 2017**).

➤ **Conformation et état de la mamelle :**

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers (**Belabeddou & Latroch,, 2017**). Elles se traduisent par une diminution de la production lactée et concentration des composants du lait. Une augmentation des protéines et de la matière grasse en fonction de l'augmentation du taux de cellules somatiques est observée. (**Ramond, 2015**).

Il a été suggéré une relation entre la présence de germes dans la mamelle et l'anatomie de celle-ci. Un sphincter de trayon en bon état constituerait une barrière contre l'infection (**Boubezari, 2010**).

## **6. 2. Facteurs liés à l'environnement :**

➤ **Saison :**

La saison a une influence importante ; les pourcentages de gras et de protéines dans le lait sont plus élevés pendant l'hiver que pendant l'été (**Charif, 2018**).

Les facteurs climatiques tels que le vent et l'humidité, exercent une action négative sur la production laitière notamment lors qu'ils sont associés aux températures d'extrême froid (en hiver) ou de chaleur (en été) (**Amroun-laga, 2010**).

➤ **Température :**

Les fortes températures provoquent une baisse de la production quantitative en réduisant essentiellement la consommation d'aliment, une baisse de TB et une constante de TP. Les très faibles températures provoquent les mêmes effets (**Boumediene, 2013**).

## **6. 3. Facteur liés aux conditions d'élevage :**

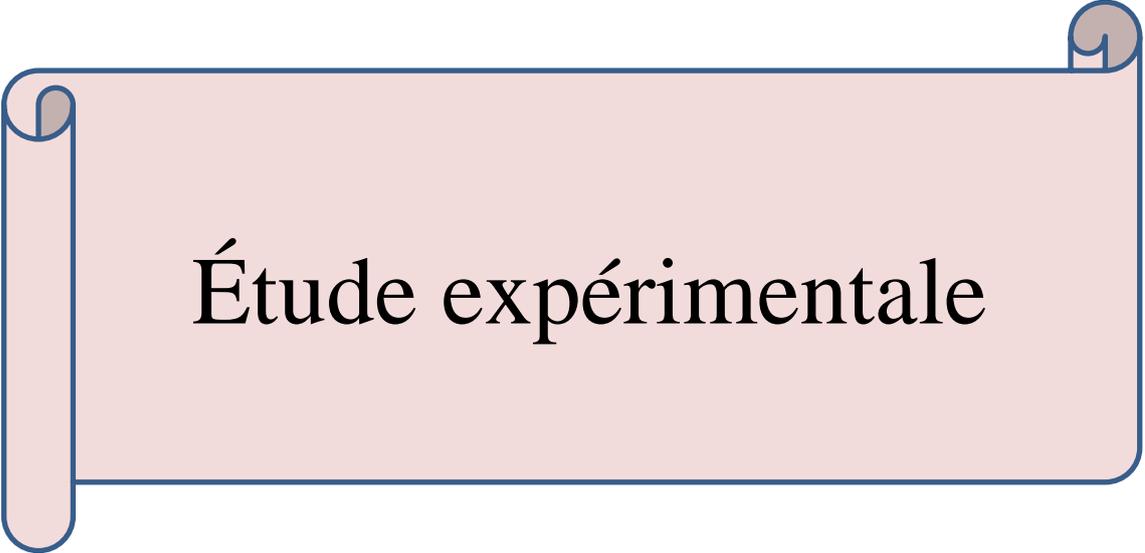
➤ **Alimentation :**

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines (**Mansour, 2015**).

➤ **La traite :**

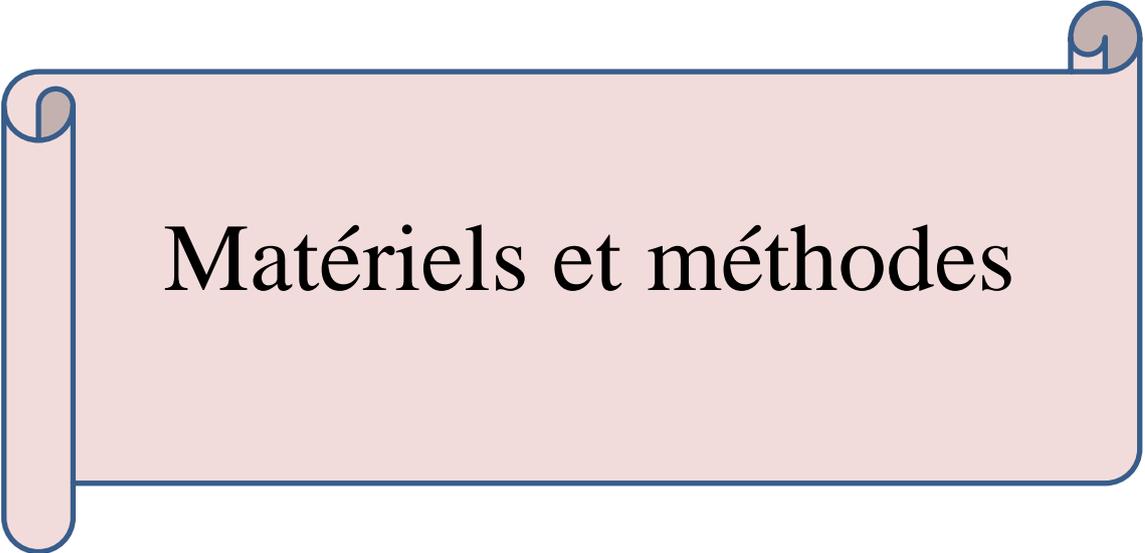
La qualité du lait de chèvre est influencée par les pratiques de la traite (**Zantar et al, 2016**). Un allongement de l'intervalle entre traite au-delà de 15 heures provoque une baisse de TB, ce taux diffère entre les traites du matin et celles du soir (**Boumediene, 2013**).

# DEUXIÈME PARTIE



Étude expérimentale

# Chapitre I



Matériels et méthodes

## 1. Objectifs de l'étude :

L'objectif de ce travail est d'étudier la variation de la composition physico-chimique du lait cru de chèvre en fonction de la forme de la mamelle et au résultat du test CMT (Californian Mastitis Test) et effectuer un examen clinique sur la reprise de la cyclicité post-partum chez les chèvres étudiées.

## 2. Période et lieu de stage :

L'étude expérimentale a été réalisée durant une période début janvier, fin de mars 2020, au niveau de la ferme d'élevage des chèvres **Bayou** dans la région de Bouarfa, wilaya de Blida, qui est une région montagneuse d'accès difficile à climat méditerranéen, la ferme dispose d'un bon potentiel laitier (cheptel, production, herbage).

Quant aux analyses physico-chimiques, ont été réalisées au niveau du laboratoire physico-chimique de la laiterie **LACTALIS CELIA** à Beni-Tamou, wilaya de Blida.

## 3. Matériels :

### 3. 2. Matériel biologique :

Les chèvres de notre étude proviennent de la population caprine locale, élevée sous un mode d'élevage extensif, elles passent 6 à 8h par jour au pâturage de montagne où herbe, arbustes, et feuillus sont la principale source alimentaire. Aucune supplémentation à l'auge n'est pratiquée. L'effectif total est de 75, dont 46 chèvres laitières. Notre étude a porté sur 12 chèvres laitières âgées entre 2 et 4 ans, en lactation.

Les 12 chèvres sont réparties en trois groupes de quatre chèvres de même couleur (Marron, Noire et Blanche), (**voir l'Annexe 01**), chaque chèvre a son propre code ; comme s'est présentés dans le **Tableau 03**.

**Tableau 03** : Renseignements sur les trois groupes des chèvres étudiées.

Chèvre + Couleur	Code	Age (ans)	Nombre de chevreaux nés	Stade de lactation (mois)
CM1	28464	3	3	2
CM2	28465	4	5	2
CM3	28475	2	1	2
CM4	28476	2	1	2
CN1	B2948	4	5	3
CN2	B2739	4	5	2
CN3	28477	4	7	2
CN4	28473	4	7	2
CB1	28461	4	5	2
CB2	28466	4	7	10 jours
CB3	28463	2	1	2
CB4	28462	4	7	2

### 3. 3. Prélèvement du lait :

Les prélèvements de lait se sont déroulés dans les conditions optimales d'hygiène.

Le lait de chèvre a été prélevé avant la traite matinale. Le pis et plus particulièrement les trayons doivent être propres et secs avant le prélèvement d'échantillons. Nous avons commencées par tirer et éliminer quelques jets de lait afin de réduire le nombre de bactéries présentes dans le canal de chaque trayon.

L'échantillonnage a été effectué dans des flacons stériles, en plastiques de 50 ml avec capes rouges, identifiés puis acheminés le même jour au laboratoire dans une glacière avec des piles de congélation pour conserver le lait à 4-5 °C.



**Photo 02 : Elimination de quelques jets avant le prélèvement du lait (photos prises à la ferme Bayou à Bouarfa).**

### 3. 4. Identification des flacons :

L'identification des flacons est basée sur les critères suivants :

- Le code et la couleur de la chèvre (CM1..., CB1..., .... CN4).
- La mamelle droite ou gauche (MD ou MG).
- Le résultat de test CMT de la mamelle droite ou gauche (**CMT+** « lait mammitieux », **CMT-** « lait sain »).
- Le résultat de test corps cétoniques (0-500  $\mu\text{mol/L}$ ), (ce test permet le dépistage d'une cétose subclinique chez la chèvre laitière, résultat est +100  $\mu\text{mol/L}$  c'est à dire que la chèvre est atteinte).

## 4. Méthodes :

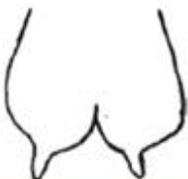
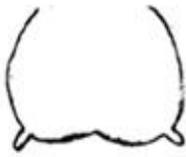
### 4. 1. Identification des formes des mamelles :

La forme de la mamelle est essentielle, non seulement pour la quantité de lait à fournir mais aussi pour la facilité d'extraire ce lait, l'allaitement des cabris (gros trayons sont inaccessibles par les cabris).

En outre, la forme de la mamelle joue un rôle important dans le déplacement des chèvres élevées en extensif, les mamelles trop volumineuses sont un handicap car elles sont susceptible de se blesser.

**Maestrini et al, 2004**, ont classés les mamelles des chèvres en trois types distincts (**Tableau 04**), d'après les observations des éleveurs, ces types ont un certain nombre d'avantages ou d'inconvénients (**Tableau 05**).

**Tableau 04** : La description des trois formes de mamelles (**Maestrini et al, 2004**).

		Type 1: "Pupula aricolta", mamelle ramassée	Type 2: "Pupula tondula ou rondula", mamelle ronde	Type 3: "Pupula longua", mamelle longue
Description	Citerne	Peu descendue	Très remontée	Très longue
	Glandes	Moins apparentes possibles	Peu apparentes	Très apparentes
	Trayons	Moyens, passant sous le ventre	Très petits	Très gros
	Pis	Bien séparés	Non séparés	Séparés
Croquis				
Photos (sont prises à la ferme Bayou à Bouarfa)				

**Tableau 05** : Point de vue des éleveurs sur les types de mamelles (**Maestrini et al, 2004**).

	<i>Pupula aricolta</i>	<i>Pupula tondula</i>	<i>Pupula longa</i>
Adaptation au parcours	Très bonne	Très bonne	Mauvaise
Facilité de traite	Très bonne	Mauvaise	Mauvaise
Allaitement des cabris	Très bonne	Très bonne	Mauvaise

## 4. 2. Dépistage des mammites subclinique :

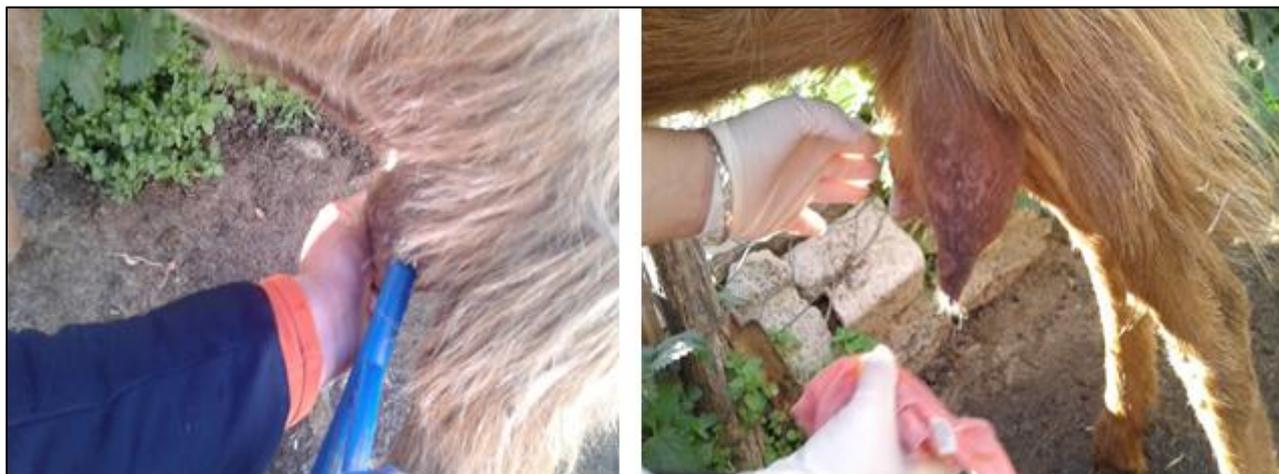
Pour que les analyses soient fiables, nous avons :

- Laver les mamelles avec une solution désinfectante (solution tampon alcoolisé) puis les sécher avec du papier.
- Tirer et éliminer quelques jets de lait afin de réduire des bactéries présentes dans le canal de chaque trayon.
- Pour déterminer les chèvres qui présentent des mammites subclinique et les chèvres saines, nous avons effectué un test CMT (test au teepol).

### 4. 2. 1. Epreuve du CMT ou test au teepol :

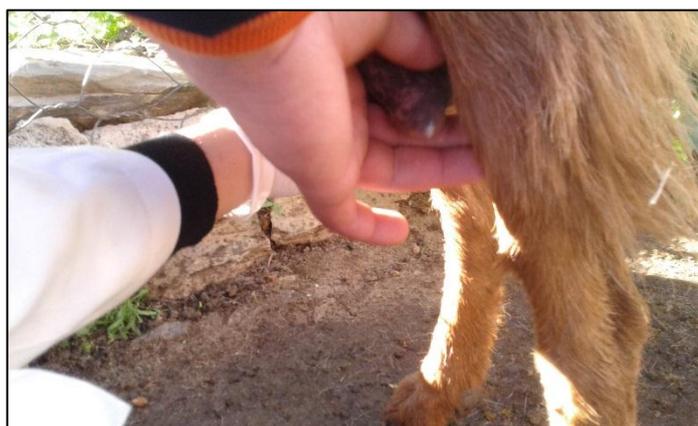
#### ✓ Technique de CMT :

1. Laver toute la mamelle y compris les trayons bien avec l'eau javellisée puis sécher avec un chiffon alcoolisé.



**Photo 03 : Lavage de la mamelle avec l'eau javellisé (à gauche), et essuyage des trayons avec l'alcool (à droite) (photos prises à la ferme Bayou à Bouarfa).**

2. Jeter les premiers jets de lait.



**Photo 04 : Elimination des premiers jets (photo prise à la ferme Bayou à Bouarfa).**

3. Recueillir une quantité du lait (environ 2 ml) de chaque quartier dans la palette.



**Photo 05 : Recueil du lait de chaque quartier dans la palette (photos prises à la ferme Bayou à Bouarfa).**

4. Ajouter 2 ml de teepol dans chaque coupelle à l'aide d'une seringue.



**Photo 06 : Ajout de 2ml de teepol (photos prises à la ferme Bayou à Bouarfa).**

5. Agiter environ 15 secondes la palette avec un mouvement circulaire et noter le degré de gélification. Il est également utile lors de la lecture d'incliner la palette pour visualiser comment le lait s'écoule.



**Photo 07 : Mouvements circulaires sur le plan horizontal (photos prises à la ferme Bayou à Bouarfa).**

6. Jeter le liquide, rincer la palette avec de l'eau et sécher la correctement avant la prochaine utilisation.



**Photo 08 : Jet du liquide (photo prise à la ferme Bayou à Bouarfa).**

#### **4. 3. Dépistage des corps cétonique dans le lait des chèvres :**

Le test de présence des corps cétoniques dans l'échantillon du lait est effectué à l'aide des bandelettes (Porta BHB Milk Ketone test).

Après deux minutes d'immersion des bandelettes dans l'échantillon de lait, la comparaison de couleur de la zone réactive sera effectuée avec la gamme colorimétrique de l'étiquette.



**Photo 09 : Bandelettes utilisées pour la détection des corps cétoniques dans le lait (photos prises à la ferme Bayou à Bouarfa).**

#### **4. 4. Les analyses physico-chimiques :**

Les échantillons du lait ont été acheminés directement au laboratoire pour une série d'analyses physico-chimiques.

##### **4. 4. 1. Détermination de point de congélation :**

Le point de congélation est déterminé à 20°C par le Cryoscope **4250 Model** après l'avoir étalonné par une solution de référence.

##### **❖ Mode opératoire :**

- Agiter le flacon pour une bonne homogénéisation.
- Prendre 2,5 ml avec une micropipette.
- Verser la quantité prélevée dans un tube en verre.
- Placer le tube dans le cryoscope.
- Appuyer le bouton START.

Les résultats sont affichés sur le cadran du cryoscope, exprimés en m°C.



**Photo 10 : Cryoscope 4250 Model et la solution de référence utilisée pour l'étalonnage de cryoscope (photos prises au laboratoire).**

#### **4. 4. 2. Mesure de pH :**

Elle se fait à l'aide de pH-mètre **HANNA HI 8424** à 20°C.

##### **❖ Mode opératoire :**

- Etalonner le pH-mètre à l'aide des deux solutions Tampons (pH=7, pH=4), entre les deux opérations, l'électrode doit toujours être plongée dans une solution de l'eau distillée.
- Introduire l'électrode et la sonde dans l'échantillon.
- Attendre la stabilisation du pH.

La valeur du pH s'affiche sur l'écran du pH-mètre.



Photo 11 : pH-mètre (photo prise au laboratoire).



Photo 12 : Les deux solutions tampons (pH=7, pH=4) (photo prise au laboratoire).

#### 4. 4. 3. Détermination de l'acidité Dornic :

L'acidité du lait s'effectue par dosage en utilisant une solution d'Hydroxyde de Sodium (NAOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Le degré Dornic (°D) est l'unité de mesure d'acidité du lait, dont 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

❖ **Mode opératoire :**

- Dans un récipient, verser 10 ml de lait prélevé à une micropipette.
- Ajouter 03 gouttes de phénolphtaléine.
- Titrer par la solution d'Hydroxyde de Sodium (NAOH) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose pâle stable.
- Lire le volume de NAOH versé sur la burette.

Les résultats s'expriment en °D par l'équation suivante :

$$\text{°Dornic} = \text{volume de NAOH en ml} \times 10$$



Photo 13 : Titrage de l'acidité du lait par l'Hydroxyde de Sodium (NAOH) (photos prises au laboratoire).



Photo 14 : Apparition de la couleur rose très pâle persistante (photo prise au laboratoire).

#### 4. 4. 4. Mesure de conductivité du lait :

Elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre **HANNA HI 8733** à 25°C après l'avoir étalonné par une solution d'étalonnage de conductivité.

##### ❖ Mode opératoire :

- Plonger la sonde de conductivité dans l'échantillon, avec les trous sur la tige complètement submergés.
- Tapoter légèrement la sonde au fond du récipient pour éliminer les bulles d'air.
- Appuyer sur la touche on/off pour démarrer les mesures.
- Attendre la stabilisation de la conductivité pour effectuer la lecture.

Les résultats s'apparaissent sur l'écran de conductimètre, exprimés en ms/cm.



Figure 05 : Un conductimètre (Measurecurrent).

#### 4. 4. 5. Mesure de divers paramètres physico-chimiques à l'aide de LactoScope FTIR Advanced :

Pour l'analyse tester la qualité du lait, nous avons utilisé un appareil LactoScope **FTIR Advanced** qui utilise les nouvelles technologies, comme le principe d'infrarouge.

En premier lieu on met l'échantillon dans un bain marie pour augmenter la température à 40°. Puis on agite le lait pour que le contenu de flacon soit homogène. Ensuite on place le flacon contient de produit dans l'appareil LactoScope **FTIR Advanced** et attendant que l'électrode soit immergé à l'intérieur de flacon qui contiens le lait. Puis un prélèvement automatique d'une quantité de l'échantillon par l'instrument sera exécuté. Enfin les résultats seront affichés et enregistrés systématiquement sur un logiciel installé dans un PC.

Cet appareil nous permet l'analyse de :

- Extrait sec totale (g/kg).
- Matière grasse (g/l).
- Matière azotée totale (g/kg).



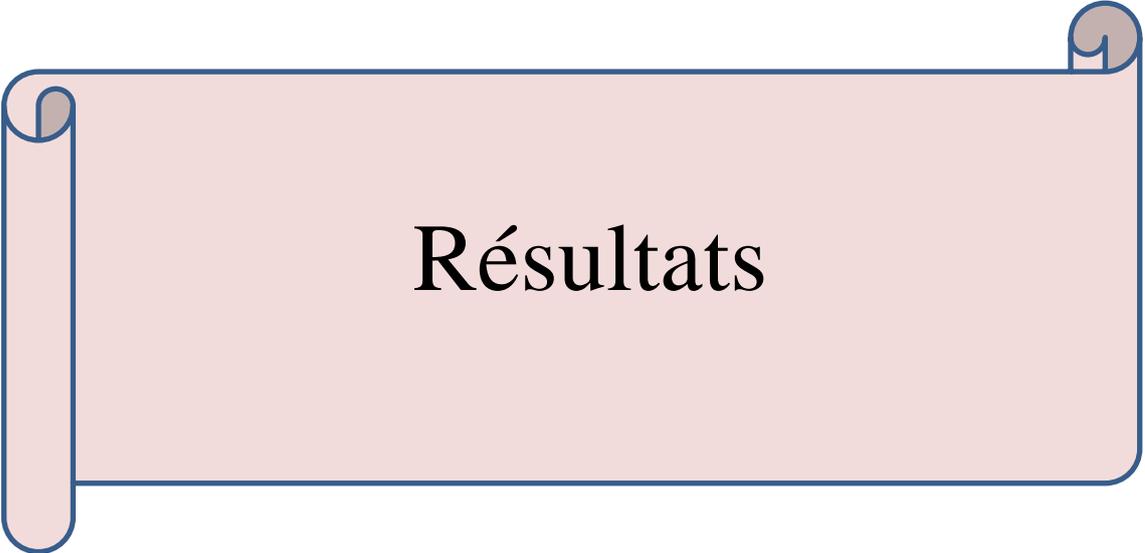
Figure 06 : LactoScope FTIR Advanced et son logiciel d'exploitation (Delta Instruments).

#### 4. 5. La reprise de la cyclicité chez la chèvre et influence des mammites sur les performances de reproduction :

Étant donné qu'il n'était pas possible de terminer notre stage chez l'éleveur pour suivre la reprise de la cyclicité chez les chèvres étudiées ; nous avons effectuées une petite recherche bibliographique (articles et thèses ayant travaillé sur la cyclicité des chèvres et l'influence des mammites sur les performances de la reproduction). Les articles ont été cherchés dans les bases de données en lignes : Google scholar, Science Direct et PubMed.

Les données collectées ont été résumées dans les parties Résultats et Discussion.

# Chapitre II



Résultats

## 1. Résultats des analyses physico-chimiques des trois groupes de chèvres et celle du lait de mélange :

### 1. 1. Résultats de point de congélation :

Les valeurs de point de congélation sont comprises entre 541 à 560 m°C chez les trois groupes de chèvres. Le **tableau 06** présente les moyennes avec leur écart-type.

**Tableau 06** : Résultats de point de congélation

Groupe de chèvre	Moyenne (m°C)	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	550	3,93	545	557
Ch noires	552	6,24	543	560
Ch marron	547	3,48	541	552
Lait du mélange	552	/	/	/

### 1. 2. Résultats de pH :

Les valeurs de pH observées sont comprises entre 6,59 à 7,15 des trois groupes de chèvres. Le **tableau 07** présente les moyennes avec leur écart-type.

**Tableau 07** : Résultats de pH

Groupe de chèvre	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	6,78	0,11	6,59	6,89
Ch noires	6,71	0,04	6,65	6,78
Ch marron	6,76	0,16	6,64	7,15
Lait du mélange	6,12	/	/	/

### 1. 3. Résultats de l'acidité :

Les valeurs de l'acidité observées sont comprises entre 13 à 19 °D des trois groupes de chèvres. Le **tableau 08** présente les moyennes avec leur écart-type.

**Tableau 08** : Résultats de l'acidité

Groupe de chèvre	Moyenne (°D)	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	16	1,6	15	19
Ch noires	17	0,78	16	18
Ch marron	17	1,55	13	18
Lait du mélange	16	/	/	/

### 1. 4. Résultats de la conductivité électrique :

Les valeurs de conductivité électrique sont comprises entre 4,41 à 8,22 ms/cm des trois groupes de chèvres. Le **tableau 09** présente les moyennes avec leur écart-type.

**Tableau 09** : Résultats de la conductivité

Groupe de chèvre	Moyenne (ms/cm)	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	4,77	0,67	5,09	5,37
Ch noires	4,89	0,21	4,72	5,23
Ch marron	5,21	1,26	4,41	8,22
Lait du mélange	4,48	/	/	/

### 1. 5. Résultats de la MG:

Les teneurs en matières grasses sont très élevées et sont comprises de 23,94 à 79,3 g/l des trois groupes de chèvres. Le **tableau 10** présente les moyennes avec leur écart-type.

**Tableau 10** : Résultats de matière grasse (MG)

Groupe de chèvres	Moyenne (g/l)	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	39,58	17,87	23,94	79,3
Ch noires	48,84	16,13	29,71	74,72
Ch marron	43,2	4,43	35,87	48,62
Lait du mélange	52,04	/	/	/

### 1. 6. Résultats de l'EST :

Les teneurs en extrait sec total sont comprises de 122,77 à 187,25 g/kg des trois groupes de chèvres. Le **tableau 11** présente les moyennes avec leur écart-type.

**Tableau 11** : Résultats de l'extrait sec total (EST)

Groupes de chèvres	Moyenne (g/kg)	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	138,24	24,43	114,45	187,25
Ch noires	148,19	18,73	122,77	174,15
Ch marron	139,27	5,36	130,66	146,31
Lait du mélange	155,29	/	/	/

### 1. 7. Résultats des MAT :

Les teneurs en matière azotée totale sont comprises de 29,09 à 68,61 g/kg des trois groupes de chèvres. Le **tableau 12** présente les moyennes avec leur écart-type

**Tableau 12** : Résultats de la matière azotée totale (MAT)

Groupe de chèvres	Moyenne (g/kg)	Ecart-type	Min	Max
Ch blanches	41,41	12,26	29,09	68,61
Ch noires	41,48	4,88	36,46	48,79
Ch marron	39,19	1,52	37,98	42,6
Lait du mélange	45,64	/	/	/

## 2. Résultats de test de présence des corps cétoniques dans les laits :

Nous avons enregistrées la valeur 50  $\mu\text{mol/ml}$  pour toutes les chèvres save la chèvre marron (100  $\mu\text{mol/ml}$ ).

**Tableau 13** : Résultats de test de présence des corps cétoniques dans les laits.

Chèvre +Couleur	Hémi-mamelle	Corps cétonique ( $\mu\text{mol/ml}$ )
CM1	D	50
	G	50
CM2	D	100
	G	50
CM3	D	50
	G	50
CM4	D	50
	G	50
CN1	D	50
	G	50
CN2	D	50
	G	50
CN3	D	50
	G	50
CN4	D	50
	G	50
CB1	D	50
	G	50
CB2	D	50
	G	50
CB3	D	50
	G	50
CB4	D	50
	G	50

### 3. Résultats de dépistage des mammites subclinique par le CMT :

#### 3. 1. Représentation graphique de nombre des chèvres par rapport aux résultats de test CMT :

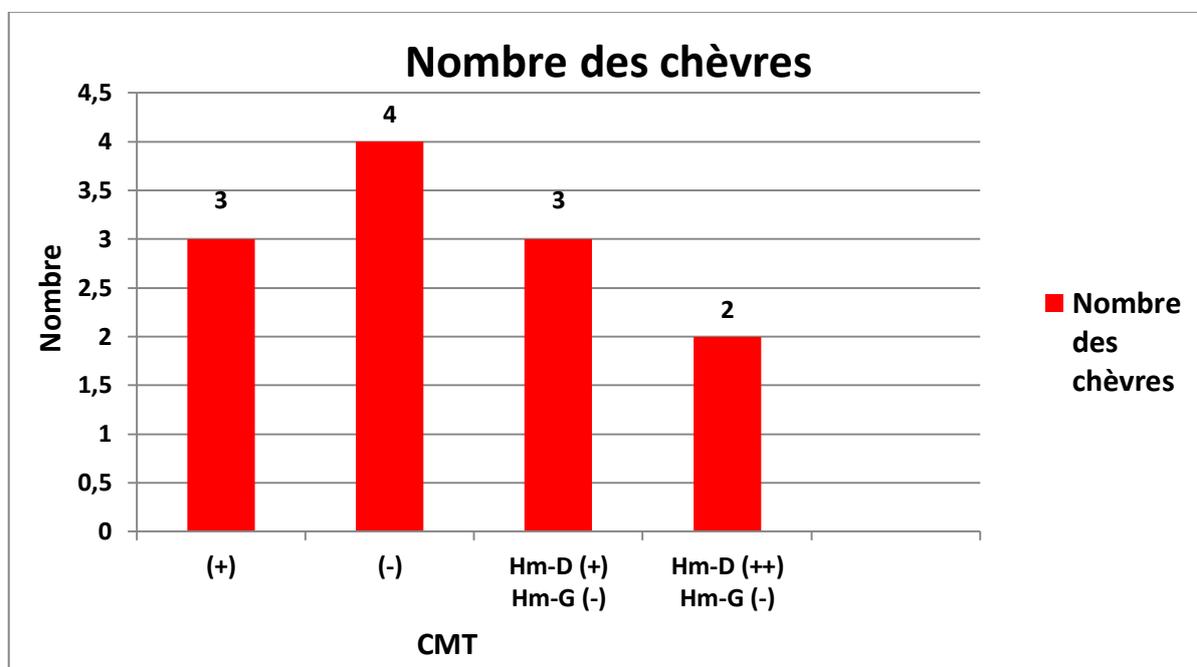


Figure 07 : Nombre des chèvres selon le test CMT

#### 3. 2. Variation de la composition physico-chimique du lait des échantillons analysés par rapport au CMT :

La représentation des moyennes des résultats des caractéristiques physico-chimiques des échantillons analysés par rapport au dépistage des mammites par le CMT est représentée dans le tableau au-dessous, qui comprend les chèvres saines (CMT -) et malades (CMT +), les chèvres qui ont un quartier sain et l'autre malade.

Tableau 14 : Variation de la composition physico-chimique par rapport au CMT.

paramètres physico-chimiques							
CMT	pH moy ± et	Acidité (°D) moy ± et	Pt de cong (m°C) moy ± et	Conductivité (ms/cm) moy ± et	MG (g/l) moy ± et	MS(EST) (g/ kg) moy ± et	MAT (g/kg) moy ± et
( + )	6,71 ± 0,07	17 ± 1,26	546 ± 3,71	4,97 ± 0,29	49,05 ± 19,54	144,25 ± 25,51	38,69 ± 8,65
( - )	6,72 ± 0,05	17 ± 1,02	553 ± 4,93	4,91 ± 0,32	41,89 ± 5,93	140,28 ± 8,41	39,59 ± 1,60
Hm-D (+) Hm-G (-)	6,75 ± 0,10	17 ± 1,28	549 ± 5,01	4,78 ± 0,35	33,78 ± 7,62	132,57 ± 9,09	38,92 ± 2,25
Hm-D (++) Hm-G (-)	6,89 ± 0,18	15 ± 1,63	549 ± 5,01	5,31 ± 2,07	55,20 ± 16,09	155,62 ± 22,27	48,59 ± 13,46

4. Les résultats des analyses physico-chimiques en fonction de différent type de mamelle :

4. 1. Représentation graphique de nombre des chèvres selon la conformation de mamelle :

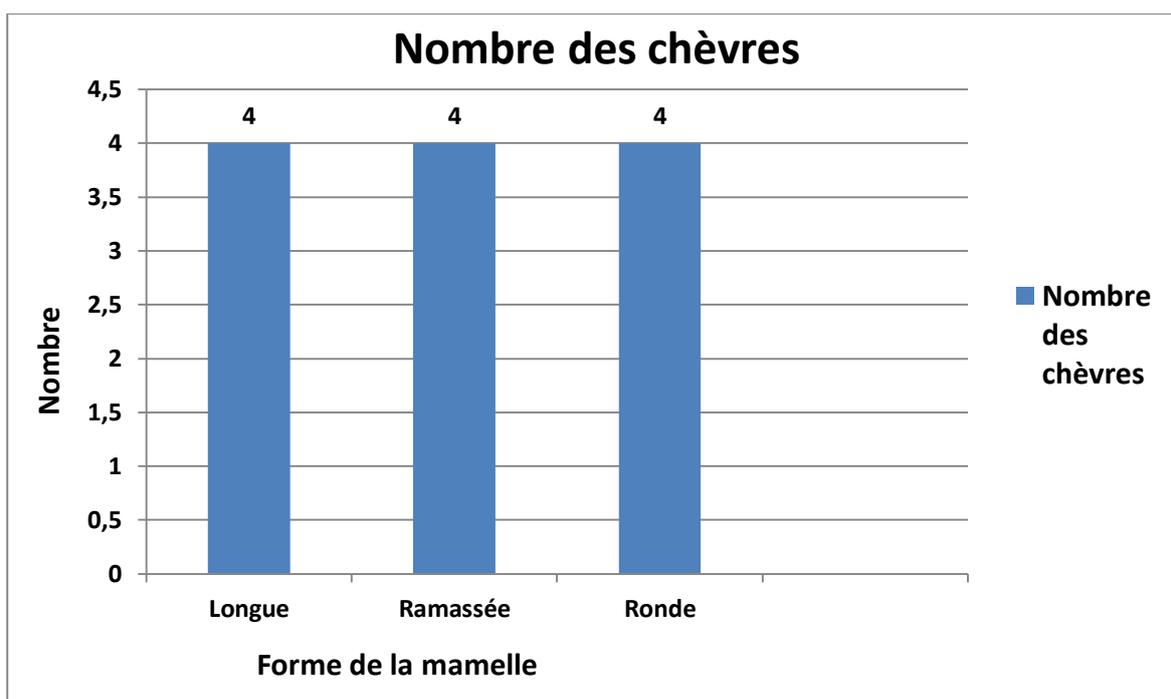


Figure 08 : Nombre des chèvres selon la forme de la mamelle

#### 4. 2. Variation de la composition physico-chimique selon la conformation de la mamelle :

Les moyennes des résultats des caractéristiques physico-chimiques des échantillons analysés par rapport à la forme de mamelle sont représentées dans le tableau au-dessous, qui comprend la forme des mamelles : longue, ramassée et ronde.

**Tableau 15 :** Variation de la composition physico-chimique par rapport à la forme de mamelle.

Paramètres physico-chimiques							
Forme de mamelle	Ph moy ± et	Acidité (°D) moy ± et	Pt de cong (°c) moy ± et	Conductivité (ms/cm) moy ± et	MG (g/l) moy ± et	MS (EST) (g/kg) moy ± et	MAT (g/kg) moy ± et
Longue	6,75 ± 0,17	17 ± 1,79	547 ± 2,50	5,43 ± 1,17	44,33 ± 18,56	138,21 ± 23,43	38,97 ± 7,52
Ramassée	6,78 ± 0,09	16 ± 1,31	552 ± 4,73	4,49 ± 0,52	45,43 ± 16,55	147,72 ± 18,96	44,52 ± 9,92
Ronde	6,72 ± 0,06	17 ± 1,04	551 ± 6,07	4,96 ± 0,25	41,85 ± 4,76	139,77 ± 5,39	38,60 ± 0,52

#### 5. La corrélation entre les variables physico-chimiques du lait des chèvres étudiées :

Les résultats obtenus de l'analyse de la corrélation entre les différents variables physico-chimiques des laits des chèvres étudiées sont résumés par la matrice d'Annexe 04 ; l'analyse est faite par le logiciel IBM spss statistics for Windows version 21.

#### 6. Analyse de la variance ANOVA :

L'analyse de la variance ANOVA est aussi faite par le logiciel IBM spss statistics for Windows version 21 ; les tableaux suivants résumant les résultats significatifs d'analyse, l'ensemble des analyses est représenté dans l'Annexe 05.

**Tableau 16 :** Résultats de l'ANOVA pour les variables pH et Conductivité par rapport aux corps cétoniques.

ANOVA						
		Sum of squares	df	Mean squares	F	Sig
pH	Between Groups	,074	1	,074	7,483	,012'
	Within Groups					
Conductivité	Between Groups	4,205	1	4,205	8,269	,009'
	Within Groups					

**Tableau 17 :** Résultats de l'ANOVA pour les variables pH et Acidité par rapport au CMT.

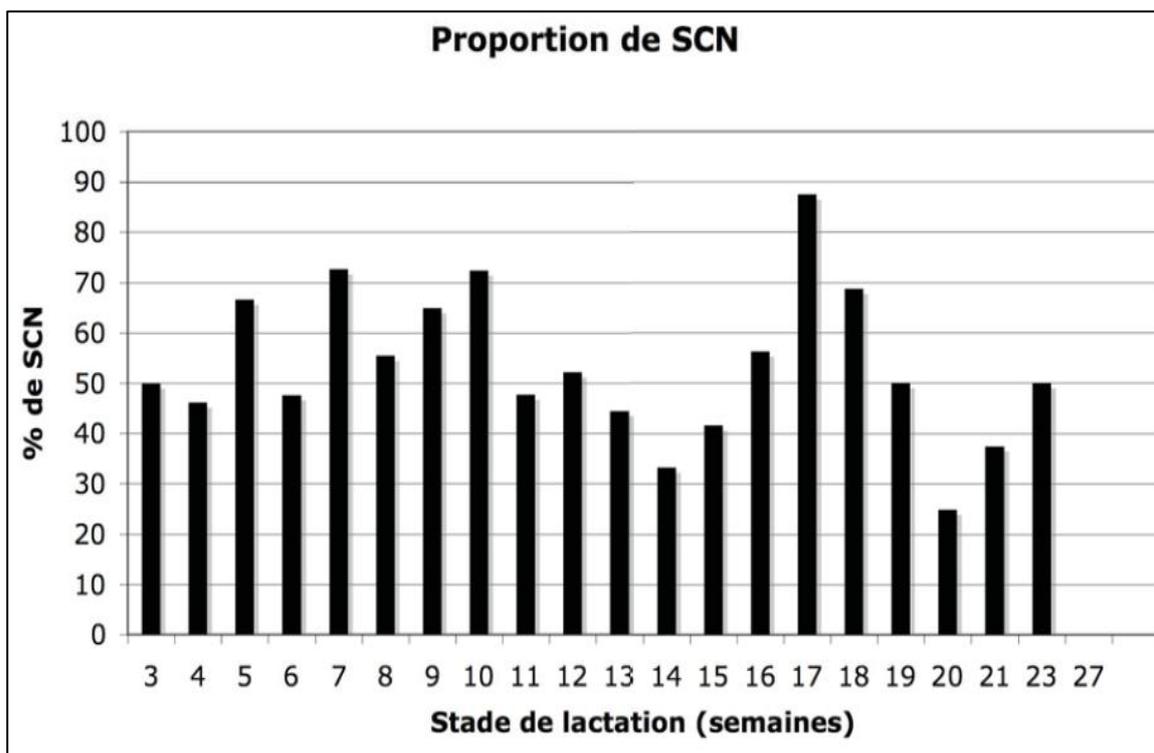
ANOVA						
		sum of squares	df	Mean squares	F	Sig
<b>pH</b>	Between Groups	,120	2	,060	7,303	,004'
<b>Acidité</b>	Between Groups	14,095	2	7,048	5,040	,016'

**7. Reprise de l'activité ovarienne postpartum :**

Cette partie n'a pas pu être réalisée à cause de la pandémie Corona.

**8. Évolution des SCN au cours de la lactation :**

**Bouilot** a étudié ici l'effet du stade de lactation sur les résultats bactériologiques. Nous observons des variations dans les proportions des bactéries.



**Figure 10 :** Proportion de SCN (Les staphylocoques à coagulase négative) isolés à chaque stade de lactation (**Bouilot, 2006**).

La fréquence d'isolement des SCN est plus élevée pendant la période allant de la 5ème à la 10ème semaine de lactation. De plus, un important pic de fréquence se produit à la 17ème semaine (Bouilot, 2006).

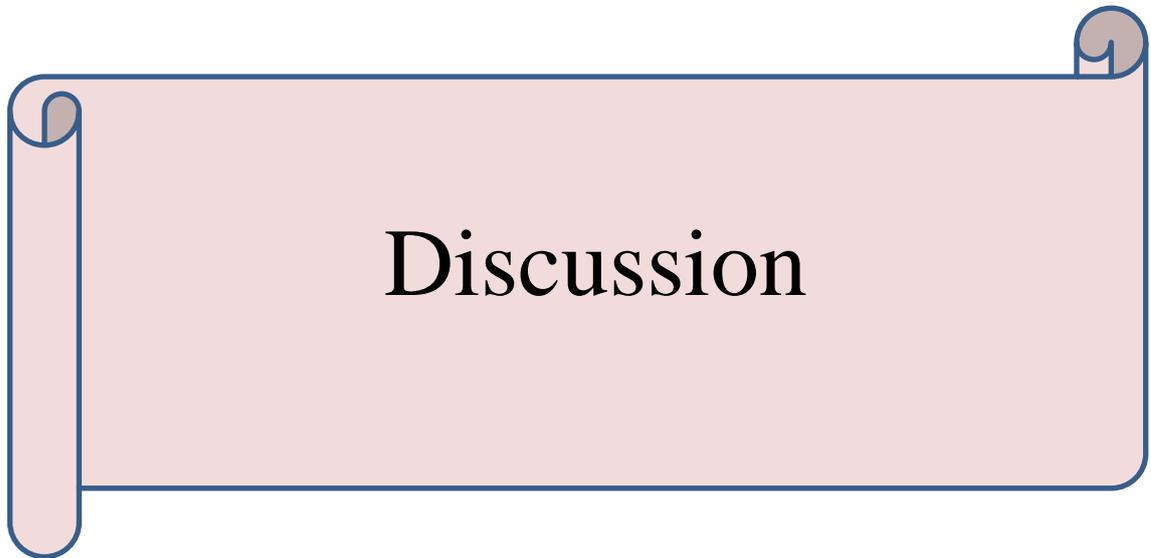
## 9. Effet de différents groupements bactériologiques sur le CMT :

Tableau 18 : Effet de différents groupements bactériologiques sur le CMT

Organisme	N	CMT, moyenne + écart-type
Staphylocoques à coagulase positive	18	*** 4.0 ± 1.1
Autres staphylocoques et microcoques	71	*** 3.7 ± 1.2
Streptocoques	5	*** 4.8 ± 0.5

N : nombre d'isolats ; les valeurs du paramètre CMT de chaque groupement bactériologique sont comparées aux valeurs des mamelles saines (test de Student). **Signification** : \*\*\*P < 0-001 (Maisi et Riipinbn, 1988).

# Chapitre III



Discussion

## 1. Discussion des résultats des analyses physico-chimiques :

### 1. 1. Point de congélation :

Les résultats de la détermination de point de congélation indiqués dans le **Tableau 06** révèlent un intervalle s'étalant de 541 à 560 m°C ; les valeurs sont toutes conformes aux valeurs données par la **FAO (1995)** qui sont de 550 à 583 m°C pour le lait de chèvre et les valeurs trouvées par **Mayer et Feichter (2012)** qui varient de 534 à 559 m°C.

### 1. 2. Le pH du lait :

les résultats obtenus (**Tableau 07**) indiquent que les laits des trois groupes de chèvres ne présentent pas de différence significative entre les moyennes de pH, en effet les moyennes des pH des chèvres blanches, noires et marron sont respectivement (6,78, 6,71 et 6,76), ce qui rejoint par les valeurs rapportées par **Remeuf et al (1989)** qui varient de 6,45 à 6,90, comparable à celle du mélange 6,12 qui est diminuée.

La valeur maximale 7,15 chez le groupe des chèvres marron peut être due à la conformation de la mamelle de l'animal ainsi à une infection mammaire. **Singh et al (1997)** affirment que le pH de lait de mammite est élevé jusqu'à 7,5.

La valeur minimale 6,12 peut être due à cause de variabilités liées au stade de lactation, d'après **SINGH (1972)**, le pH diminue vers la fin du cycle de lactation (**Ait Amer Meziane, 2008**).

### 1. 3. L'acidité Dornic :

D'après le **Tableau 08**, nous pouvons constater que les moyennes de l'acidité des trois groupes chèvres sont presque les mêmes (16, 17, 17 °D), même pour le lait du mélange (16°D).

Ces moyennes sont dans la norme qui enregistre une moyenne d'acidité variant entre 0,16% et 0,17% d'acide lactique (**Veinoglou et al, 1982**). Les valeurs de l'acidité de notre étude sont de 13-19 °D, elles se rapprochent de l'intervalle donné par la **FAO (1995)** qui est de 14-18°D.

### 1. 4. La conductivité du lait :

Les moyennes de conductivité des chèvres blanches, chèvres noires et le lait du mélange se rapprochent entre elles (4,77, 4,89, 4,48 ms/cm respectivement), pour les chèvres marron, nous avons trouvées une moyenne élevée de 5,21 ms/cm. Dans notre étude, les valeurs s'étalent de 4,41 à 8,22 ms/cm. Selon **Norberg et al (2004)**, les valeurs de conductivité d'un lait normal varient de 5,5 à 6,5 ms/cm.

Dans l'étude de **Mansell et al (2003)**, la conductivité du lait provenant des quartiers sains est de 4,2 à 7,2 ms/cm et celle provenant des quartiers infectés est de 4,5 à 8,4 ms/cm. Ce qui s'accorde avec nos résultats qui révèlent une conductivité élevée dans les laits à CMT (++)

### 1. 5. Teneur en MG :

Les résultats obtenus de la matière grasse (**Tableau 10**) pour les échantillons de lait caprin indiquent des moyennes de 39,58 g/l à 52,04 g/l. en effet, nous avons trouvées des valeurs variables qui varient de 23,94 à 79,3 g/l.

En comparant tous les échantillons de notre étude qui sont compris dans un intervalle cohérent, ces valeurs sont en concordance avec celle rapportées par **Benyoub (2016)**, qui signalent des teneurs faibles autour de 39,6 g/l ou plus élevées autours de 54 g/l.

D'autres auteurs tels que **Drackova et al (2008)**, ont mesurés une MG avoisinante à 31,3 g/l pour le lait caprin, **Asif & Sumaira (2008)** à 39,7 g/l.

Le faible taux en MG peut être dû au stade de lactation (**Benyoub, 2016**), selon **Croguennec et al**, le taux butyreux diminue en début de lactation puis remontent progressivement jusqu'en fin de lactation (**Remane et al, 2016**).

### 1. 6. L'extrait sec total :

La mesure des MS (EST) obtenue dans le **Tableau 11** a donnée des moyennes qui varie entre 114,45 g/kg et 187,25 g/kg des trois groupes de chèvres, Nous avons enregistré aussi que le lait issu des chèvres noires possède une teneur plus élevée en matière sèche par rapport aux autres groupes par contre nous avons enregistré une valeur faible pour le groupe des chèvres blanches.

Des valeurs similaires à celle de notre étude en matière sèche sont rapportées par plusieurs auteurs, **Drackova et al (2008)** avec 111,4 g/kg ; **Asif & Sumaira (2008)** avec 128,4 g/kg ;

La matière sèche du lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 157,1 g/kg à 168,7 g/kg (**Benyoub, 2016**). Dans l'ensemble, nos valeurs d'EST du lait se situent dans l'intervalle cité par cet auteur.

Dans l'ensemble des trois groupes de chèvres, les valeurs enregistrées dépassent celles rapportées par **Arroum Et Al (2016)**, qui varient de 130,2 à 144,87 g/kg, aussi la valeur maximale de 156,5 g/kg donnée par **Casinello et Pierrera (2001)**.

### 1. 7. Teneur en protéines (MAT) :

Le taux de la matière azotée totale des échantillons de lait des chèvres sont globalement acceptables avec une moyenne de 39,19 g/kg à 45,64 g/kg (**Tableau 12**) ; la valeur minimale est de 29,09 g/kg au maximale de 68,61 g/kg.

D'après les résultats obtenus dans notre étude, on peut noter que les teneurs en MAT des laits de chèvres de différents groupes sont plus ou moins proches de celle communiqué par **Jeness (1979)**.

La matière azotée des laits analysés se situe dans l'intervalle de 30,7 g/kg à 43,8 g/kg avec une moyenne de 34,1 g/kg et des valeurs s'étalent de 29,1 g/kg à 36,2 g/kg avec une moyenne de 30,85 g/k rapportées par **Sawaya et al (1984)** et **Grappin et al (1981)** respectivement.

Ce qui témoigne d'une grande variabilité au sein du troupeau avec des valeurs minimales acceptables ainsi que des valeurs maximales intéressantes à exploiter pour d'éventuels programmes de sélection.

## **2. La présence des corps cétoniques dans les laits des chèvres étudiées :**

L'analyse de la variance (**Tableau 16**) montre une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les groupes des chèvres pour les variables pH et conductivité par rapport aux corps cétoniques. D'après les résultats, toutes les chèvres sont saines ; nous avons détectées la présence des corps cétoniques (BHB –  $\beta$  –hydroxybutyrate-, avec l'acétone et l'acétoacétate) avec quantité de 100  $\mu\text{mol/ml}$  chez la chèvre marron 2, ça confirme que cette dernière est en cétose. La cétose ou l'acétonémie, qu'elle soit clinique ou subclinique, elle entraîne des pertes économiques liées à une production laitière diminuée ainsi qu'elle est des répercussions importantes sur la reproduction, la fréquence des mammites, le taux de réforme et la composition du lait (**Marie Laur, 2003**).

## **3. Discussion des résultats de CMT :**

La **Figure 07** montre que le cheptel étudié présente 3 chèvres malades (CMT +) et 3 chèvres ayant une Hm-D atteinte dont deux chèvres ayant une Hm-D fortement positive.

### **3. 1. Conséquences des mammites sur la composition physico-chimique du lait :**

Lors des mammites, certains composants de lait subissent des changements quantitatifs. D'après le **Tableau 14**, nous observons que les moyennes des différents paramètres sont presque proche des moyennes normales (lait sain). Les moyennes de point de congélation se concordent à la littérature, donc on peut dire que la présence d'une infection mammaire n'a pas des conséquences marquées sur le point de congélation.

Selon **Ljutovac et al (2007)**, le pH de lait mammitieux augmente et dépasse la valeur moyenne 6,8, nous avons enregistrées des moyennes de pH élevés surtout celle qui provient du Hm-D (++) (6,89) (**Marissal et Marinot, 2016**).

Pour l'acidité, les moyennes sont identiques (17°D), cependant, l'Hm-D (++) a une moyenne de 15°D, mais d'après les valeurs inférieurs rapportées dans la littérature (10-14°D) (**Sawaya et al (1984) ; FAO (1995)**) on peut la considérer dans la norme.

Cependant, d'après l'analyse de la variance (**Tableau 17**), l'effet de CMT est significatif ( $p < 0,05$ ) sur les variables pH et acidité entre les groupes de chèvre. La même observation a été faite par plusieurs auteurs à savoir **Irnatene (2016)**.

Pour la conductivité, la conductivité moyenne du lait de chèvre serait de 4,9 ms/cm. Cette valeur varie en fonction du rang de lactation et de la race (**Diaz et al, 2011**). Dans la présente étude, nous avons enregistré une moyenne de 5,31ms/cm pour l'Hm-D (++). Les autres quartiers ont des moyennes assez élevées (4,78 ; 4,97 pour l'Hm-D (+) et CMT + respectivement). **Tangorra et al (2010)**, ont rapportés une augmentation significative de la conductivité tout au long de la lactation, qu'il s'agisse des mamelles infectées ou saines. (**Marissal et Marinot, 2016**).

Concernant le teneur en MG, MS (EST) et MAT, nous avons enregistré des variations de valeurs avec une tendance à l'augmentation des moyennes élevées de MG pour CMT + (49,05 g/l) et (55,2 g/l) pour l'Hm-D (++).

Pour les MAT, 48,59 g/kg pour l'Hm-D (++) et 38,92 g/kg pour l'Hm-D (+) ce qui se rapporte aux résultats de **Ramond et al (2015)** ; **Park et Humphrey (1986)** qui ont observés une augmentation des protéines et de la MG dans des laits mammites.

Une quantité de Matière protéique totale est supérieure dans les laits issus de chèvres présentant une mammites subclinique (**Leitner et al, 2004**). Les moyennes de MS sont aussi élevées (144,25, 132,57 et 155,62 g/kg pour CMT (+), Hm-D (+) et Hm-D (++) respectivement).

Selon l'étude de **Park et Humphrey (1986)**, lors des mammites, il y aura une diminution de la production lactée et concentration des composants du lait. Ainsi, les conséquences d'une mammites subclinique sur le taux de MG et MS ne sont pas encore claires chez la chèvre.

#### **4. Discussion des résultats par rapport à la forme de mamelle :**

La **Figure 08** montre que le cheptel étudié présente trois types de forme de mamelle. Nous avons quatre chèvres pour chaque forme de mamelle longue, ramassée et ronde.

##### **4. 1. L'influence de la conformation de mamelle sur la qualité du lait :**

D'après les résultats obtenus lors de notre étude (**Tableau 15**), Les chèvres ayant des mamelles longues apparaissent comme les plus sensibles aux infections mammaires que ceux ayant des mamelles rondes et ramassées et sont relativement proches de sol, vont être plus sujettes aux blessures et salissures (**Marinot et Marissal, 2016**).

Les moyennes de pH et d'acidité sont presque identiques pour les trois types de mamelles (longue, ramassée, ronde). En ce qui concerne le pH, nous avons enregistrées des valeurs allant de 6,72 à 6,78, ce qui rejoint par les valeurs rapportées par (**Laba, 2004**) qui varient de 6,5 à 6,7 (lait frais). Pour les valeurs de l'acidité moyenne du lait analysés sont 16 °D à 17 °D, ces valeurs sont proches de celles rapportées par (**Hamer & Zoubiri, 2018**) avec 17 °D et correspond aux normes définies par la **FAO (1995)**.

Ces résultats ont montrés qu'il n'existait pas de différence notable entre ces trois critères morphologiques de mamelle, confirmé plus tard par l'analyse de la variance qui ne révèle aucune différence significative.

Les valeurs de la conductivité sont très variables, allant d'un minimum noté chez la chèvre ayant une mamelle ramassée 4,49 ms/cm à un maximum noté chez la chèvre à une mamelle longue 5,43 ms/cm. Selon **Tangorra et al (2010)** et **Diaz et al (2012)**, le seuil de conductivité du lait le plus fiable pour considérer une chèvre comme infectée est de 5,20 ms/cm (**Liard, 2017**).

**Kastli** a relevé une faible augmentation de la conductivité électrique de lait provenant d'un animal souffrant de la mammite subclinique. Alors que **Waes et Van Belleghem (1969)**, ont remarqué que la différence des valeurs de la conductivité est significative entre les laits des trois formes de mamelle.

Les moyennes de point de congélation varient entre 547 m°C à 552 m°C .ces résultats sont en concordance avec celles rapportées par **Drackova et al (2008)**. Aucune différence significative n'est notée dans notre étude sur le point de congélation.

Concernant la teneur en MG, nous avons enregistrées des valeurs de la matière grasse allant de 41,85 g/l pour la mamelle ronde à 45,43 g/l pour la mamelle ramassée, ces résultats obtenus sont en accord avec ce qui est décrit dans la littérature. Selon **Seelemann**, de même que **Rowland** et ses collaborateurs font état d'une diminution de la teneur en matières grasses dans les cas de mammite (**Waes et Van Belleghem 1969**).

Néanmoins nous retrouvons des valeurs éloignées de matière sèche et de la matière azotée totale avec 138,21 g/kg à 147,72 g/kg et 38,60 g/kg à 44,52 g/kg, enregistrés respectivement. **Kastli** a relevé une augmentation faible et diminution faible de la teneur en matière sèche du lait en cas de maladies de la mamelle (**Waes et Van Belleghem, 1969**), Ainsi les conséquences d'une infection mammaire sur le taux de matière grasse ne sont pas encore claires chez la chèvre (**Liard, 2017**).

**Waes et Van Belleghem (1969)** concluent sur le non concordance de l'influence de l'inflammation de la mamelle sur la composition du lait.

## 5. La corrélation entre les variables physico-chimiques du lait des chèvres étudiées :

L'analyse des données de la présente étude (**Voir Annexe 04**) montre qu'il existe une forte corrélation hautement significative entre : MG et MS ( $r = 0,966$ ), MG et MAT ( $r = 0,811$ ), MS et MAT ( $r = 0,867$ ), la relation entre les trois variables est proportionnelle, quand la valeur d'un paramètre augmente ou diminue, les valeurs des autres évoluent dans le même sens, une telle corrélation a été trouvée par **Ricordeau et al (1967)**.

Nous avons noté une forte corrélation négative entre le pH et l'acidité du lait ( $r = - 0,935$ ) ce qui est correcte et logique puisque le pH d'un milieu augmente avec son taux d'acidité.

Les MAT sont positivement corrélées au pH ( $r = 0,428$ ), et négativement corrélée à l'acidité ( $r = -0,510$ ). En effet, les caséines sont des protéines qui constituent la majeure partie des composants azotés du lait (80%). Ainsi, d'après les études de **Pien (1943) et Lindet (1923)**, plus le lait est acide (pH diminué, acidité élevée), plus la caséine est déminéralisée par les bactéries lactiques du lait et perd son insolubilité.

Cependant, l'alcalinité du lait (pH élevé, acidité diminuée), assure la minéralisation et l'insolubilité des caséines dans le lait. Nous constatons aussi qu'il existe une corrélation significative entre le CMT et le pH ( $r = 0,424$ ), le pH et la conductivité ( $r = 0,504$ ) ; **Waes et Van Belleghem (1969)**, ont montrés que le lait provenant de mamelles à réaction CMT positive(+), ont un pH alcalin (pH élevé) ; ainsi une teneur abondante en substances minérales (conductivité élevée), ce qui concorde avec nos résultats.

La production des corps cétoniques et le pH sont corrélés positivement ( $r = 0,504$ ), selon **Michaux (2008)**, l'augmentation du pH ruminal est due à une augmentation des AGV (acétate et surtout butyrate et propionate) qui ont une concentration intra-ruminal plus élevée, ils sont ensuite absorbés par la muqueuse ruminal sous forme de BHB ce qui pourraient causer une cétose.

En outre, une corrélation positive hautement significative a été enregistrée entre la formation des corps cétoniques et la conductivité pour un coefficient de corrélation égale à 0,523 ; il est reconnu que la lactation étant prioritaire sur le plan physiologique, l'animal mobilise donc ses réserves corporelles (graisse + minéraux et oligo-éléments) pour combler le déficit énergétique, cette mobilisation entraîne au fur et à mesure la formation des corps cétoniques.

Le point de congélation et la conformation mammaire sont corrélés négativement ( $r = -0,437$ ), la littérature n'a pas apportée des recherches spécifiques ou générales sur cette relation. Nous tentons de l'expliquer par l'absence d'hydrolyse des protéines par acheminement rapide au laboratoire d'analyse.

Concernant la conductivité et la conformation mammaire, elles sont corrélées positivement ( $r = 0,479$ ), la conformation externe de la mamelle a une importance particulière car celle-ci peut prédisposer au développement de mammites, le même cas pour la conformation interne de la mamelle, les mammites entraînent des dommages cellulaires, augmentation de la perméabilité des vaisseaux sanguins et une altération du système de pompage ionique, c'est pour cela les concentration en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans le lait augmentent alors que celles en ions de  $\text{K}^+$  et en lactose diminuent, la conductivité électrique du lait est donc élevée (**Jacquinet, 2009**).

## **6. Impact des mammites sur les performances de reproduction des chèvres :**

L'étude de **David et al (1995)** concernant des registres mensuels de la production laitière et du nombre de cellules somatiques (SCN) sur 380 chèvres Alpine, a confirmé que la diminution de la production laitière et l'augmentation de stade de lactation et la parité sont les plus importants facteurs associés à une augmentation du SCN.

Chez les chevreaux, la croissance est influencée par la quantité de lait produite par la chèvre. Donc, dans un cas de mammite chez une chèvre, avec baisse de sa production laitière, le chevreau pourrait être pénalisé par une perte de poids (**Ramond, 2015**).

Les mammites de la chèvre sont principalement d'origine bactérienne. D'après **Bergonier et al (2003)**, les SCN sont considérés comme des pathogènes majeurs pouvant provoquer des mammites subclinique (71%) chez la chèvre ; selon les résultats de l'étude de **Maisi et Riipinbn (1988)**, les héli-mamelles infectées de façon subclinique ont donnés des valeurs de CMT plus élevées que les non infectées des mêmes chèvres.

D'après le **Tableau 18**, les infections streptococciques sont associées à la plus forte augmentation de CMT, suivi d'un staphylocoque à coagulase positive, la présence des autres staphylocoques et microcoques dans le lait était également associée à une augmentation très significative de CMT par rapport aux mamelles saines. Selon **Bouilot (2006)**, la traite (manuelle ou mécanique) surtout au début et en fin de lactation diminue les défenses physiques de la mamelle. Une accumulation des bactéries au niveau des canaux des trayons déclenchent des réactions inflammatoires locales et donc une augmentation des SCN.

Il a été suggéré que la grande sensibilité des chèvres au début de lactation est due aux modifications physiologiques importantes, en particulier hormonales, qui prennent place « post-partum », celles-ci peuvent réduire la résistance au niveau de la mamelle **Poutrel (1983)**.

Concernant la relation entre les mammites et la parité ; **Rota et al (1993)** ont enregistré des moyennes élevées de SCN dans le lait de 100 chèvres espagnoles, indemnes de mammite clinique de première (1, 270,000) à quatrième lactation (2, 020,000).

**Contreras et al (1999)** ont enregistré des moyennes de 942 000 en premier à 1 552 000 en deuxième et 2247000 en troisième lactation ou plus chez 138 chèvres laitières américaines (**Haenlein, 2002**), ces résultats montrent que le nombre de mammites augmente avec le rang de lactation, selon Sanchez et al (1999), **Moroni et al (2005)**, les lactations sont considérées à risque au-delà de la troisième (**Bouilot, 2006**).

Des études expérimentales chez les chèvres ont montrés que l'œstrus peut également augmenter le SCN. **Aleandri et al (1994)** ont rapportés une augmentation du SCN de 300,000 dans un troupeau de chèvres Saanen et Alpine, et par 233,000 dans un autre troupeau de chèvres Saanen sans mammite, lorsque les mâles ont été introduits dans les troupeaux et les œstrus ont commencés. L'œstrus peut en partie expliquer les augmentations de SCN sans rapport avec une infection mammaire pendant la saison de reproduction (**Haenlein, 2002**).

Evidemment, il est nécessaire d'étudier les relations réelles du vrai SCN dans le lait de chèvre avec la production et la reproduction à divers stades de mammite subclinique et clinique de manière beaucoup plus approfondie.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de ce travail est de déterminer la variation de la composition physico-chimique du lait cru de chèvre en fonction de la forme de la mamelle et au résultat du CMT (Californian Mastitis Test). De plus ; suivre la cyclicité post-partum chez les chèvres étudiées.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que le lait des 12 chèvres (24 mamelles) , présentent globalement une composition relativement satisfaisante en ce qui concerne les teneurs en (Matière grasse, Matière sèche et Matière azotée totale). Les valeurs de pH concordent avec celles de la littérature. L'acidité moyenne est comprise entre 16 et 17° D. Les valeurs de point de congélation varient de 541 à 560 m°C. Concernant la conductivité électrique, on remarque une différence significative entre les laits des chèvres, dont les moyennes varient entre 4,48 ms/cm et 5,21 ms/cm.

Au terme de cette étude, nous a permis aussi de mettre en évidence l'influence de l'inflammation et la conformation de la mamelle sur la composition du lait. Pour le dépistage des mammites on a utilisé le CMT (Californian Mastitis Test), a donné un résultat de 25% de chèvres malades (CMT+). A travers les résultats obtenus des caractéristiques physico-chimiques de lait analysé par rapport au dépistage des mammites par le CMT, on constate que certains composants du lait mammitieux subissent des changements quantitatifs à la hausse.

D'après les résultats obtenus des différents paramètres de lait de chèvre par rapport à la conformation de la mamelle. Nous avons également pu noter que les chèvres ayant des mamelles longues apparaissent comme les plus sensibles aux infections mammaires, mais il n'existait pas de différence significative dans la composition du lait entre les trois critères morphologiques de mamelle probablement lié à un biais d'échantillonnage.

D'autres études sur des échantillons plus élevés pourraient confirmer ou infirmer les résultats de la présente étude.

## PERSPECTIVE D'AVENIR

Ce travail a permis de mettre en évidence l'influence de l'inflammation et la conformation de la mamelle sur la composition du lait de la chèvre.

Les conclusions qui se dégagent de ce travail ne peuvent être que provisoire en raison du faible effectif d'animaux observés et méritent d'être approfondis sur un plus grand effectif de chèvres de races locales.

## Références bibliographiques

### A

- **ABDELFETTAH (N) & SAIDENE (A). (2013).** Impact de trois types de lait (vache, chèvre et écrémé) sur le pouvoir acidifiant et anti-Staphylococcus aureus de *Leuconostoc mesenteroides* ssp *mesenteroides*. Master en Microbiologie Appliquée Option : Microbiologie Alimentaire et Santé. Université Abderrahmane Mira de Bejaïa.
- **AIT AMER MEZIANE LEILA. (2008).** Aptitude des laits des chèvres et de brebis à la coagulation par des protéases d'origine avicole : poulet (*Gallus gallus*) et aquatique : Limon (*Seriola* sp). Thèse de magister. Institut national agronomique El-Harrach Alger, p.115.
- **AKUSU (M. O), OSUAGWUH (A. I. A), AKPOKODJE (J. U) AND EGBUNIKE (G. N). (1986).** Ovarian activities of the West African dwarf goat (*Capra hircus*) during oestrus. *Journals of Reproduction & Fertility*, 78, p. 459-462.
- **ALEXANDRA BAUDET. (2017).** diagnostic de gestation chez la brebis : dosage des protéines associées a la gestation dans le lait par méthode Elisa idexx .Doctorat en médecine vétérinaire. Université CLAUDE-BERNARD - LYON I (Médecine - Pharmacie).
- **AMILLS.M PAPOTE ET TOSSER-KLOPP. G. (2017).** Stichting International Foundation for Animals Genetics, 48,631-644.
- **AMROUN-LAGA (T). (2010).** Influence des saisons et de l'alimentation sur la composition du lait de chèvres Bédouines (*Capra hircus*).Magister en sciences de la nature, Université des sciences de la technologie (Houari Boumediene) USTHB.
- **ARROUM (S), ZMOULI (K), GADDOUR (A), FGUIRI (I), NAZIHA (A), KHORCHANI (T). (2016).** Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait caprin en fonction du mode d'élevage. CIHEAM. p. 429 -433.
- **ASIF MAHMOOD AND SUMAIRA USMAN. (2010).** A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from Buffalo, cow, Goat and sheep of Gujarat, Pakistan. *Pakistan journal of Nutrition* 9 (12):1192-1197.

### B

- **BADIS (A), LAOUABDIA-SELLAMI (N), GUETARNI (D), KIHAL (M), OUZRAOUI (R). (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolée à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprins locales « ARABIA et KABYLE ». *Science & Technologies C-N° 23*.pp.30-37
- **BARBARI LAZHAR. (2019).** Evaluation de la productivité des races caprines importées dans la région de Djemorah (Biskra). Université MOHAMED KHIDER de BISKRA.p.44

- **BARIL (G), CHEMINEAU (P), COGNIE (Y), GUERIN (Y), LEBŒUF (B), ORGEUR (P), ET VALLET (J.C). (1993).** Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. FAO. p.111.
- **BELABEDDOU (A) & LATROCH (M). (2017).** Caractéristique Microbiologique et Physico-chimique de Lait de Chèvre colleté de Trois Région d'Ouest Algérien. Master en agronomie spécialité biotechnologie alimentaire. Université Abdelhamid ibn Badis de Mostaganem.
- **BELKHADEM SARRA. (2017).** Caractérisation morpho-métrique et zoo technique des caprines locales dans l'ouest algérien. Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master. Université ABOU BAKR Tlemcen .p.72.
- **BENYOUB KHOULOU D QAMAR. (2016).** Caractérisation Morpho-métrique, Typologie De L'élevage Caprin Et Etude Physicochimique De Son Lait Au Niveau De La Wilaya De Tlemcen. Master en génétique. Université de Tlemcen.p.80.
- **BOUAMRA (M), GHOZLANE (F), ZIANE (M). (2018).** Impact des mammites cliniques sur les performances de reproduction des vaches Montbéliarde en Algérie. Renc. Rech. Ruminants, 24, p. 1.
- **BOUARICHE (A) & HAMMICHE (Y). (2012).** Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de chèvre provenant de différentes zones de la région de Bejaïa. Master en Microbiologie Appliquée à l'Agro-Alimentaire, au Biomédical et à l'Environnement. Université A/Mira – Bejaia.
- **BOUBEZARI (M). (2010).** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Magister en médecine vétérinaire Option : hygiène alimentaire Spécialité : surveillance de la chaîne alimentaire de la filière viande. Université Mentouri de Constantine.
- **BOUILOT AMANDINE. (2006).** Contribution à l'étude des mammites de la chèvre dans la région de Chefchaouen, Maroc. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires. Université CLAUDE-BERNARD - LYON I, p.95.
- **BOUMEDIENE (F). (2013).** Influence de quelques paramètres de production sur la qualité du lait de chèvre. Aptitude à la coagulation. Magister en sciences agronomiques, Ecole Nationale supérieure Agronomique-El Harrach –Alger.

## C

- **CAMPS GABRIEL. (1978).** Origines de la domestication en Afrique du nord et au Sahara. In : Revue française d'histoire d'outre-mer, tome 65 ; N°240, 3e trimestre 1978.pp.363-376.
- **CHANVALLON AUDREY. (2012).** La physiologie de la reproduction caprine. Collection : l'essentiel, Institut de l'élevage.
- **CHARIF (R). (2018).** Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude à la transformation du lait de chèvre. Master académique en PNA. Université Mohamed Boudiaf-M'sila.

- **CHEMINEAU (P). (1983).** Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *Journals of Reproduction & Fertility Ltd*, 67, p. 65-72.
- **CHEMINEAU (P) ET DELGADILLO (J.A). (1994).** Neuroendocrinologie de la reproduction chez les caprins. *INRA Productions Animales*, Paris : INRA, 7(5), pp.315-326.
- **CHEMINEAU (P), MARTIN (G.B), SAUMANDE (J) ET NORMANT ELISABETH. (1988).** Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*Capra hircus*). *J.Reprod.Fert.*83, pp. 91-98.
- **CHEMINEAU (P), MAHIEU (M), VARO (H), SHITALOU (E), JEGO (Y), GRUDE (A), THIMONIER (J). (1991).** Reproduction des caprins et des ovins Créole de Guadeloupe et de Martinique. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* p 45-50.
- **CHRISTINE MARIE LAUR. (2003).** Cétose et toxémie de gestation : étude comparée. Thèse de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, p. 110.
- **COBO EMILIE. (2007).** Alimentation des petits ruminants: comparaison ovine-caprine. 34 095 Montpellier cedex 5, université Montpellier ii, p. 29.

## D

- **DAVID J. WILSON, KEITH N. STEWART, PHILIP M. SEARS. (1995).** Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. *Small Ruminant Research* 16, p. 165-169.
- **DELGADILLO (J.A) ET CHEMINEAU (P). (1992).** Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J. Reprod.Fert.*94, p.45-55.
- **DELGADILLO (J.A), BENOIT MALPAUX, PHILIPPE CHEMINEAU. (1997).** La reproduction des caprins dans les zones tropicales et subtropicales. *Productions animales*, Institut National de la Recherche Agronomique.
- **DELTA INSTRUMENTS.** An advanced instruments company. De nouveaux horizons dans l'analyse des produits laitiers, distribué par : Laboratoires HUMEAU, p.5.
- **DESJEUX (JF). (1993).** Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. *Lait*, 73, 573-580.
- **DESMASURES NATHALIE ET BEUVIER ERIC. (2011).** Microflore du lait. RMT filières fromagères valorisant leur terroir. Ouvrage collectif coordonné par Cécile Laither (Institut de L'Elevage).p 129.
- **DIAZ (J.R), ROMERO (G), MUELAS (R), SENDRA (E), PANTOJA (J.C.F), ET PAREDES (C). (2011).** Analysis of the influence of variation factors on electrical conductivity of milk in Murciano-Granadina goats. *J. Dairy Sci.* 94, p. 3885-3894.
- **DRACKOVA (M), HADRA (L), JANSTOVA (B), NAVRATILOVA (P), PRIDALOVA (H), VORLOVA (L). (2008).** Analysis of Goat Milk by Near-Infrared Spectroscopy. *Acta Vet. Brno*, 77: 415-422.

## F

- **FAO.** Le lait et les produits dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition n°28 ISBN 92-5-20534-6. Disponible sur : [www.fao.org](http://www.fao.org)
- **FOLIA VETERINARIA.** Utilisation raisonnable des gonadotrophines exogènes dans le contrôle de la reproduction.p.6.
- **FOUQUET ANNE. (2017).** La synchronisation des chaleurs et l'importance de l'alimentation des chèvres alpine et Saanen pour la production de fromage selles-surcher. Doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard-Lyon (médecine - pharmacie).
- **FRANCISCO D'ASIS RUIZ MORALES. (2014).** Les races de chèvres et les fromages en Andalousie et en Espagne, p.52.

## G

- **GEORGE F.W. HAENLEIN. (2002).** Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. Small Ruminant Research 45, p: 163–178
- **GRAPPIN (R), JEUNET (R), PILLET (R) et LE TOQUIN (A). (1981).** Etude des laits de chèvre Le Lait ; Teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées. Le Lait, 61, 117-133.

## H

- **HAMER (L) & ZOUBIRI (A). (2018).** Caractérisation d'un fromage frais "Agougli" fabriqué à partir du lait de chèvre coagulé avec l'enzyme du Ficus carica. Master en Agro-alimentaire et contrôle de qualité. Université AKLI Mohamed Oulhadj-Bouira.p.31.
- **HAROUNA ABDOU. (2014).** Complémentation précoce en colostrum de vache Azawak chez la chèvre rousse de Maradi au Niger : effets sur les performances de croissance et de reproduction, et sur la survie au cours de la première année de vie. Doctorat en science vétérinaire. Université de Liege.
- **HELMUT. K. MAYER, GREGOR FIECHTER. (2012).** Physico-chemical characteristics of goat's milk in Austria- seasonal variations and differences between six breeds. Dairy science & technology, 92, pp.: 167-177.

## I

- **IRTANENE (D), (2016).** Étude des caractéristiques physico-chimique de lait cru et dépistage des mammites subclinique chez la chèvre. Diplôme de docteur vétérinaire. Institut des sciences vétérinaires. Université Saad Dahlab Blida 1.

## J

- **JACQUINET SEBASTIEN ANDRE. (2009).** Evaluation du dépistage des mammites par la conductivité électrique du lait. Thèse de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, p. 105.

- **JEAN PIEN. (1943).** Utilisation des sérums de fromagerie et des lacto-protéines dans l'alimentation. Le Lait, INRA Editions, 23 (227\_228), pp.193-222.
- **JENNESS (R). (1979).** Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. Department of Biochemistry. University of Minnesota, St. Paul 551 08.

## K

- **KHELIFI (Y). (1999).** Les production ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. ZARAGOZA : (IHEAM, options méditerranéennes série A).p.245-247.

## L

- **LABA DIOLTF. (2004).** Etude de la production et de la transformation du lait de chèvre dans les NIAYES (SENEGAL). Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Université Cheikh Anta Diop de DAKAR.
- **LAHRECH ATIKA. (2008).** Contribution à l'étude des paramètres biométriques, phénotypiques et de reproduction des chèvres « Makatia et Arbia » élevées en milieu steppique. Cas des localités : Zaafrane et Taâdmit (wilaya de Djelfa).Magister en agronomie pastorale. Centre universitaire Ziane Achour de Djelfa. Institut des sciences de la nature et de la vie.
- **LANUTRITION. (2017).** Le lait de chèvre est-il meilleur que le lait de vache ? Disponible sur : [www.lanutrition.fr](http://www.lanutrition.fr).
- **LASSOUED (N), ET REKIK (M). (2005).** Variations saisonnières de l'œstrus et l'ovulation chez la chèvre locale Maure en Tunisie. Revue Elev. Vét. Pays trop, 58(1-2) :69-73.
- **LEITNER (G), MERIN (U), AND SILANIKOVE (N). (2004).** Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. J. Dairy Sci, 87, p. 1719-1726.
- **LELEUX PATRICIA. (2019).** Etude de l'impact d'une modification de l'alimentation des chèvres laitières de la ferme de la Baillerie (Belgique) dans une optique d'autonomie alimentaire. Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain, p.90.
- **LIARD (M). (2017).** Analyses bactériologiques et cellulaires des échantillons de lait chez des chèvres après sélection divergente sur la résistance aux mammites. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, p. 126.
- **LINDET (M). (1923).** La minéralisation des caséines. Le Lait, INRA Editions, 3 (5), pp.349-351.

## M

- **MAESTRINI (O), GAMBOTTI (J.Y), BOUCHE (R), FANTINI (J), DON CARLI (J.D). (2004).** Sélection de la chèvre Corse : Elaboration d'un standard et construction

des critères ; grilles de pointage. In : Dubeuf J.P. (ed). Zaragoza : CIHEAM. Options méditerranéennes : série A. p.243-247.

- **MALPAUX (B), MAURICE-MANDON (F), DAVEAU (A), CHEMINEAU (P). (1995).** Utilisation de la lumière et de la mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. INRA, Unité de Neuroendocrinologie Sexuelle, Station de Physiologie de la Reproduction des Mammifères Domestiques, 37380 Nouzilly.
- **MANA (H) & DRIF (F). (2018).** Caractérisation physico-chimique et organoleptique de trois laits (Vache, chèvre, brebis) et fabrication du fromage frais. Mémoire de fin d'étude en Science et biotransformation du lait. Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- **MANALLAH IMENE. (2012).** Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Magister. Université Ferhat Abbas–SETIF, p.62.
- **MANSELL (P.D) ET SEGUYA (A). (2003).** The use of hand-held conductivity meter for the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows during late lactation. Newzeland Veterinary Journal, 51 (1). Pp. 21-25.
- **MANSOUR (L). (2015).** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Doctorat en Sciences AGRONOMIE, Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- **MARIE BALASSE, MATTHIEU KELLER, ADRIAN BALASESCU, ANNE TRESSET1, PHILIPPE CHEMINEAU. (2017).** Cycle de reproduction des ovins et rythme saisonnier de l'élevage : un schéma plurimillénaire bouleversé par la recherche agronomique.
- **MARISSAL HÉLOÏSE & MARINOT CAROLE. (2016).** Intérêt de l'examen clinique mammaire et de la spectrométrie en moyen infrarouge pour le dépistage des mammites chroniques de la chèvre. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, p. 220.
- **MEASURE CURRENT.** An Electricals Electronics Entreprises Initiative. Chennai, India. Page consultée le : 05-07-2020. Disponible sur : [www.measurecurrent.in](http://www.measurecurrent.in).
- **MBAÏNDINGATOLOUM FIDELE MOLELE. (2011).** Paramètres de reproduction et application de l'insémination artificielle pour l'amélioration de la productivité chez la chèvre sahélienne au Tchad. Thèse de doctorat en développement rural. Université polytechnique de BOBO-DIOULASSO, p.146.
- **MBAYAHAGA (J), MANDIKI (S.N.M), BISTER (J.L), PAQUAY (R). (1988).** Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. Animal Reproduction Science, 51, p. 289–300.
- **MEYER CHRISTIAN. (2009).** La photopériode et la mélatonine chez les herbivores domestiques. Cirad, 34398 Montpellier cedex 5, France.p22.
- **MICHAUX ALINE. (2008).** Cétose de la vache laitière : dosage du bêta-hydroxybutyrate dans le lait avec le lecteur optium xceed®. Thèse de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, p.135.
- **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL. (2019).** Rencontre nationale dédiée au développement des élevages Camelin et Caprin.
- **MOULA NASSIM, PHILIPPE FRANCOIS-XAVIER, AIT KAKI ASMA, LEROY PASCAL & ANTOINE-MOUSSIAUX NICOLAS. (2003).** Les ressources génétique caprines en Algérie .Commission nationale AnGR. Algérie.

## N

- **NORBERG (E), HOGVEENH (H), KORSGAARD (L.R), FRIGGENS (N.C), SLOTH K.H (M.N), ET LOVENDAHL (P). (2004).** Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. *J. Dairy Sci*, 87: 1099-1107.

## O

- **ONTARIO. Consulté le : 14-07-2020.** Impact du stade de production, de la nutrition et des températures froides sur l'état corporel. Disponible sur: [www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca)

## P

- **PAIVI MAISI AND INNA RIIPINEN. (1988).** Use of California Mastitis Test, *N-acetyl-β-glucosaminidase*, and antitrypsin to diagnose caprine subclinical mastitis. *Journal of Dairy Research*, 55, p: 309-314.
- **PARK (Y.W) AND HUMPHREY (R.D). (1986).** Bacterial cell counts in goat milk and their correlations with somatic cell counts, percent fat and protein. *J. Dairy Sci*, 69, p. 32-37.
- **PELLICER-RUBIO (M.T), BOISSARD (K), GRIZEL (J), VINCE (S), FRÉRET (S), FATET (A) LOPEZ-SEBASTIAN (A). (2018).** Vers une maîtrise de la reproduction sans hormones chez les petits ruminants. UMR85 PRC, CNRS, IFCE, INRA, Université de Tours, 37380, Nouzilly, France.

## R

- **RAMOND DAVID. (2015).** les mammites chez les petits ruminants : étude bibliographique. Thèse d'exercice, Doctorat vétérinaire, Université CLAUDE-BERNARD - LYON I (Médecine-Pharmacie), p. 103.
- **REMANE BENMALEM (Y), BELLAL (M.M), NOUANI (A). (2016).** Influence de quelques paramètres de production sur la qualité physicochimique et technologique du lait de vache dans les zones de plaines du haut Cheliff en Algérie. *Revue « Nature & Technologie »*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 15, p. 9-13.
- **REMEUF (F), LENOIR (J) ET DUBY (C). (1989).** Etude des relations entre les caractéristiques physicochimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la pression. *Lait*, 69, 499-518.
- **RENOU CAMILLE. (2012).** Les particularités de l'élevage caprin: guide à l'usage du vétérinaire rural non spécialisé. Doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard - Lyon I (médecine - pharmacie).
- **RICORDEAU (G), MOCQUOT (G), BOUILLON (J), BLANC-PATIN (E), JEUNET (A) ET PORTMANN (A). (1967).** Influence des variations saisonnières de la composition du lait de chèvre sur le rendement en fromage. Conséquences pratiques pour la sélection. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 16 (2), pp.165-181.

## S

- **SAWAYA (W. N), SAFI (W. J), AL-SHALHAT (A. F), & AL-MOHAMMAD (M. M). (1984).** Chemical Composition and Nutritive Value of Goat Milk..Regional Agriculture and Water Research Center. Ministry of Agriculture and Water. PO Box 17285, Riyadh, Saudi Arabia.
- **SINGH (H), MCCARTHY (O.J), LUCEY (J.A). (1997).** Physico-chemical properties of milk..In: FOX P.F (eds) Advanced, Dairy Chemistry Volume 3. Springer, Boston, MA.pp. 469-470.

## T

- **THOMPSON (F.N), ABRAMS (E) AND DORIS M. MILLER. (1983).** Reproductive traits in nubian dairy goats. Animal Reproduction Science, 6, p. 59-65.
- **TOURETTE ISABELLE. (2002).** Filières laitières en Afrique et points critiques pour la maîtrise des dangers sanitaires des laits et produits laitiers. Université Montpellier II, UFR sciences, Place Eugène Bataillon. 34095 MONTPELLIER Cedex5.p.30.

## V

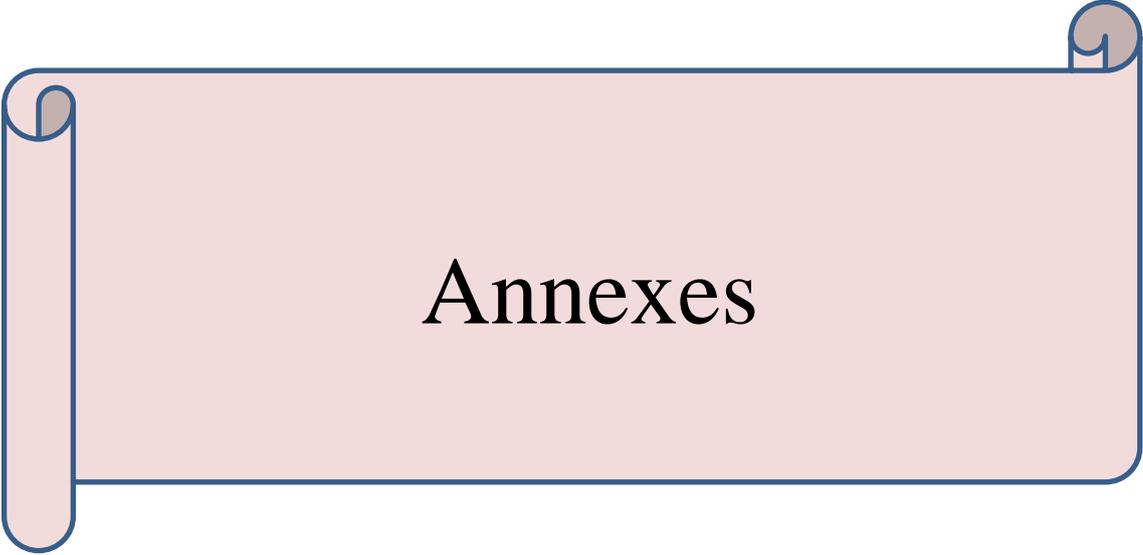
- **VAILLANCOURT (D) ET LEFEBVRE (R). (2003).** La gestion de la reproduction chez les petits ruminants : Le contrôle du cycle œstrale. Le médecin vétérinaire du QUEBEC, Vol 33, N1 et 2, p.43-49.
- **VAN-OUTRIVE CLAIRE. (2004).**Le Rocamadour : un fromage de chèvre, un terroir, une appellation d'origine contrôlée .Thèse d'exercice. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse-ENTV.p.106
- **VEINOGLU (B), BALTADJIEVA (M), KALATZOPOULOS (G), STAMENOVA (V) ET PAPADOPOULOU (E). (1982).** La composition du lait de chèvre de la région de Plovdiv en Bulgarie et de Ioannina en Grèce. Le lait, 62, pp. 155-165.

## W

- **WAES (G), VAN BELLEGHEM (M). (1969).** Influence de la mammite sur les propriétés technologiques du lait et sur la qualité des produits laitiers. Le Lait, INRA Editions, 49 (485\_486), pp.266-290.

## Z

- **ZANTAR (S) ET AL. (2016).** Caractérisation du lait de chèvre du Nord du Maroc, .p.509- 515.

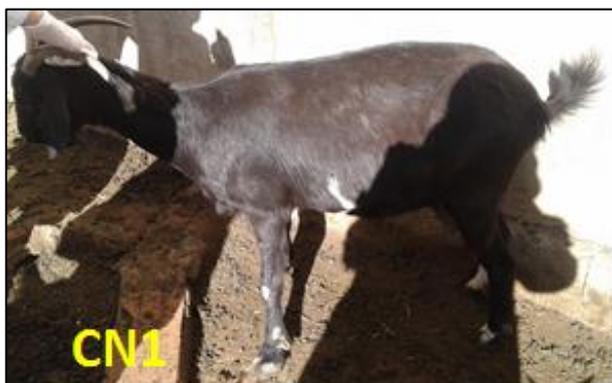


Annexes

**Annexe 01 : Les photos des chèvres étudiées.**



**Groupe des chèvres marron.**



**Groupe des chèvres noires.**



**Groupe des chèvres blanches.**

## Annexe 02 : Les types de mamelles des chèvres étudiées.

Chèvre + Couleur	Forme de la mamelle
CM1	Ramassée
CM2	Longue surnuméraire
CM3	Ronde
CM4	Ronde
CN1	Ronde
CN2	Longue
CN3	Ramassée
CN4	Longue
CB1	Longue
CB2	Ramassée
CB3	Ramassée (D) petite
CB4	Ronde

### Annexe 03 : Les résultats des analyses physico-chimiques

Chèvre + Couleur	Hémi-mamelle	CMT	Corps Cétonique (μmol/ml)	pH	Acidité (°D)	MG (g/l)	MS (EST) (g/kg)	MAT (g/kg)	Point De Cong (m°C)	Conductivité (ms/cm)
CM1	D	(-)	50	6,7	17	38,62	136,65	38,67	549	4,41
	G	(-)	50	6,7	17,5	40,48	136,87	37,98	549	4,62
CM2	D	(++)	100	7,15	13	46,57	136,08	42,6	547	8,22
	G	(-)	50	6,72	17	46,34	145,53	39,55	547	4,47
CM3	D	(+)	50	6,75	16	48,62	146,31	38,05	541	4,76
	G	(+)	50	6,74	17	45,19	143,2	38,06	543	4,68
CM4	D	(-)	50	6,7	17	35,87	130,66	39,33	547	5,35
	G	(-)	50	6,64	18	43,92	138,89	39,3	552	5,14
CN1	D	(+)	50	6,72	17	44,76	144,72	38,39	556	4,8
	G	(-)	50	6,65	18	40,72	141,51	38,44	554	4,72
CN2	D	(+)	50	6,7	17	31,52	125,33	37,11	545	5,1
	G	(-)	50	6,68	17,5	29,71	122,77	36,46	543	5,23
CN3	D	(-)	50	6,69	18	49,58	153,01	42,13	560	4,74
	G	(-)	50	6,72	17	50,89	153,26	42,02	559	4,75
CN4	D	(+)	50	6,78	16	74,72	174,15	48,79	549	5,09
	G	(+)	50	6,72	16	68,79	170,74	48,53	551	4,72
CB1	D	(+)	50	6,65	18	27,7	114,45	29,09	545	5,37
	G	(+)	50	6,59	19	29,3	116,62	29,61	546	5,2
CB2	D	(+)	50	6,89	15	32,01	134,34	42,42	549	4,49
	G	(-)	50	6,86	15	23,94	126,75	40,72	549	4,31
CB3	D	(++)	50	6,86	15	79,3	187,25	68,61	550	5,18
	G	(-)	50	6,82	15	48,62	153,62	43,6	550	3,38
CB4	D	(-)	50	6,8	15	34,68	133,65	38,93	557	5,14
	G	(-)	50	6,78	16	41,07	139,23	38,32	554	5,09
Lait de mélange	//	//	//	6,12	16	52,04	155,29	45,64	552	4,48

**Annexe 04 : Matrice de corrélation entre les différents paramètres physico-chimiques du lait des chèvres étudiées, (N = 24)**

Variable	CMT	Conformat ion	Age	CC	pH	Acidité	MG	MS	MAT	Pt de congé	Conduct
CMT	1										
Conformat ion	,317	1									
Age	-,112	,236	1								
CC	,215	,369	,174	1							
pH	<b>,424*</b>	-,115	-,007	<b>,504*</b>	1						
Acidité	-,387	,152	,089	-,345	<b>-,935**</b>	1					
MG	,107	-,033	-,268	,057	,195	-,266	1				
MS	,017	-,228	-,274	-,019	,211	-,316	<b>,966**</b>	1			
MAT	-,059	-,312	-,302	,016	<b>,428*</b>	<b>-,510*</b>	<b>,811**</b>	<b>,867**</b>	1		
Pt de congé	-,352	<b>-,437*</b>	,294	-,164	-,032	,015	,203	,314	,206	1	
Conduct	,240	<b>,479*</b>	,150	<b>,523**</b>	<b>,504*</b>	-,299	,016	-,159	-,001	-,144	1

\*. Chiffre en bleu : La corrélation est significative au niveau de 0,05 (bilatéral).

\*\*.. Chiffre en jaune : La corrélation est significative au niveau de 0,01 (bilatéral).

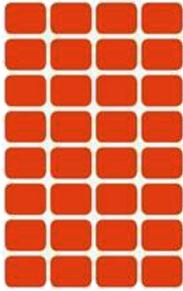
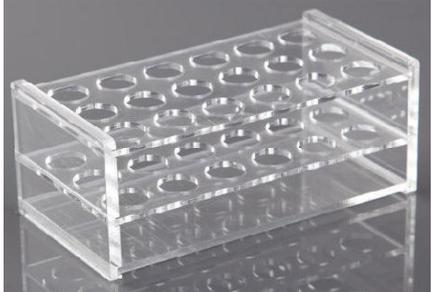
## Annexe 05 : Résultats de l'ANOVA pour les variables physico-chimique par rapport au CMT

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH	Between Groups	,144	2	,072	10,159	,001''
	Within Groups	,149	21	,007		
	Total	,293	23			
Acidity	Between Groups	15,231	2	7,616	5,666	,011'
	Within Groups	28,227	21	1,344		
	Total	43,458	23			
MG	Between Groups	832,910	2	416,455	2,359	,119
	Within Groups	3707,961	21	176,570		
	Total	4540,871	23			
MS	Between Groups	852,846	2	426,423	1,462	,254
	Within Groups	6124,948	21	291,664		
	Total	6977,794	23			
MAT	Between Groups	490,355	2	245,177	6,663	,006'
	Within Groups	772,694	21	36,795		
	Total	1263,049	23			
Freezing Point	Between Groups	27,015	2	13,508	,515	,605
	Within Groups	550,318	21	26,206		
	Total	577,333	23			
Conductiviy	Between Groups	7,132	2	3,566	9,064	,001''
	Within Groups	8,262	21	,393		
	Total	15,394	23			

## Résultats de l'ANOVA pour les variables physico-chimiques par rapport à la conformation de mamelle

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH	Between Groups	,013	2	,007	,498	,615
	Within Groups	,280	21	,013		
	Total	,293	23			
Acidity	Between Groups	1,521	2	,760	,381	,688
	Within Groups	41,938	21	1,997		
	Total	43,458	23			
MG	Between Groups	53,693	2	26,846	,126	,883
	Within Groups	4487,178	21	213,675		
	Total	4540,871	23			
MS	Between Groups	416,118	2	208,059	,666	,524
	Within Groups	6561,676	21	312,461		
	Total	6977,794	23			
MAT	Between Groups	175,871	2	87,935	1,699	,207
	Within Groups	1087,178	21	51,770		
	Total	1263,049	23			
Freezing Point	Between Groups	118,583	2	59,292	2,714	,089
	Within Groups	458,750	21	21,845		
	Total	577,333	23			
Conductivity	Between Groups	3,535	2	1,767	3,129	,065
	Within Groups	11,860	21	,565		
	Total	15,394	23			

## Annexe 06 : Tableau résumant le matériel utilisé durant l'étude

Flacons	Etiquettes autocollantes	Marqueur
		
Gants		Seringues
		
Glacière	Blocs de glaces	
		
Micropipettes	Récipients	
		
Tubes en verre de cryoscope	Portoir pour tubes	
		

Réfrigérateur



Bain marie + Chauffage



Solution Phénolphtaléine



Eau distillée



Alcool



Eau de javel



Kit de test CMT



Bandelettes de test Corps cétoniques



