

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences vétérinaires

# Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

En

Médecine vétérinaire

**THEME**

**Impact d'incorporation d'un mélange  
des acides organiques et des capteurs des  
mycotoxines sur la production laitière  
chez la chèvre.**

**Présenté par :**

Mlle : Fatima Zohra OUIS

Soutenu publiquement, le 18 juillet 2023 Devant le jury :

Mr	Dr Baroudi. Dj	MCA (ENSV)	Président (e)
Mme	Dr Mimoune. N	MCA (ENSV)	Examinatrice
Mr	Pr Khelef. Dj	Professeur (ENSV)	Encadreur

## Remerciements

*Je remercie tout d'abord Allah le tout puissant de m'avoir donné la santé la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce travail*

*À Monsieur Le Professeur Khelef Djamel, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils, la confiance qu'il nous a accordé et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.*

*Nous remercions tous les membres de jury qui ont accepté d'examiner ces travaux de recherche, Mr. Baroudi Djamel et Mme Mimoun Nora*

*Ces cinq années ont été pour moi une belle aventure scientifique et humaine, car les rencontres que j'ai fait, resteront longtemps gravées dans ma mémoire alors :*

*Nous tenons à remercier nos familles pour leurs soutiens et leurs encouragements. Mes parents Hamida et Nacéra.*

*Ma sœur Khadidja. Mes cousins(es) Sara, Salah el dinn, Imad, amine et Houda<sup>2</sup> et Yasmine... Danke schön !*

*Merci à Yasmina d'avoir su me mettre la pression au bon moment ! merci à Nadia et Souhila, les gâteaux étaient magnifiques et délicieux... très beau et très bon !*

*Un grand merci particulier à nos collègues et nos amies pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble, nous les remercions pour leur confiance, leur disponibilité et leur fidélité, et souhaitons beaucoup de réussite.*

*Lyna.L, Kawther. S, Ikram. A, Zineb. R et Bouchra. B*

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers les éleveurs qui ont nous accepté de travailler sur leurs élevages les vétérinaires qui ont nous donné gratuitement le produit*

*Enfin, Nous remercions très sincèrement toutes les personnes qui d'une façon ou d'une autre, ont participé à l'élaboration de ce travail.*

*Que toute les personnes que j'aurais oublié de citer trouvent dans ce dernier paragraphe ma sincère reconnaissance et mes remerciements.*

## *Dédicaces*

*À mes parents,  
Qui m'ont toujours encouragé  
à aller de l'avant*

*À ma famille,  
Qui m'a soutenue  
tout au long de mes études*

*À mes amis,  
qui ont toujours été présents*

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> : Nomenclature des acides organiques.....	4
<b>Tableau II</b> : Exemple de produits contaminés par des moisissures toxigènes.....	11
<b>Tableau III</b> : Effets des principales mycotoxines sur l'homme et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires identifiés.....	13
<b>Tableau IV</b> : mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation humaine et/ou animale.....	14
<b>Tableau V</b> : les principales aflatoxines.....	16
<b>Tableau VI</b> : quantités maximales admissibles d'aflatoxine.....	22
<b>Tableau VII</b> :Composition comparée du lait de chèvre, de brebis et de vache.....	30
<b>Tableau VIII</b> : tableau montrant CMT des chèvres d'élevage 1 .....	49

## Liste des figures

Figure1 : structure moléculaire des aflatoxines AFB1 et AFM1.....	16
Figure 2 : Structures chimiques des Ochratoxines A, B et C.....	19
Figure 3 : structure moléculaire de la zéaralène et ses dérivés.....	20
Figure 4 : Chèvres Arbia, Makatia, M'Zabia et Kabyle.....	25
Figure5 : la race Saanen.....	26
Figure 6 : La race alpine.....	26
Figure 7 : Évolution des effectifs du cheptel caprin en Algérie.....	27
Figure 8 : cycle de la chèvre.....	33
Figure 9 : Courbe de lactation théorique de la chèvre.....	34
Figure 10 : squelette de chèvre.....	37
Figure 11 : région des vertèbres lombaires et sternum.....	38
Figure 12 : cote d'état de chair 1.....	39
Figure 13 : cote d'état de chair 2 .....	40
Figure 14 : cote d'état de chair 3 .....	40
Figure 15 : cote d'état de chair 4 .....	41
Figure 16 : cote d'état de chair 5 .....	41
Figure 17 : région de M'sila .....	44
Figure 18 : région de birtouta .....	44

Figure 19 : la palette de CMT et le réactif .....	45
Figure 20 : lactoscan .....	46
Figure 21 : réalisation de CMT dans la ferme étudiée .....	47
Figure 22 : des barres représentent le BCS des deux visites .....	48
Figure 23 : histogramme représente CMT des deux lots des deux visites .....	48
Figure 24 : histogramme présente le BCS des chèvres de 1 <sup>er</sup> élevage pour les 2 lots .....	49
Figure 25 : histogramme de TB des chèvres d'élevage 1 pour les deux lots et pour les deux visites.....	50

## Liste des abréviations

**°D** : degré Dornic

**ADN** : acide désoxyribonucléique

**AGCM** : Les acides gras à chaîne moyenne

**Aw**: Activity of water

**BCS** : body condition scoring

**FAO**: The Food and Agriculture Organization

**MG** : matière grasse

**MS** : matière sèche

**MSU** : matières sèches utiles

**OIE**: Office International des Epizooties

**OMS** : Organisation mondiale de la Santé

**OTA** :Ochratoxine A

**OTB**: Ochratoxine B

**OTC**: Ochratoxine C

**pH** : potentiel hydrogène

**PHint** :pH intracellulaire

**pK<sub>a</sub>**

**TB** : taux butyreux

**TP** : taux protéique

**UFL** : Unité fourragère lait

## Sommaire

<b>Remerciement</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : les acides organiques</b>	
1. Généralités .....	3
1.1 Définition .....	3
1.2 Nomenclature .....	3
2. Mode d'action des acides organiques .....	5
3. Effet acidifiant sur le tube digestif et l'aliment .....	7
4. Règlementation .....	7
5. Utilisation comme alternative aux antibiotiques .....	8
<b>Chapitre II : les mycotoxines</b>	
1. Généralités sur les mycotoxines .....	10
2. Moisissures et mycotoxines dans les denrées alimentaires .....	10
3. Effet des mycotoxines .....	13
4. Les principales mycotoxines .....	14
4.1 Aflatoxines .....	16
4.1.1 Mécanisme d'action .....	18
4.2 L'ochratoxine A .....	18
4.3 Zéaralénone .....	20
5. Agir pour limiter les risques liés aux mycotoxines .....	20
<b>Chapitre III : élevage caprin en Algérie</b>	
1. Généralités sur l'élevage caprin .....	24
2. L'élevage caprin en Algérie .....	24
3. Composition génétique de la population caprine .....	24
3.1 La population des races caprines locale .....	24
3.2 La population des races importées .....	25
A. Race Saanen.....	25
B. Race alpine .....	26
3.3 La population métissée.....	26
4. Evolution des effectifs caprins en Algérie .....	27
5. Alimentation des caprins .....	27
6. Comportement alimentaire des chèvres .....	27
<b>Chapitre IV : généralités sur le lait et la production laitière</b>	
1. Définition de lait .....	30
2. Définition de lait de chèvre .....	30
3. Composition de lait de chèvre .....	30
4. Caractéristique physicochimique .....	31
4.1 Le ph .....	31
4.2 L'acidité titrable .....	31
4.3 La densité .....	31
4.4 Le point de congélation .....	32

4.5 Le point d'ébullition .....	32
4.6 La conductivité .....	32
4.7 Matière sèche totale .....	32
4.8 Matière salines.....	32
5. Le cycle de la chèvre .....	32
6. Lactation chez la chèvre .....	33
7. L'importance du lait de chèvre .....	34
8. Principale pathologie autour de la mise-bas chez la chèvre .....	34
8.1 Mammite .....	35
8.1.1 Les mammites cliniques .....	35
8.1.2 Les mammites subclinique .....	35
<b>Chapitre V : body condition scoring</b>	
1. Body condition scoring .....	37
2. Comment évalue-t-on l'état de chair d'un animal .....	37
3. Que doit-on cibler .....	38
4. Les cote d'état de chair .....	38
<b>Partie II : Etude expérimentale</b>	
1. Objectif .....	44
2. Présentation des régions d'étude .....	44
3. Matériel et méthode .....	44
3.1 Matériel animal .....	44
3.2 Autres matériel.....	45
3.2.1 Le test de mammite de Californie – CMT .....	45
3.2.2 Matérielles de l'analyse physicochimique du lait .....	45
3.2.2.1 Lactoscan .....	45
3.2.3 Additif alimentaire .....	46
4. Méthode .....	46
4.1 La notation de l'état corporal (BCS) .....	46
4.2 Technique de CMT .....	46
4.3 Comment le test CMT fonctionne-t-il et que mesure-t-il .....	47
4.4 Prélèvement de lait pour les analyses physicochimiques .....	47
5. Résultats .....	47
6. Discussion .....	50
7. Conclusion .....	51
Les références .....	53
Résumé .....	61
ملخص.....	61
Abstract.....	61

# **Introduction**

# **Générale**

### Introduction Générale

Dans certaines régions dans le monde, la chèvre reste l'animal qui joue un rôle primordial dans l'alimentation des populations, et la valeur de la chèvre s'est avérée capitale, lors des grandes famines qui ont sévi récemment dans le monde et en particulier le continent africain. Elle est élevée essentiellement pour son lait, sa viande, et ses poils. En outre l'alimentation animale conditionne directement les performances ainsi que la santé des animaux et donc a fortiori la qualité de leurs productions. En ce sens, les aliments pour animaux constituent le poste de dépenses le plus élevé de l'élevage, environ 60 à 70% (Sauvant D, 2005).

Comme les bovins et les ovins, les caprins sont des herbivores qui occupent une place prépondérante chez les animaux domestiques utilisés à des fins de production. Ils sont particulièrement adaptés pour valoriser les fourrages (herbe, tiges et feuilles des plantes céréalières, etc.), à la différence des autres animaux de rente qui les digèrent très mal, et de transformer la biomasse végétale en produits animaux de grande valeur nutritionnelle pour l'homme (protéines contenues dans la viande et le lait) (Jarrige et al., 1995).

L'Algérie anciennement pays moutonnier, est aussi connue pour son Elevage caprin, dont l'effectif national est de 3037028 têtes pour 1747054 chèvres (Manallah, 2012). Il compte parmi les activités agricoles les plus traditionnels associés à l'élevage ovin, cette population reste marginale et ne représente que 13% du cheptel national (Fantazi, 2004). Ils sont caractérisés par leur grande diversité et leur hétérogénéité.

L'élevage caprin, en raison de son adaptation aux milieux difficiles, est pratiqué surtout dans les zones montagneuses, les steppes et les oasis. Le lait de chèvre, par sa valeur nutritionnelle et son aptitude à la transformation notamment en fromage de qualité, est très recherché. Quant à la viande caprine, elle véhicule l'image d'un produit biologique et constitue une source de protéines animales mais aussi de revenu pour les populations rurales surtout dans les pays en voie de développement. Les caprins sont aussi élevés pour leur toison recherchée ainsi que leur peau qui sert notamment à la fabrication de guergas qui sont légères, isolantes et faciles à transporter. (Kadi, 2014).

# **Chapitre I :** **les acides** **organiques**

## Chapitre I : les acides organiques

### 1. Généralités

#### 1.1 Définition

En chimie, l'adjectif « organique » désigne toute molécule contenant un atome de carbone, et non pas l'agriculture ou les aliments biologiques, au sens maintenant bien répandu. (Miranda, 2017). Acide est un composé chimique dont la molécule contient un groupe carboxyle -COOH, et est défini par sa capacité à libérer un cation lorsqu'il est en milieu aqueux. un acide organique est un Composé organique qui affiche des propriétés acides, c'est-à-dire qui possède la faculté de pouvoir libérer un ion chargé positivement en milieux aqueux.[2] est un acide formé par un organisme. Les acides organiques ont bien souvent un pouvoir acide plus faible qu'un acide minéral. Ils sont utilisés dans l'industrie alimentaire en fonction de leurs propriétés. Ce sont des conservateurs, des émulsifiants, des acidulants ou des antioxydants. Parmi eux on peut citer : l'acide citrique, l'acide formique, l'acide lactique ou l'acide gluconique (Pillou, 2014).

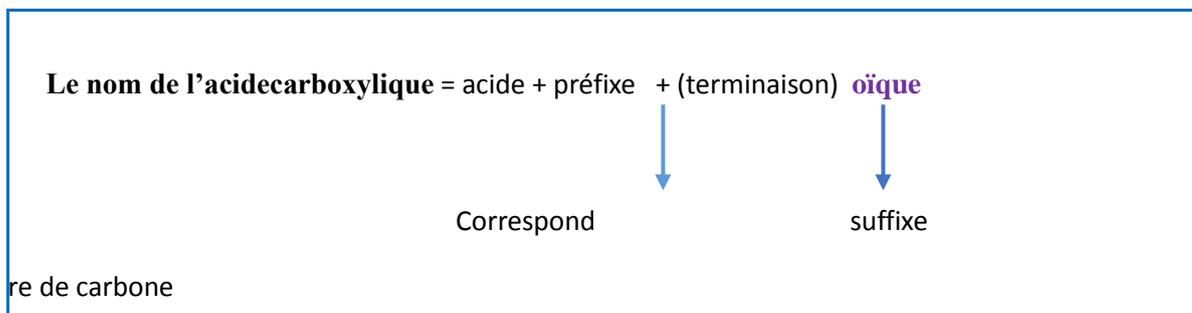
Les acides organiques sont en général plus faibles que les acides minéraux : il ne se dissocient pas totalement dans l'eau, contrairement à ces derniers.[1] Principalement composés d'acides organiques ou de sels d'acides organiques, ils opèrent une action antibactérienne (salmonelles) et antifongique dans l'alimentation de toutes les espèces animales. Ils servent donc non seulement à assurer la sécurité sanitaire mais aussi à garantir la stabilité organoleptique des aliments (UE, 2007).

La présence des acides organiques dans l'environnement est principalement due à de nombreuses sources biologiques, géologiques, chimiques ou émissions anthropogéniques. Certains de ces acides organiques sont produits naturellement et ont un rôle important dans l'alimentation comme l'acide acétique par exemple, tandis que beaucoup d'autres sont utilisés ou produits dans des procédés industriels chimiques ou biochimiques (Guillaume, 2011).

Les acides propionique, butyrique, sorbique, acétique, benzoïque, lactique, formique, citrique et les AGCM sont des acides organiques.

#### 1.2 Nomenclature :

Un acide carboxylique porte un groupement carbonyle (COOH). Toujours situé à l'extrémité de la chaîne carbonée.



**Tableau I** : Nomenclature des acides organiques (CHERRINGTON et al, 1991).

Formule	Nom commun	Nom systématique
<b>Acides gras à chaînes courtes</b>		
<b>C1</b> HCOOH	Acide formique	Acide méthanoïque
<b>C2</b> CH <sub>3</sub> COOH	Acide acétique	Acide éthanoïque
<b>C3</b> CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Acide propionique	Acide propanoïque
<b>C4</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	Acide butyrique	Acide butanoïque
<b>C5</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	Acide valérique	Acide pentanoïque
<b>C6</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	Acide caproïque	Acide hexanoïque
<b>Acides gras à chaînes moyennes</b>		
<b>C7</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH	Acide énanthique	Acide heptanoïque
<b>C8</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	Acide caprylique	Acide octanoïque
<b>C9</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	Acide pélargonique	Acide nonanoïque
<b>C10</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	Acide caprique	Acide décanoïque
<b>Acides gras à chaînes longues</b>		
<b>C12</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	Acide laurique	Acide dodécanoïque
<b>C14</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	Acide myristique	Acide tétradécénoïque
<b>C16</b> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	Acide palmitique	Acide hexadécanoïque

<b>C18</b> <b>CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>COOH</b>	Acide stéarique	Acide octadécanoïque
--	-----------------	----------------------

## 2. Mode d'action des acides organiques :

Les **acides organiques** sont une des classes de conservateurs très utilisés. Ils possèdent un double effet antimicrobien. Tout d'abord par l'acidification du milieu, mais également par un effet spécifique de l'acide utilisé. En effet, les acides organiques faibles peuvent agir pour inhiber les micro-organismes. Ils sont lipophiles, donc capables de traverser la membrane des micro-organismes et ainsi de pouvoir modifier le pH cytoplasmique. C'est la forme non dissociée ou protonée (COOH) qui présente un effet spécifique sur les micro-organismes. En effet, une fois la membrane cellulaire traversée, l'acide se dissocie, ce qui a pour effet de changer le pH intracellulaire. Les micro-organismes doivent alors évacuer les protons et absorber des ions sodium pour maintenir le pH physiologique de la cellule. Ce procédé consomme de l'énergie à la bactérie et diminue donc sa vitesse de reproduction. Ce procédé abaisse également le pH en périphérie de la cellule, favorisant ainsi la formation de la forme protonée de l'acide qui est l'espèce active. L'aboutissement de ce procédé est la mort du micro-organisme. Ce sont donc ces acides qu'il faut privilégier dans le cas d'une formule dont on veut optimiser l'autoconservation (FERNANDEZ, 2012).

Plusieurs mécanismes ont été décrits pour expliquer le mode d'action des acides organiques dans l'inhibition de la croissance des micro-organismes indésirables. Selon Lambert et Stratford (1999), en dépit de la variabilité de leur structure, les acides organiques partagent un mode d'action commun. Chaque acide organique a toutefois des propriétés différentes envers chacun des germes contaminants, en fonction de sa concentration, du pH du milieu, de son état de dissociation (forme ionique et non ionique), de la formulation, etc. Il est connu que ce sont les formes non dissociées des acides organiques qui sont toxiques pour les germes indésirables, même si quelques activités peuvent être retrouvées chez les formes dissociées de certains acides organiques (Presser et al ;1997).

### Mécanisme d'inhibition de la flore indésirable par les principaux métabolites Par production d'acides organiques

Au niveau de la bactérie cible, les premières structures touchées par l'acidification du milieu extracellulaire sont évidemment les macromolécules de surface (flagelle, pili, récepteur chimique, protéines périplasmiques, paroi, etc.). Les bactéries cibles ont peu de possibilités de protéger ces structures : soit elles modifient la structure des sites de fixation des composés acides au niveau de leurs membranes, soit elles évitent la perte de mobilité suite au stress acide en modulant ou en utilisant une voie métabolique alternative (Metzner et al., 2004). Si, pour une raison quelconque, les bactéries cibles n'arrivent pas à modifier la structure des sites ou proposer une alternative pour éviter la perte de mobilité due au stress acide, les protons vont entrer dans la cellule par le changement de gradient de concentration autour de la paroi

bactérienne (Dilworth et al., 1999). La baisse du pH intracellulaire (pH<sub>int</sub>) provoquée par cet afflux de protons entraîne des perturbations de flux métabolique et des dommages au niveau des macromolécules de surface (Foster, 1999). Cette baisse de pH<sub>int</sub> va aussi favoriser l'oxydation des lipides, modifiant ainsi leur état d'ionisation et *de facto* leurs propriétés d'interaction avec les autres constituants cellulaires. Le même phénomène est observé pour les protéines, pour lesquelles une baisse de pH va entraîner une augmentation des charges positives, donc une modification de leur état d'ionisation qui va modifier leur configuration spatiale et altérer leur fonctionnalité. Cette modification de l'état d'ionisation va également perturber la transcription des gènes. Au bas pH, l'ADN lui-même est fragmenté par altération des bases puriques et pyrimidiques (Cotter et al., 2003).

Il convient de signaler que c'est la production d'acides organiques, notamment l'acide lactique et acétique, qui est à la base de la diminution du pH du milieu et, par conséquent, de la chute du pH<sub>int</sub> des bactéries cibles. L'acide lactique est le métabolite majeur produit par les bactéries lactiques. Au cours de la fermentation, lorsqu'on atteint des niveaux de pH bas, une grande quantité de l'acide lactique est contenue dans sa forme indissociée (AH). Cette forme indissociée étant lipophile, elle peut diffuser passivement à travers la membrane, se dissocier dans le cytoplasme et provoquer une chute du pH<sub>int</sub> par la libération des protons, détruisant ainsi le gradient électrochimique de proton de la bactérie cible. Il s'en suit une augmentation de la turgescence cellulaire et une inhibition des voies métaboliques par l'accumulation de la forme anionique (A<sup>-</sup>) interagissant avec les protéines. On note aussi une altération de la perméabilité membranaire qui engendrerait une perturbation des systèmes de transport de substrats (Cotter et al., 2003).

En effet, l'acide acétique produit à faible échelle lors de la fermentation peut interagir avec les membranes cellulaires pour causer une acidification intracellulaire et une dénaturation protéique. Son activité antimicrobienne est plus efficace que celle de l'acide lactique, étant donné sa plus grande valeur de pK<sub>a</sub> (acide lactique 3,08 et acide acétique 4,75) et son grand pourcentage en formes non dissociées par rapport à l'acide lactique à un pH donné (Cotter et al., 2003). L'acide acétique est plus inhibiteur de *Listeria monocytogenes* que l'acide lactique, car ce dernier, en abaissant le pH du milieu, favorise l'augmentation de la toxicité de l'acide acétique. Ils agissent donc de façon synergique (Ahmad et al., 1989).

Le pH auquel la moitié de l'acide est dissociée (pK<sub>a</sub>) est différent pour chaque acide. Seuls les acides non-dissociés pénètrent dans la cellule, où les acides tuent les bactéries. Comme le pK<sub>a</sub> est différent pour chaque acide, le spectre d'action contre les pathogènes est aussi différent.

En général :

- les acides faibles, avec un pK<sub>a</sub> élevé (>3), ont principalement un effet 'antibactérien' ;
- les acides forts, avec un pK<sub>a</sub> faible (<1), ont un effet 'acidifiant' du fait que le proton (H<sup>+</sup>) est facilement libéré. [17] (Barbara, 2009)

### 3. Effet acidifiant sur le tube digestif et l'aliment :

L'acidification de l'aliment a un triple rôle : la conservation et l'appétence de l'aliment, le contrôle de la flore bactérienne du tractus digestif et l'amélioration de la digestibilité de l'aliment, essentiellement des protéines. Assurer une sécurité sanitaire et une bonne valorisation de l'aliment pour des performances optimales.

Chaque acide va alors agir à différents pH, en action immédiate ou retard afin de garantir une action tout au long du tractus digestif de l'animal. [3]

Quelques effets des acides organiques :

- Effet décontaminant grâce à une action bactériostatique et bactéricide sur les germes pathogènes.
- Contrôle de l'équilibre de la flore intestinale.
- Stimulation de l'activité enzymatique et de la digestion protéique
- Meilleure absorption des nutriments
- Réduction des mortalités et des troubles digestifs
- Action prébiotique dans le tractus digestif
- Baisse du pouvoir tampon et du pH de l'aliment améliorant sa conservation et sa qualité bactériologique

L'emploi d'un conservateur acide, neutralisant et inhibant le développement de toute flore toxique est également recherché pour agir sur la valeur alimentaire et sur le comportement des animaux.

Le potentiel des acides organiques dans la conservation des aliments pour animaux, est essentiellement la protection des aliments de la destruction microbienne et fongique, mais aussi directement dans la nutrition animale en raison de son effet sur le pH de l'estomac et la flore intestinale est déjà connu depuis des décennies et a été prouvé dans d'innombrables essais en laboratoire et sur le terrain (LÜCKSTÄDT et al. 2004).

Les acides organiques réduisent la capacité tampon et stimulent ainsi la digestion des protéines, de l'amidon et des matières grasses. La réduction du pH gastrique élimine la plupart des pathogènes, particulièrement les bactéries Gram-négatives. Si la production d'acide chlorhydrique est insuffisante dans l'estomac, il y a un risque accru d'infections intestinales et de diarrhées.

### 4. Réglementation

Aujourd'hui il existe une réglementation très stricte pour l'utilisation des additifs alimentaires. Celle-ci est harmonisée au sein de l'union européenne (pour ses 15 États membres ainsi que la Norvège et l'Islande). Les additifs autorisés ne doivent pas dissimuler d'altération des produits alimentaires, ils ne doivent présenter aucun risque pour la santé. De

plus les additifs doivent obligatoirement être mentionnés sur l'étiquette des denrées alimentaires (Marie, 2014).

L'utilisation d'additifs alimentaires est généralement soumise à des restrictions réglementaires. En général, ils sont considérés comme des produits appliqués par l'agriculteur à des animaux sains pour un but nutritionnel sur une base permanente, contrairement aux médicaments vétérinaires qui sont appliqués lors de la prophylaxie ou du traitement de maladies diagnostiquées sous contrôle vétérinaire pour une période limitée, associée à une période d'attente.

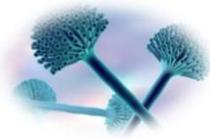
### **5. Utilisation comme alternative aux antibiotiques :**

L'utilisation d'antibiotiques dans la nutrition animale comme promoteur de croissance a été sans doute bénéfique pour l'amélioration zootechnique de paramètres de performance et la prévention contre les maladies. Cependant les menaces de la biosécurité pour la santé humaine et animale résultantes de l'augmentation des résistances des pathogènes aux antibiotiques et l'accumulation de résidus d'antibiotiques dans les produits animaux et dans l'environnement conduisent à ne plus utiliser les antibiotiques dans les régimes alimentaires des animaux, après le constat fait par l'OMS, l'OIE et la FAO. A partir de l'année 2006, l'Union Européenne a interdit systématiquement, l'utilisation des antibiotiques facteurs de croissance dans l'alimentation animale (Mohamed, 2011).

Après l'interdiction des facteurs de croissance antibiotiques, ces derniers ne peuvent plus être utilisés à titre préventif. La taille des élevages augmentant et le traitement évoluant de plus en plus d'un traitement individuel vers un traitement de groupe, les acides organiques et les acides gras à chaîne moyenne (AGCM) sont les alternatives les plus utilisées, souvent en association avec des enzymes, qui ont une action différente.

La combinaison des acides dépend de l'objectif principal poursuivi par l'éleveur : les performances, la santé ou le profit. Une combinaison sélective est nécessaire pour un spectre d'action large et efficace (Barbara, 2009).

# **Chapitre II : les mycotoxines**



## Chapitre II : mycotoxines

### 1. Généralités sur les mycotoxines :

Le terme « mycotoxine » trouve son origine dans les racines grecques « mycos » (champignon) et « toxicum » (poison).

Les mycotoxines sont des toxines naturelles produites par certaines moisissures (champignons) et on peut les trouver dans la nourriture. Celles-ci se développent sur de nombreuses denrées alimentaires telles que les céréales, les fruits séchés, les fruits secs oléagineux et les épices.

Le mot Moisissure est un terme générique qui regroupe tous les champignons microscopiques d'aspect lévuriforme ou filamenteux (micromycètes). Ce sont des champignons ubiquistes à croissance filamenteuse (Alban G, 2016).

Le développement des moisissures peut se produire avant ou après la récolte, pendant la conservation, sur ou dans l'aliment lui-même souvent dans un environnement chaud, moite et humide. La plupart des mycotoxines sont chimiquement stables et résistent au traitement des aliments. Elles apparaissent dans la chaîne alimentaire à cause de la contamination des récoltes par des moisissures, avant comme après la récolte. L'exposition aux mycotoxines peut être directe en ingérant des aliments contaminés ou indirecte par les animaux nourris avec des aliments contaminés, notamment du lait (OMS, 2018).

La présence de moisissures et de toxines dans les aliments est devenue un sujet de préoccupation pour les professionnels de la santé, ainsi que pour le commerce mondial.

### 2. Moisissures et mycotoxines dans les denrées alimentaires

Depuis l'époque initiale où l'homme a commencé à cultiver les céréales et stocker les aliments, la détérioration par les moisissures est inévitable. L'aliment est progressivement envahi par un fin duvet (le mycélium) blanc, noir, vert, orange, rouge et brun. Ces moisissures acidifient, décolorent, font fermenter et rendent ces produits désagréables voire dangereux (Addar, 2020). C'est réellement à partir de 1960, qu'on a pris conscience que les moisissures pouvaient produire des toxines significatives (Chapeland-Leclerc et al., 2005).

Dans les pays en développement, si l'on n'arrive pas à conserver toutes les ressources alimentaires, on risque d'augmenter sensiblement les problèmes de la faim. Dans les régions où la demande excède l'offre, la situation est aggravée par les fortes pertes alimentaires provoquées par les insectes, les micro-organismes, les rongeurs et les oiseaux (FAO, 1979). Les moisissures sont des champignons filamenteux hétérotrophes qui ont des actions bénéfiques mais aussi néfastes pour l'homme. Ils sont ubiquitaires. Les aliments sont généralement des milieux très favorables à leur développement. Plusieurs moisissures notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* sont connues pour être des

contaminants des produits agricoles et/ou pour leur capacité à produire des métabolites secondaires toxiques (NGUYEN, 2007).

L'appareil végétatif des champignons est un thalle composé de filaments (hyphes) ramifiés dont l'ensemble constitue le mycélium. Ils se reproduisent grâce à des spores. Celles-ci sont issues soit d'une reproduction sexuée (champignon téléomorphe) ou d'une multiplication asexuée (champignon anamorphe). Certains champignons, chez qui les deux formes coexistent sont appelés holomorphes.

Les moisissures sont ubiquitaires et présentent des avantages économiques intéressants pour l'homme. Dans les milieux naturels, elles contribuent, avec d'autres microorganismes, à la biodégradation et au recyclage des matières organiques comme la litière ou le bois. Certaines sont utilisées dans l'alimentation, comme *Penicillium roquefortii* et *P. camembertii* pour la production de fromages, d'autres sont exploitées pour la production d'enzymes (40% des enzymes produits industriellement), d'acides organiques (acide citrique et gluconique par des espèces d'*Aspergillus* et *Penicillium*), de médicaments (production de pénicilline par *P. chrysogenum*, de céphalosporine par *Cephalosporium acremonium*) (Carlile et Watkinson, 1997 ; Kiffer et Morelet, 1997 ; Perry et al., 2004). Environ 22% des antibiotiques identifiés sont produits par les champignons filamenteux (Strohl, 1997). Il est à noter que la production de biomasse de *P. chrysogenum* sert aussi d'engrais ou d'aliment pour le bétail (Kiffer et Morelet, 1997).

A côté des effets très bénéfiques et positifs des champignons dans la vie courante, ils sont capables de provoquer également d'importantes détériorations, notamment dans le domaine agronomique. La contamination fongique des denrées alimentaires, destinées à l'homme ou à l'animal, est le principal dommage qui va entraîner de nombreux problèmes. Ainsi, la présence indésirable des moisissures modifie l'aspect des produits alimentaires, dû notamment à la production de pigments, comme par exemple un pigment foncé, la mélanine (Bulter et Day, 1998).

Tableau II : Exemple de produits contaminés par des moisissures toxigènes (Pfohl-Leszkowicz, 1999)

Denrées	Espèces contaminantes toxiques	Mycotoxines probables
Blé, farine, pain, maïs, chips	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>P. citreoviride</i> , <i>P. cyclospium</i> , <i>P. martensii</i> , <i>P. patulum</i> , <i>P. pubertum</i> , <i>Fusarium</i> <i>moniliforme</i> .	Aflatoxines, ochratoxine, stérigmatocystine, acide pénicillique, patuline, désoxynivalénol, zéaralénone, fumonisine.

Arachide, noix	<i>A. flavus</i> , <i>A. versicolor</i> <i>P. citrinum</i> , <i>P. expansum</i>	<i>A. ochraceus</i> , <i>P. cyclopium</i> ,	Aflatoxines, ochratoxine, stérigmatocystine, trichothécènes, cytochalasines, patuline.
Tourte à la viande, viande cuite, fromage, cacao, houblon	<i>A. flavus</i> , <i>P. roqueforti</i> , <i>P. commune</i>	<i>P. viridicatum</i> , <i>P. patulum</i> ,	Aflatoxines, ochratoxine, stérigmatocystine, patuline, acide pénicillique
Viandes, porc salé, fromage	<i>A. flavus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>P. viridicatum</i> , <i>P. cyclopium</i> .	<i>A. ochraceus</i> ,	Aflatoxines, ochratoxine, stérigmatocystine, patuline, acide pénicillique, pénitrem
Poivre noir et rouge, pâtes	<i>A. flavus</i> , <i>A. ochraceus</i>		Aflatoxines, ochratoxine
Fèves, orge, maïs, sorgho, soja	<i>A. flavus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>moniliforme</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>islandicum</i> , <i>P. urticae</i>	<i>A. ochraceus</i> , <i>Alternaria</i> , <i>F.</i> <i>P. viridicatum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P.</i>	Aflatoxines, ochratoxine, stérigmatocystine, alternariol, griséofulvine, acide pénicillique, citrinine, patuline
Pâtisserie réfrigérée ou congelée	<i>A. flavus</i> , <i>viridicatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. martensii</i> , <i>P. citreoviride</i> , <i>P. palitans</i> , <i>P. puberulum</i> , <i>P. urticae</i>	<i>A. versicolor</i> , <i>P.</i> <i>P. citrinum</i> ,	Aflatoxines, stérigmatocystine, ochratoxine, patuline, acide pénicillique, citrinine, penitrem
Denrée alimentaire (stockage domestique)	<i>Penicillium</i> , <i>oxysporum</i>	<i>Aspergillus</i> , <i>F.</i>	Aflatoxine, acide kojique, ochratoxine, pénitrem, patuline, acide pénicillique, trichothécènes
Pomme et produits dérivés de pomme	<i>P. expansum</i>		Patuline

### 3. Effet des mycotoxines :

Les effets néfastes de mycotoxines peuvent être évalués en mesurant la toxicité aiguë (exposition unique ou pendant une courte période à de fortes doses de toxines) ou leur toxicité chronique (expositions répétées à de faibles voire très faibles doses de toxines).

La palette des effets néfastes des mycotoxines est très étendue : des effets cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, immunomodulateurs, œstrogéniques, nécrosants, neurotoxiques, néphrotoxiques, hépatotoxiques, hématotoxiques ont été rapportés (tableau III).

**Tableau III:** Effets des principales mycotoxines sur l'homme et mécanismes d'action cellulaires et moléculaires identifiés (GHERRAS, 2017).

<b>Mycotoxine</b>	<b>Effets</b>	<b>Mécanismes d'action cellulaires et moléculaires</b>
<b>Aflatoxine B1 et M1</b>	Hépatotoxicité Génotoxicité Cancérogénicité Immunomodulation	Formation d'adduits à l'ADN Péroxydation lipidique Bioactivation par des CYP 450 Conjugaison aux Glutathion-transférases
<b>Ochratoxine A et B</b>	Néphrotoxicité Génotoxicité Immunomodulation	Impact sur la synthèse des protéines Inhibition de la production d'ATP Détoxication par les peptidases
<b>Trichothécènes (A et B)</b>	Hématotoxicité Immunomodulation	Induction de l'apoptose progéniteur Hématopoïétique et cellules immunitaires Impact sur la synthèse des protéines Altération des immunoglobulines

<b>Patuline</b>	Neurotoxicité Mutagenèse in vitro	Inhibition indirecte d'enzymes
<b>Zéaralénone</b>	Fertilité Reproduction	Liaison aux récepteurs ostrogéniques Bioactivation par des déshydrogénases Conjugaison aux glucuronyl transférases
<b>Fumonisines B1</b>	Lésion du système nerveux central Hépatotoxicité Génotoxicité Immunomodulation	Inhibition de la synthèse de céramide et altération du rapport sphinganine/sphingosine Altération du cycle cellulaire

#### 4. Les principales mycotoxines :

Les principales mycotoxines peuvent être produites par 5 types de champignons *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* et *Alternaria*. Compte tenu de leurs propriétés toxiques chez l'homme et l'animal et de leur fréquence de contamination des matières premières et des aliments, les mycotoxines les plus importantes sont les aflatoxines, l'ochratoxine A, les fumonisines, les trichothécènes et la zéaralénone (BEHNAS et BENAYACHE, 2015).

Tableau IV : mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation humaine et/ou animale (AFSSA, 2006).

	Mycotoxines	Principales moisissures productrices
--	-------------	--------------------------------------



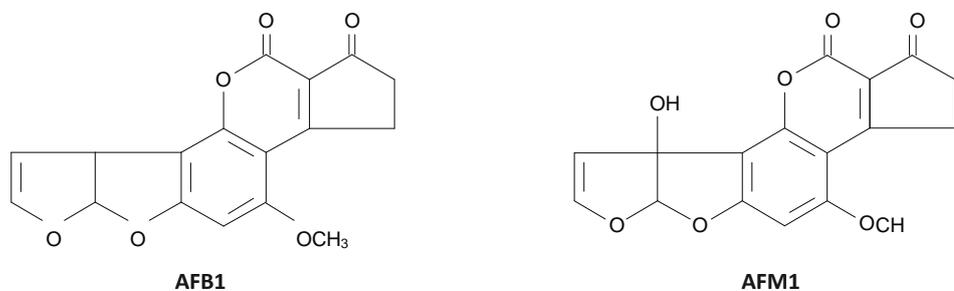
#### 4.1 AFLATOXINES :

Parmi les mycotoxines, le groupe des aflatoxines (AF) est le plus connu, le mieux étudié et le plus réglementé. Les aflatoxines les plus importantes sont AFB1, AFB2, AFG1, AFG2 et AFM1 (métabolite de l'aflatoxine B1). L'aflatoxine B1 (AFB1) est l'aflatoxine la plus toxique et la mycotoxine la plus explorée. En l'absence de l'AFB1 dans les denrées alimentaires, les aflatoxines B2, G1 et G2 ne sont généralement pas rapportées.

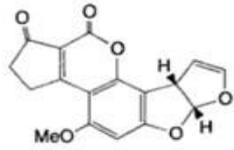
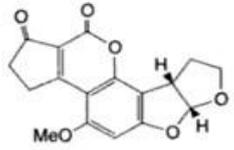
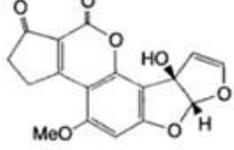
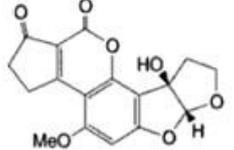
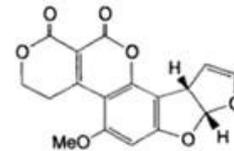
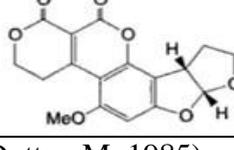
Trois principales souches d'*Aspergillus* (*A. flavus*, *A. parasiticus* et *A. nomius*) sont connues pour leur capacité à synthétiser naturellement les aflatoxines dans des conditions chaudes et humides. La production d'aflatoxines par d'autres souches d'*Aspergillus* a également été décrite (*A. bombycis*, *A. ochraceoroseus*, *A. pseudotamarii*, *A. australis*).

Les aflatoxines sont des dérivés de la difuranocoumarine (figure 1). Ce sont des molécules de faible poids moléculaire, très peu solubles dans l'eau, insolubles dans les solvants non polaires et très solubles dans les solvants moyennement polaires comme le chloroforme et le méthanol. Sous lumière ultraviolette (UV longs), elles sont fluorescentes : bleue pour les AFB « blue » et verte pour les AFG « green ». L'AFM1 a une fluorescence bleu-mauve.

Figure 1 : structure moléculaire des aflatoxines AFB1 et AFM1.



Dénomination	Formule brute	Masse molaire (g/mol)	Structure chimique
--------------	---------------	-----------------------	--------------------

Aflatoxine B <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	312,3	
Aflatoxine B <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	314,3	
Aflatoxine M <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	328,3	
Aflatoxine M <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>7</sub>	330,3	
Aflatoxine G <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	328,3	
Aflatoxine G <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>7</sub>	330,3	

**Tableau V :** Les principales Aflatoxines (Pfohl-Leszkowicz, 1999 ; Dutton M, 1985)

Lors de l'exposition orale chez les mammifères, les aflatoxines sont absorbées au niveau du duodénum. Les aflatoxines sont véhiculées dans l'organisme à partir d'une fixation sur les protéines plasmatiques. Elles subissent un métabolisme hépatique intense principalement réalisé par l'intervention des cytochromes P450 hépatiques. Les autres voies de métabolisme de l'AFB<sub>1</sub> comprennent la voie de la prostaglandine-H-synthétase et la voie de la lipooxygénase, deux enzymes présentes à des concentrations élevées dans le tissu pulmonaire.

Sous contrôle des cytochromes P450, l'AFB<sub>1</sub> est transformée dans l'organisme en plusieurs métabolites dont un dérivé époxyde (AFB<sub>1</sub>-8,9-époxyde), principal responsable de l'effet mutagène et cancérigène de l'AFB<sub>1</sub> et l'AFM<sub>1</sub>, communément appelé « Milk Aflatoxin 1 ». Les autres métabolites comprennent notamment l'AFQ<sub>1</sub>, l'AFP<sub>1</sub>, l'aflatoxicol. La détoxification de l'AFB<sub>1</sub>-8,9-époxyde se fait essentiellement via la conjugaison au glutathion assurée par la glutathion-S-transférase. Une partie de l'AFB<sub>1</sub> est éliminée dans la bile sous

forme conjuguée au glutathion ou de glucuroconjugués. L'AFB1 est aussi éliminée par voie urinaire sous forme inchangée ou sous forme métabolisée, notamment AFM1, ou sous forme de dérivés conjugués ou adduits à l'ADN. L'AFM1 peut être retrouvé dans le lait maternel (Documents, 2009).

### Mécanismes d'action

Pour exercer ses effets néfastes sur la santé, l'AFB1 doit être « activée » dans l'organisme. La voie dominante de cette activation *in vivo* de l'AFB1 dans le foie humain se ferait par les cytochromes P450, notamment le CYP1A2, dans des réactions d'oxydation formant par hydroxylation l'AFM1, et par époxydation l'AFB1-8,9-époxyde. Les effets toxiques aigus ainsi que les effets cancérigène et mutagène de l'AFB1 impliquent une liaison covalente de l'AFB1-8,9-époxyde avec l'ADN, l'ARN et les protéines. L'AFB1-8,9-époxyde a une affinité très marquée pour l'ADN avec lequel il produit des adduits préférentiellement avec la guanine en position N7. L'AFB1 est époxydée soit en dérivé exo, soit en dérivé endo. Seule la forme exo se fixe sur la guanine pour donner un adduit. Le taux d'adduits formés *in vivo* a été corrélé à l'incidence des tumeurs. La présence des adduits à l'ADN est à l'origine des mutations. Il s'agit essentiellement de transversions G en T où la guanine est remplacée par la thymine. Dans les régions pour lesquelles il existe une contamination importante des aliments par l'AFB1, approximativement 55 % des hépatocarcinomes présentent une mutation de type AGG → AGT dans le codon 249 du gène p53 suppresseur des tumeurs. Il faut noter que moins de 4 % des hépatocarcinomes des pays développés, dans lesquels l'exposition à l'AFB1 est faible, contiennent ce type de mutations (PITT, 2000). Outre l'inhibition des gènes suppresseurs de tumeurs, les aflatoxines peuvent activer les proto-oncogènes c-myc et c-HA-ras. Les importantes variations dans l'activation de l'AFB1 entre les espèces et entre les individus de la même espèce, ainsi que les variations dans la formation des adduits et les capacités de réparation déterminées génétiquement, résultent en une susceptibilité très inégale à cette substance cancérigène. Parmi les multiples effets biologiques des aflatoxines, on retrouve également un découplage de la phosphorylation oxydative dans les mitochondries. Les effets immunotoxiques semblent être dus à l'altération de la synthèse d'acides nucléiques et de protéines, accompagnée d'une diminution de la prolifération, de la maturation et de la production de cytokines.

#### 4.2 L'ochratoxine A :

L'ochratoxine A a été isolée pour la première fois en 1965, par un groupe de chercheurs sud-africains à partir d'un isolat d'*Aspergillus ochraceus* (Van der Merwe et al., 1965). Elle est constituée d'une molécule de 3-méthyl-5-chloro-8-hydroxy-3,4-dihydroisocoumarine liée par une liaison peptidique, au niveau de son groupement carboxyle en C7, au groupement amine de la L-β-phénylalanine. L'ochratoxine B (OTB) est le dérivé non chloré de l'OTA et l'ochratoxine C (OTC) est son ester éthylique. Bien que leur structure soit voisine, leur potentiel toxique est très différent (figure 2) (Pfohl-Leskowicz, 1999).

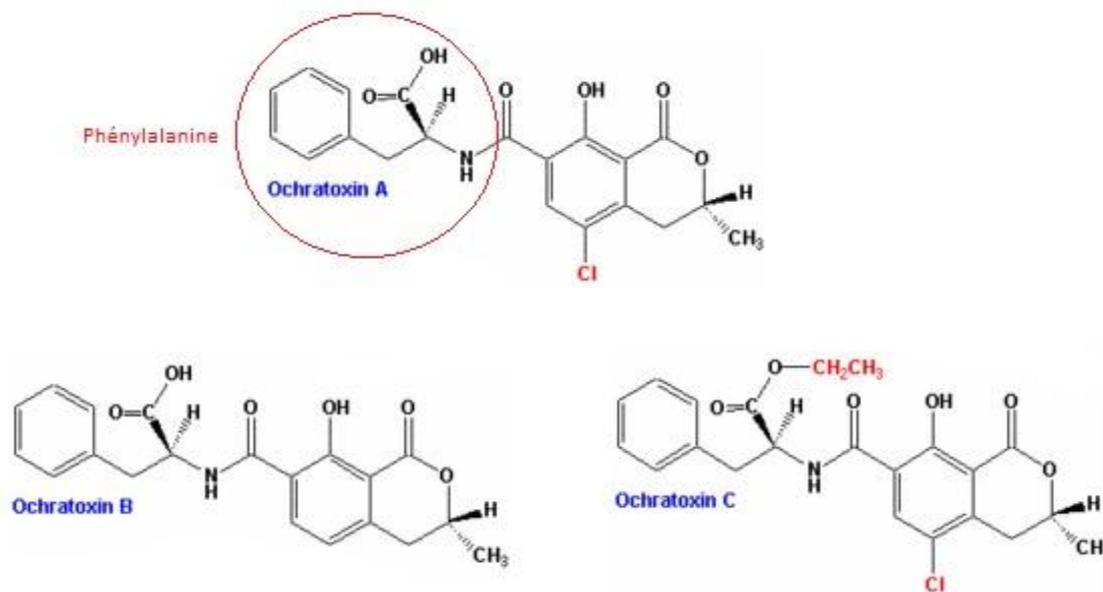


Figure 2 : Structures chimiques des Ochratoxines A, B et C (Alban, 2016)

L'OTA est un métabolite secondaire élaboré par diverses moisissures des genres *Aspergillus* et *Penicillium*. La production d'OTA est liée aux conditions de température, d'humidité ambiante, et de teneur en eau du support contaminé ( $A_w$ ) (Pitt, 1987). La température optimale de production de l'OTA par *Aspergillus ochraceus* est de 28°C (Trenk et al., 1971), alors que *Penicillium viridicatum* produit dans une gamme de température qui varie de 4 à 30°C (Mislivec & Tuite, 1970). Dans les régions froides, l'OTA est donc plutôt produite par des *Penicillia*, alors que dans les régions chaudes, ce sont plutôt les *Aspergillii* qui la synthétisent (Pohland et al, 1992 ; Miller, 1995). En Europe et au Canada, *P. verrucosum* est considéré comme la principale moisissure productrice d'OTA dans les céréales (JECFA, 2002). L'OTA est produite dans le café ou les raisins par des *Aspergillii*. Les moisissures produisant l'OTA, peuvent également produire d'autres toxines ou cohabiter avec d'autres moisissures produisant des toxines différentes comme la citrinine produite par des *Penicillia* (Krogh et al, 1973 ; Kanisawa, 1984) ou des aflatoxines produites par *Aspergillus flavus*. Un phénomène de synergie avec l'OTA peut donc se produire et compliquer l'attribution à la seule OTA de ses effets toxiques (pour une revue voir Pohland et al, 1992 ; Pfohl-Leskowicz et al, 2002 ; Molinié, 2004 ; Pfohl-Leskowicz & Manderville, 2007).

Toxicocinétique de l'OTA.

L'OTA, une fois ingérée, est partiellement absorbée par la diffusion passive de la forme non ionisée à travers la paroi de l'estomac. Le site principal d'absorption se situe au niveau du jéjunum. Elle est ensuite distribuée aux différents organes via le foie. On retrouve peu d'OTA sous forme libre dans le sang. En effet, l'OTA a une très grande affinité pour certaines

protéines plasmatiques où elle est fixée à 90 %. Cette fixation retarde le transport de l'OTA vers les différents organes et augmente sa demi-vie sérique et par conséquent contribuerait au développement des effets toxiques chroniques de cette toxine. C'est chez les humains que l'OTA possède la plus longue demi-vie dans le plasma qui est estimée à un mois (Studer-Rohr et al., 2000). La distribution tissulaire de l'OTA, chez le porc, le poulet ou la chèvre, suit en général l'ordre suivant : reins > foie et muscle > graisses. L'OTA est éliminée par toutes les voies d'excrétion (urinaire, fécale et biliaire). Une partie de l'OTA qui se retrouve dans la bile peut être réabsorbée au niveau de l'intestin. Des études récentes montrent que l'absorption ainsi que l'élimination s'effectue via des transporteurs (pour une revue voir Ringot et al, 2006 ; Pfohl-Leszkwicz & Manderville 2007). Dans l'organisme l'OTA est métabolisée en 4-R-hydroxyochratoxine A (4R-OHOA) ; 4-S-hydroxyochratoxine A (4S-OHOA) ; 10 OH-OTA, OTB (forme déchlorée de l'OTA) ; OP-OTA (forme ouverte de l'OTA) ; OTHQ (forme quinone) pouvant être retrouvés dans le sang ou les urines sous ces formes là ou conjugués au glutathion (TOZLOVANU, 2008).

### 4.3 Zéaralénone :

La zéaralénone est une mycotoxine ayant des propriétés œstrogéniques, produite par plusieurs espèces de moisissures du genre *Fusarium* se développant dans les céréales (maïs, orge, blé, riz, avoine...), principalement au champ (flore du champ), lors du stockage du maïs en cribs ou dans l'orge dans la phase de germination et au cours du maltage. Les principales espèces de *Fusarium* productrices appartiennent aux genres *graminearum*, *culmorum*, *equiseti*. Toutes les souches ne sont pas productrices de zéaralénone.

La zéaralénone a été identifiée comme une lactone de l'acide résorcylique (RAL). Sa formule est donnée dans la

Figure 5.

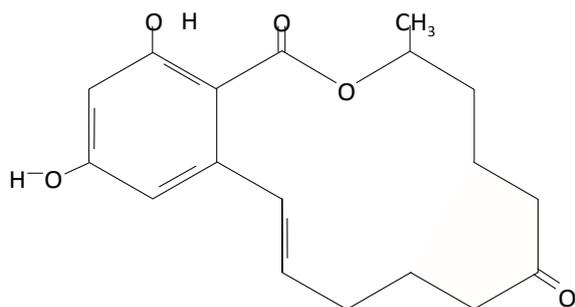


Figure 3 : structure moléculaire de la zéaralénone et ses dérivés.

## 5. Agir pour limiter les risques liés aux mycotoxines :

### La lutte contreinfestation fongique des cultures

- Réduire les dommages dus aux insectes et aux champignons en utilisant judicieusement les insecticides et fongicides agréés et en adoptant d'autres méthodes intégrées appropriées dans un programme de lutte contre les ravageurs;
- Utiliser, s'il y a lieu, des fongicides agréés afin de réduire ou d'éviter la formation de moisissures sur les cultures, en choisissant le traitement fongicide qui convient à la culture considérée;
- Planter en respectant l'espacement recommandé pour l'espèce et/ou les variétés cultivées, afin d'éviter le surpeuplement;
- Enlever ou détruire les adventices au voisinage des cultures, afin d'éliminer des réservoirs d'inoculum fongique;
- Enlever ou détruire les mauvaises herbes pendant la croissance des cultures, afin d'éviter qu'elles ne les concurrencent;
- Prendre l'habitude de pratiquer la rotation des cultures;
- Irriguer de façon homogène l'ensemble de la culture, en s'assurant que chaque plante reçoit suffisamment d'eau ;
- Détruire ou enterrer toutes les matières organiques mortes, les résidus des cultures et autres plantes potentiellement hôtes, ainsi que les végétaux infestés par des champignons, avant de préparer la terre pour une nouvelle culture ;
- Autant que possible, éviter de semer et de récolter aux époques où l'infestation par moisissures a davantage de probabilités de se produire ;
- Éviter les dégâts mécaniques produits pendant la culture ;
- Récolter à pleine maturité.

Il n'existe pas de solution unique dans la lutte contre les mycotoxines. Il est important de prendre en compte diverses stratégies pour réduire et contrôler le taux de mycotoxines dans les produits agro-alimentaires. Le meilleur moyen pour éviter la contamination en toxine réside dans la prévention de l'apparition des moisissures lors des étapes précédant la transformation du produit alimentaire. Comme nous avons pu le constater auparavant, les moisissures sont des micro-organismes omniprésents dans l'environnement, aussi bien intérieur qu'extérieur. Elles se développent lorsque certaines conditions environnementales sont réunies : humidité suffisante, température optimale, composition gazeuse, composition du substrat (présence de carbone, azote et oxygène) ... Les méthodes de lutte développées reposent principalement sur la modification des paramètres propices à la prolifération fongique, mais aussi sur le respect des bonnes pratiques de culture, de récolte et de stockage. Selon le type de moisissures (de champs ou de stockage), il convient de différencier les méthodes de lutte en fonction du lieu d'origine de la croissance fongique (Alban, 2016).

**Tableau VI:** Quantités maximales admissibles d'aflatoxine (HIGHLEY et al, 1994).

Marchandise	Quantités maximales Aflatoxines admissibles (ug/Kg)
Alimentation humaine	5 à 30
Aliments pour bébés	5 à 20
Aliments pour bétail laitier, jeune bétail	5 à 20
Aliments pour porcins et volaille	10 à 30
Aliments pour bovins et caprins	20 à 300

Contrairement aux idées reçues, le traitement thermique des céréales ou du foin qui détruit les champignons et leurs spores, ne neutralise pas la majorité des mycotoxines qui sont thermorésistantes.

Afin de gérer et neutraliser les mycotoxines potentielles présentes dans l'aliment, il est intéressant d'ajouter des capteurs de mycotoxines.

Qu'ivisent à :

Capter et piéger les mycotoxines dans le bol alimentaire, les rendant indigestibles et excrétées dans les fèces. Dans cette catégorie nous trouvons des produits comme le charbon actif, différentes argiles, extraits de levures ou d'algues. Chacun de ces constituants a une affinité plus ou moins forte à se liquer à telle ou telle mycotoxine. En revanche, leur utilisation doit être raisonnée car elle affecte également la bonne assimilation de certaines vitamines ou oligoéléments. C'est le cas notamment du charbon et de certaines argiles.

**Soutenir le fonctionnement du foie** dans son rôle de filtration/ élimination des toxines ayant franchi la barrière intestinale.

# **Chapitre III :**

## **Elevage**

### **caprin en**

#### **Algérie**

## Chapitre III : élevage caprin en Algérie

### **1. Généralité sur l'élevage caprin :**

L'élevage caprin est en expansion partout dans le monde. Entre 1993 et 2013, le nombre mondial de chèvres a grimpé de 611 millions de têtes à 976 millions, soit une croissance de 59,7%, alors que la population mondiale n'a augmenté que de 28,4%. Cette augmentation a principalement eu lieu en Afrique et en Asie qui regroupaient respectivement 35,66% et 58,50% du cheptel mondial en 2013 alors que l'Europe n'en possédait que 1,64%. L'élevage caprin ne se limite pas à la production laitière. Dans de nombreux pays, les chèvres sont aussi élevées pour leurs poils, cuir ou viande (Leleux et al., 2019).

Les chèvres sont capables de s'adapter à des environnements très variés. Plus de 400 races de chèvres existent mais seulement une trentaine de races sont reconnues comme laitières primaires. Parmi celles-ci, quatre sont reconnues pour leur grand rendement laitier : l'Alpine, la Saanen, la Toggenburg et la Nubian (Marques de Almeida et Haenlein, 2017).

Les modes de production sont très diversifiés dans le monde, allant du plus extensif, comme l'élevage pastoral, au plus intensif avec l'utilisation d'aliments concentrés, d'ensilages et/ou d'objets automatisés.

### **2. l'élevage caprin en Algérie :**

L'élevage constitue une source de revenu pour une bonne partie du monde (Dedieu et al., 2010). Ainsi, l'élevage caprin a toujours joué un rôle important dans plusieurs pays du monde, notamment dans les pays en voie de développement (ITELV, 2009). En Algérie, l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus répandues en régions difficiles, il est basé sur l'exploitation des ressources naturelles (parcours, maquis, forêts...) (ITELV, 2009). Il permet de transformer ces ressources pastorales en produits de qualité ; le lait de chèvre et la viande caprine sont en effet des sources nutritionnelles intéressantes, mais ils participent aussi aux revenus des populations rurales (Sahraoui et al., 2016). Les caprins contribuent également au maintien des éleveurs en territoires pauvres et peu accessibles en permettant ainsi une présence humaine dans des régions exposées au dépeuplement humain (Madani et al., 2015). Actuellement, l'élevage caprin est très largement pratiqué au sein de la population rurale algérienne. Le lait de chèvre assure en partie l'alimentation des petits enfants et fournit du lait cru, du lait caillé et du lait fermenté à toute la famille malgré un rendement peu élevé (110 litres par chèvre et par an en moyenne) (Tennah et al., 2014). Cette faible productivité laitière des chèvres est due à une alimentation basée sur des ressources végétales naturelles spontanées fortement tributaires des aléas climatiques (El Bouyahiaoui, 2014).

L'élevage caprin est localisé dans toutes les zones d'Algérie. Au nord, il est pratiqué en montagnes mais la majeure partie de l'effectif est répartie dans les zones steppiques et subdésertiques. La steppe Algérienne couvre environ 20 Millions d'hectares.

### **3. Composition génétique de la population caprine**

#### **3.1 La population des races caprines locales**

se caractérisent par de longs poils, le plus souvent de couleur noire ou gris foncé, et par sa rusticité et son adaptation à la diversité pédoclimatique algérienne. Ce groupe comprend la race Arbia, localisée principalement dans la région de Laghouat ; la race Kabyle, occupant les

montagnes de Kabylie et des Aurès ; la race Makatia, localisée dans les hauts plateaux et dans certaines zones du Nord ; et enfin la race M'Zabia, localisée dans la partie septentrionale du Sahara (BRAHMIA et al, 2022) (Figure 4).



**Figure4 :** Chèvres Arabia, Makatia, M'Zabia et Kabyle (BRAHMIA et al, 2022)

### **3.2 La population des races importées :**

La population des races importées est représentée principalement par la Saanen et à un moindre degré par l'Alpine, importées d'Europe et caractérisées par leur forte production laitière. La race Saanen est élevée principalement par les fabricants du fromage en Kabylie (Moula et al, 2017).

#### **A. Race Saanen**

La Saanen avec l'Alpine est une des deux races laitières les plus couramment citées pour obtenir le meilleur rendement laitier possible. Elle est d'ailleurs considérée comme la race caprine la plus élevée dans le monde. La Saanen est uniformément blanche. Elle provient de la vallée de la Saane, en Suisse. C'est une race très développée, avec une grande capacité thoracique dont son poids atteint 50 à 90 kg pour les femelles et 80 à 120 kg pour le male. Elle produit 894 kg du lait à 3,31% de MG et 3,02% de protéines en 296 jours (vanwarbeck, 2008).



Figure 5 : La race Saanen. [4]

#### B. Race Alpine :

Cette race est originaire du Massif alpin plus particulièrement des parties suisse et française de la chaîne des Alpes. Elle est de taille moyenne, un bouc pèse de 80 à 100 Kg, une chèvre de 50 à 70 Kg, à poils ras, avec une poitrine profonde, un bassin large et peu incliné et des membres solides ce qui donne des aplombs corrects. La chèvre Alpine est une très bonne laitière qui supporte bien les différentes formes d'élevage, en stabulation, en semi-plein air ou en plein air, pâturage ou pelouse alpine.

Une chèvre fournit plus de 730 Kg de lait et sa durée de lactation moyenne est de 269 jours; certaines chèvres peuvent aller jusqu'à 1000 Kg par lactation. Le lait présente un taux butyreux de 33,4 g /L et un taux protéique de 29 g/L. L'Alpine est une race qui s'est particulièrement bien habituée à la machine à traire (Babo, 2000; De Simiane, 1995).

Figure 7 : La race alpine (Manallah, 2012)



### **3.3 La population métissée :**

La population métissée est issue de croisements contrôlés ou incontrôlés des races locales avec les races Maltaise, Damasquine, Murciana, Toggenburg, Alpine et Saanen. L'objectif de ces croisements reste varié selon les régions et les éleveurs (Moula et al., 2017).

### **4. Evolution des effectifs caprins en Algérie :**

Au niveau national, le cheptel caprin est estimé à 5007894 têtes en 2017, ce cheptel a marqué une légère évolution, qui, est liée aux essais d'intensification par l'introduction des races améliorées en particulier l'Alpine et la Saanen. (Manalleh ,2012).

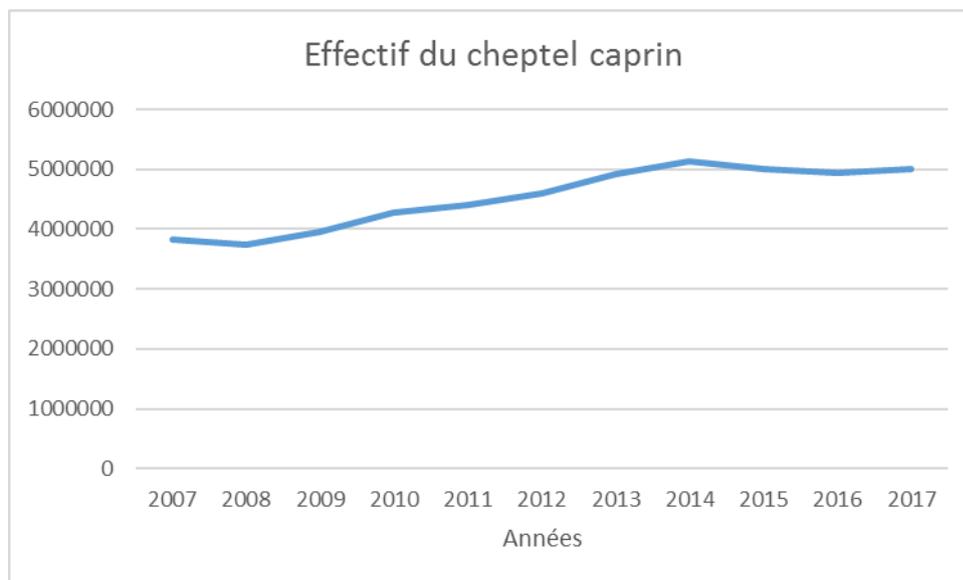


Figure 7 : Évolution des effectifs du cheptel caprin en Algérie (FAOSTAT, 2018).

### **5. Alimentation des caprins**

L'alimentation est l'un des principaux piliers sur lequel est basé tout élevage, notamment l'élevage caprin laitier. Elle assure l'apport d'éléments nutritifs nécessaires pour satisfaire les besoins des animaux de façon à les maintenir en bonne santé et de leur permettre d'extérioriser leurs potentialités génétiques. Pour cela, il faut établir des rations dont les caractéristiques sont déterminées en fonction de l'espèce animale, du stade physiologique et de la production voulue(ALLAOUA, 2019).

### **6. Comportement alimentaire des chèvres**

Tout comme les ovins et bovins, les caprins sont des ruminants herbivores. Ils sont donc bien adaptés à la valorisation des fourrages, contrairement aux volailles ou aux suidés. Cette valorisation est rendue possible grâce à leur système digestif particulier comprenant un rumen, pré-estomac où ont lieu des nombreuses fermentations, pouvant atteindre 8 à 20% du poids vif (PV) de la chèvre. Sa taille est un facteur limitant de la capacité d'ingestion (CI). Contrairement aux bovins, uniquement brouteurs, les caprins sont mi-brouteurs mi-cueilleurs. Ainsi, les chèvres trient les aliments en fonction de leur préférence alimentaire et ce, d'autant plus qu'une large gamme d'aliments est à leur disposition (Jacques, 2012).

La palatabilité des aliments dépend de plusieurs facteurs. Au niveau individuel, chaque chèvre a ses propres préférences en fonction de son histoire. Les chèvres ingèrent bien les fourrages qu'elles connaissent depuis qu'elles sont petites. En revanche, elles peuvent rechigner à manger certains aliments qui leur auraient causé une mauvaise expérience, comme une acidose sub-clinique (leleux et al, 2019).

Le mode de conservation influence également la palatabilité : les fourrages verts sont préférés aux foins, eux-mêmes préférés aux ensilages sauf pour les préfanés enrubannés (Jacques, 2012).

Les chèvres reçoivent généralement 2 repas principaux par jour, distribués après les traites quand celles-ci ont lieu le matin et le soir. Le reste du temps est occupé par des repas secondaires et de la rumination.

**Chapitre IV :  
généralité sur  
le lait et  
production  
laitière**

## Chapitre IV : généralité sur le lait et production laitière

### 1. Définition de lait

Selon la réglementation Algérienne, la dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis en traitement thermique. La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenance d'une femelle laitière, autre que le lait de vache, doit être par la dénomination « lait » sur de l'indication de l'espèce animale dont il provient (Kabir, 2014).

### 2. Définition du lait de chèvre

Le lait de chèvre est liquide blanc ou mat, opaque d'une saveur peu sucrée dont l'odeur (chèvre) lorsqu'il est récolté et conservé proprement, est peu marquée voire inexistante. Il donne une impression bien homogène c'est-à-dire ni trop fluide ni trop épais (Laba, 2004). Le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse (sérum) comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéines du lactosérum), les autres sous formes colloïdale (caséines), il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (Belarbi, 2014).

### 3. Composition de lait de chèvres :

Par rapport à son poids vif, la chèvre produit près de 30 % de matières azotées et matières grasses de plus que la vache et plus de 50 % de plus que la brebis. Le lait est un liquide constitué principalement d'eau (90 %), de protéines, de matière grasse (lipides), de sucres et de minéraux. Sa couleur blanche et opaque est due à la réfraction de la lumière sur les particules de protéines regroupées sous forme de sphères ou « micelles ». Mais contrairement au lait de vaches, même s'il est de composition très voisine, le lait de chèvre a une couleur blanche, très caractéristique, en raison de l'absence de pigments caroténoïdes (Pradal, 2012).

**Tableau VII :** Composition comparée du lait de chèvre, de brebis et de vache (Pradal, 2012).

Constituants	Lait de chèvre	Lait de brebis	Lait de vache
--------------	----------------	----------------	---------------

Poids du litre (g)	1030	1038	1032
Eau (g)	900 - 920	830 -850	890-910
Matière sèche (g)	115 -117	185 - 190	120 -130
Matières grasses (g)	33-38	70-75	36- 40
Matières azotées (g)	28-30	55-65	32-34
Lactose (g)	47-48	47-48	48-50
Matières minérales (g)	7 - 8	11 - 12	7-8
-----	-----	----- 6,6-6,65	-----
pH	6,4 - 6,8	18 à 22	6,65 - 6,85
Acidité (°D)	12 à 14		16 à 18

Le tableau V donne la composition de lait de chèvre et des principales espèces exprimée en g/kg de lait. Ces données proviennent d'une synthèse, réalisée par Pradal (2012), de nombreuses sources bibliographiques existant à ce sujet. Selon les données représentées dans ce tableau, une moindre teneur en matières sèches utiles (MSU) du lait de chèvre, par rapport au lait de vache avec moins de matières grasses (35 g contre 38 g) et moins de matières protéiques (29 g contre 33 g), a été constatée. Selon le même auteur, la matière grasse du lait de chèvre, essentiellement constituée de triglycérides, contient 17 % des acides caprique, caproïque et caprylique, acides gras saturés à courte chaîne, contre seulement 5 % dans le lait de vache (ali, 2021).

#### 4. Caractéristiques physico-chimiques :

##### 4.1 Le pH

Le pH représente la concentration des ions hydrogènes dans une solution, Il permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait, qui peut être mesurée soit par le pH-mètre soit par le papier pH (Diouf, 2004). Le pH du lait n'est pas une valeur constante. Il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation (Gaucher, 2007). Le pH du lait de chèvre est généralement compris entre 6.45 et 6.90 avec une moyenne globale de 6.7 (Boumendjel et al., 2017). Par contre Kon (1972) à prélevé une valeur moyenne de pH pour le lait de chèvre variée entre 6.45 et 6.60 à 20 °C

##### 4.2 L'acidité titrable :

Elle est exprimée en acide lactique, sachant que 1 degré dornic est égal à 0.1 gramme d'acide lactique par litre de lait (Jouhannet, 1992).

A la sortie de la mamelle, le lait de chèvre sain a une acidité naturelle comprise entre 14 à 16 °Dornic, il existe des variations entre troupeaux. La mesure de l'acidité Dornic est utile pour vérifier la bonne activité des ferments lactiques et stopper les fermentations au bon moment (BELKHAMSSA et al, 2020).

##### 4.3 La densité :

La densité de lait de chèvre variait de 0.9917 à 1.2324 (Gabas et al., 2012). Cette variation est due notamment à la concentration du lait en substances dissoutes et sa teneur en corps gras en suspension. Plus le lait est pauvre en matière grasse plus la densité est élevée (Fall, 1997).

#### 4.4 Le point de congélation :

Le point de congélation moyen du lait – 0,548 °C, valeur max. -0,531 °C, valeur min. – 0,559 °C. L'effet de dilution moins grand que chez le lait de vache, la détermination du point de congélation n'est possible qu'à l'aide de la cryoscopie (Maurer et al., 2013). La détermination du point de congélation est l'une des caractéristiques les plus constantes du lait pour déterminer la fraude par le mouillage qui s'élève vers 0°C. On estime que le lait cru est mouillé si le point de congélation est au-dessus de - 0,530°C. Par contre l'écémage ne change pas le point de congélation (Fall, 1997).

#### 4.5 Le point d'ébullition :

Ce paramètre signifie la température à laquelle la pression de la vapeur du lait est égale à la pression appliquée. En terme simplifié, c'est la température où le lait passe de l'état liquide à l'état gazeux (Vignola, 2002). Le point d'ébullition du lait est de 100.15 à 100.17 à 20°C (Lubin, 1995).

#### 4.6 La conductivité :

La conductivité de lait de chèvre variée entre 4,3 à 13,9 ms.cm-1 (Juárez et al., 1986).

#### 4.7 Matière sèche totale :

La matière sèche totale de lait de chèvre est 12,9% (ST-Gelais et al., 1999).

#### 4.8 Matières salines :

La matière saline de lait de chèvre variée entre 0,728 à 0,709% (Noutfia, 2011).

### 5. Le cycle de la chèvre

On dit qu'une chèvre est saisonnée, contrairement aux vaches qui peuvent être en chaleur toute l'année. La chèvre rentre en chaleur quand les jours diminuent, c'est-à-dire à partir de la mi-août jusqu'à la fin octobre, voire jusqu'à la mi-décembre pour les retardataires. La gestation dure 5 mois, ainsi les premiers cabris naissent courant janvier, et les petits derniers arrivent en mai. Les petits sont nourris au lait pendant 2 mois et demi puis après passent au foin comme les grands. La mise bas déclenche la lactation. Une chèvre qui n'a pas eu de cabri ne peut pas avoir de lait. La lactation dure entre 9 et 10 mois. Elles se reposent 2 à 3 mois avant de refaire une lactation l'année d'après, c'est le tarissement (actualité, 2019).

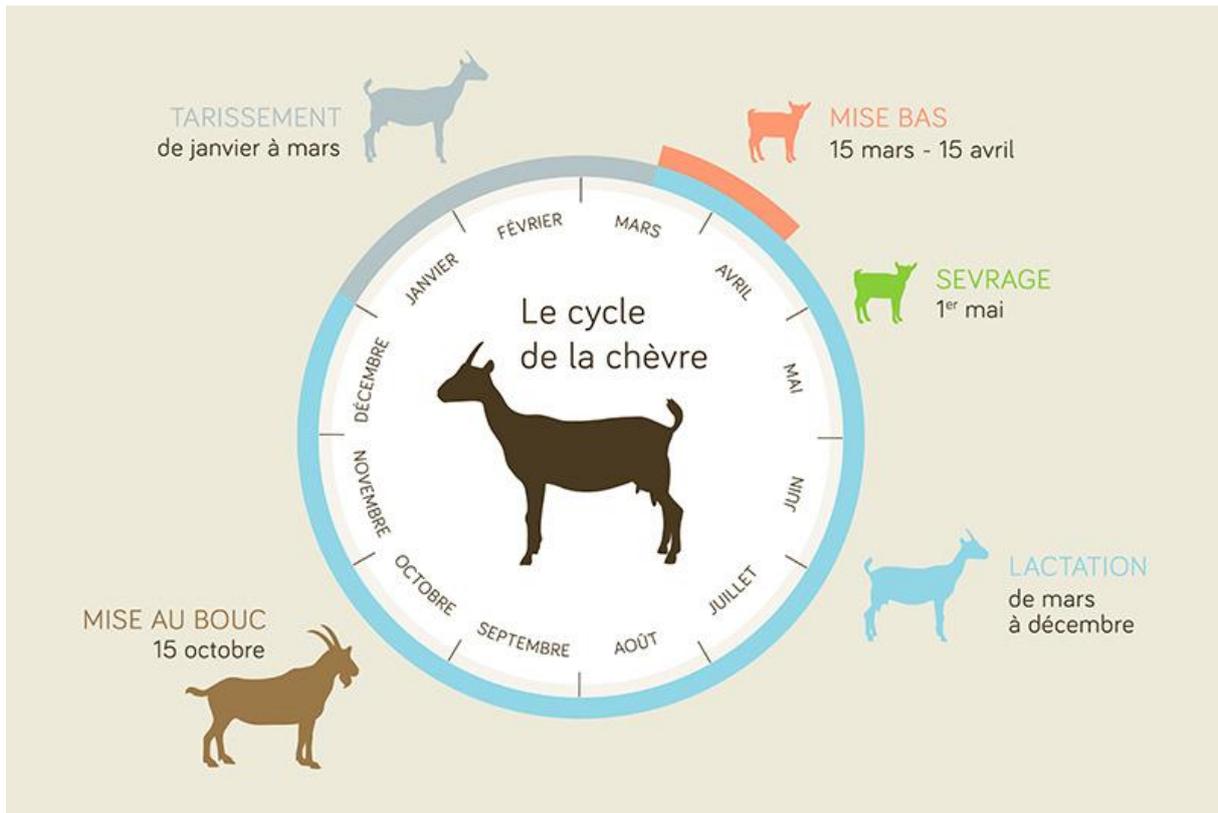


Figure 8 : cycle de la chèvre

## 6. Lactation chez la chèvre

Pour produire du lait, une chèvre doit avoir des petits. La naissance des chevreaux et chevrettes (de un à deux) a lieu une fois par an, après 5 mois de gestation. Dans les semaines qui suivent et pendant environ dix mois, la chèvre donne de 2 à 3 litres de lait par jour, collectés en deux traites quotidiennes, soit en moyenne 700 litres de lait par an. Dix mois après la naissance des chevreaux, la chèvre est tarie pour laisser la mamelle se reposer (Pichout, 2015).

D'après Gadoud et al. (1992), les besoins de lactation dépendent de la quantité de lait produite ainsi que de sa composition. Ces deux facteurs sont influencés par : l'individu, l'espèce, la race, l'âge, le nombre de mise bas, le stade et la durée de lactation, l'alimentation et l'état sanitaire, dont les besoins de 1 kg de lait sont de 0,38 UFL et 45 g PDI (Jenot et al., 2001). Ainsi pour la chèvre, la production laitière passe par trois phases : le début, la pleine et la fin de lactation :

- **Le début de lactation** : s'étend de la mise-bas jusqu'au pic de lactation, soit en moyenne 45 jours (Institut de l'élevage, 2011). Pendant cette période, la totalité des besoins énergétiques est élevée, soit 0,90 UFL/kg de MS. Ainsi, le déficit énergétique est couvert par la mobilisation des réserves corporelles et dure de 6 à 9 semaines (Leborgne, 2013).
- **La pleine lactation** : dure depuis le pic jusqu'à la mise en reproduction, soit 160 jours environ. Durant cette période, la production laitière est fortement dépendante du départ en lactation. En effet, les apports alimentaires doivent être ajustés sur les

performances laitières, lesquelles sont étroitement liées à la couverture des besoins énergétiques et azotés (Leborgne, 2013).

- **La fin de lactation** : d'environ 3 mois, et s'étale depuis la mise en reproduction jusqu'au tarissement, pendant lequel les réserves corporelles sont à reconstituer pour préparer la future lactation. Ainsi, l'évaluation de l'état corporel à la mise en reproduction, puis un mois et demie plus tard, est nécessaire pour ajuster les apports alimentaires des laitières (Leborgne, 2013).

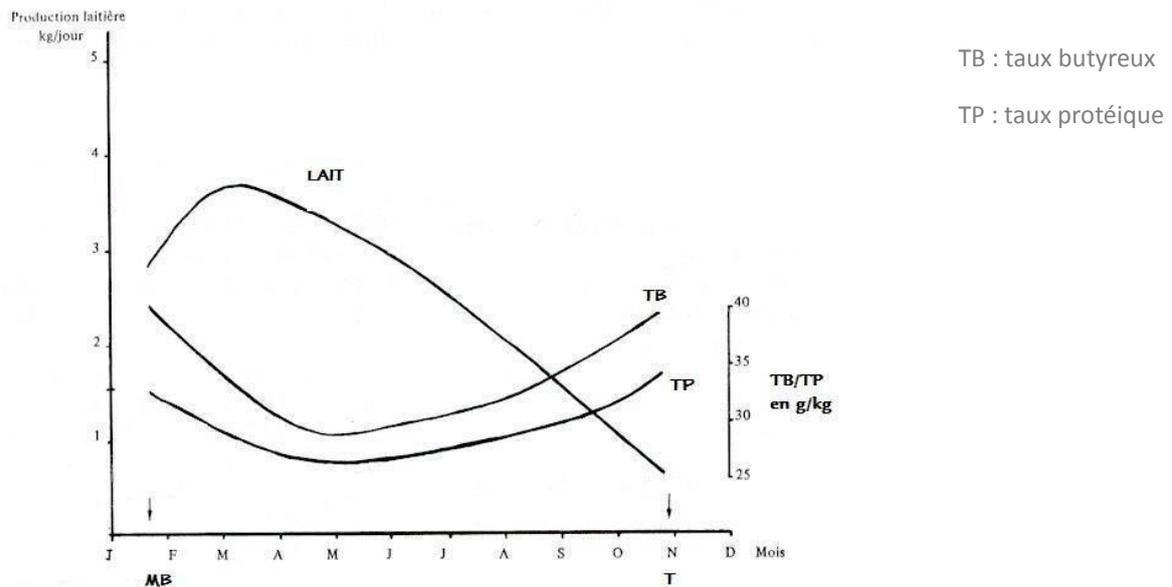


Figure 9 : Courbe de lactation théorique de la chèvre

## 7. L'importance du lait de chèvre

L'existence de plusieurs variétés de type de lait en fonction des espèces mammifères, et le lait de chèvre peut constituer une profitable alternative au lait de vache (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Les produits au lait de chèvre suscitent l'intérêt des consommateurs du fait qu'ils accomplissent l'une des trois demandes suivantes : (1) la consommation ménagère ( la chèvre est la vache du pauvre ),(2)Un intérêt particulier est donné aux produits à base de lait de chèvre spécialement le fromage et le yaourt vu leurs goût,(3) caractéristique : leurs propriétés nutritionnelles particulières et leur rentabilité accrue, ainsi que le troisième aspect de la demande qui découle de l'affection des personnes souffrant d'allergies au lait de vache (Haenlein, 2004). Le lait de chèvre est un aliment de grande importance à l'échelle mondiale. Il contribue grandement à l'alimentation humaine dans les pays en voie de développement (Wehrmueller et al., 2008).

## **8. Principale pathologie autour de la mise-bas chez la chèvre :**

### **8.1 La mammite :**

Définie comme une inflammation du pis, est une maladie très importante chez les moutons et les chèvres. La mammite est une maladie complexe qui résulte d'une interaction entre l'hôte (l'animal), l'agent pathogène (le micro-organisme qui cause la maladie) et l'environnement. Elle peut entraîner une réduction de la production de lait et une mauvaise qualité du lait chez les animaux laitiers. Elle entraîne également une diminution de la prise de poids chez les agneaux et les chevreaux.

De multiples facteurs peuvent entraîner l'apparition de mammites dans les élevages (on parle de maladies multifactorielles). C'est pourquoi il est parfois difficile d'en identifier les causes.

#### **8.1.1 Les mammites cliniques**

L'infection se caractérise par l'apparition de signes visibles au niveau du quartier, de la mamelle ou même de l'animal. On peut observer une modification de l'aspect du lait (présence de cailles, de grumeaux...), un ou des quartier(s) gonflé(s), chaud(s), dur(s) ou douloureux et, dans les cas les plus sévères, une atteinte de l'état général de l'animal.

#### **8.1.2 Les mammites subcliniques :**

Sont des mammites asymptomatiques. Elles sont souvent sous-estimées dans les élevages, car il y a peu de prélèvements individuels de lait chez les petits ruminants. Ces mammites causent pourtant de nombreuses pertes économiques, autant sur le lait que sur les agneaux ou les chevreaux, et elles peuvent également devenir des mammites cliniques. Les impacts sur le lait sont principalement la baisse de production, l'augmentation des taux cellulaires et la modification physico-chimique du lait (RAMONDDAVID, 2015).

# **Chapitre V: Body Condition Scoring (BCS)**

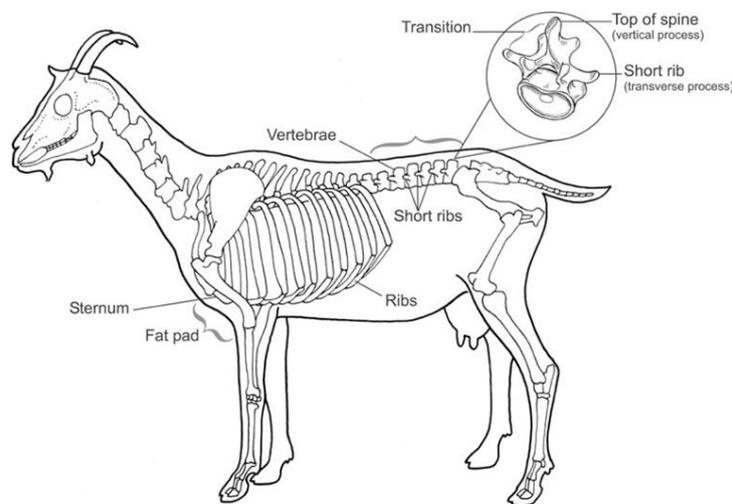
## Chapitre V : body condition scoring

### 1. BCS :Body Condition Scoring

La notation de l'état corporel (BCS) est la méthode la plus largement utilisée pour évaluer les changements dans les réserves de graisse corporelle, ce qui reflète son fort potentiel d'être inclus dans les protocoles d'évaluation du bien-être à la ferme.

Avec de la pratique, l'évaluation de l'état de chair ne devrait prendre que de 10 à 15 secondes par animal.

Les trois principaux endroits à évaluer quand vous évaluez l'état de chair sont la colonne lombaire, les côtes et le sternum (voir figure 10).



**Figure 10** : squelette de chèvre.

### 2. Comment évalue-t-on l'état de chair d'un animal ?

Il existe divers systèmes d'évaluation qui font appel à différentes échelles de notation pour exprimer l'état de chair d'une chèvre. L'échelle la plus couramment utilisée est une échelle comportant 5 niveaux d'indice. L'indice 1 décrit une chèvre mince; l'indice 2, une chèvre normale; l'indice 3, une chèvre grasse; l'indice 4, une chèvre très grasse ou obèse. La chèvre doit être retenue et palpée si l'on souhaite évaluer l'état de chair avec exactitude. La palpation du sternum et de la région lombaire, telle qu'illustrée à la Figure 11, est également nécessaire pour réaliser une bonne évaluation. Une formation appropriée et de la pratique permettent d'évaluer de manière uniforme l'état de chair des animaux.

Pour évaluer l'état de chair d'une chèvre laitière, palper la région des vertèbres lombaires qui contient les protubérances épineuses et transverses de la colonne vertébrale juste derrière

les côtes, de même que la région du sternum ( figure 11).



Figure 11 : région des vertèbres lombaires et sternum

### 3. Que doit-on cibler ?

L'évaluation de l'état de chair a pour objectif de cibler et de maintenir un indice d'état de chair de la chèvre à différents stades de production. Certaines étapes de production sont particulièrement importantes en ce qui a trait à l'état de chair, notamment au moment du tarissement, de la mise basse et au pic de la lactation. L'indice de l'état de chair va fluctuer selon le stade de production, la productivité de la chèvre et le fait qu'elle porte un seul chevreau ou plusieurs. On recommande un indice d'état de chair supérieur à 2,5 et inférieur à 3,5 au moment du tarissement ; supérieur à 2,75 à moins de 3,5 à la mise-bas, et pas moins de 2,5 au pic de la lactation.

La chèvre trop mince au cours de la gestation (dont l'indice d'état de chair est inférieur à 2) aura une faible production de lait et des difficultés de reproduction au moment de l'accouplement à la prochaine lactation. Par contre, la chèvre trop grasse (indice supérieur à 4) risque de présenter des troubles métaboliques (toxémie de gestation), une réduction de la productivité et des difficultés à la mise bas.

### 4. Les cotes d'état de chair

L'évaluation de l'état de chair est utile lorsqu'elle est effectuée sur une base régulière, car elle permet de repérer les chèvres qui nécessitent une attention particulière et facilite la gestion des stratégies alimentaires et nutritionnelles à la ferme. Un changement d'un seul point dans l'état de chair correspond à un changement de 3 à 5 kg du poids vif, selon le stade de gestation (Koyuncu et Altincekic, 2013). Des changements dans l'état de chair d'un animal peuvent indiquer une modification de son état de santé et de son statut nutritionnel. Le fait de suivre l'évolution de l'état de chair d'un groupe durant le cycle de production peut aider à mieux comprendre comment les modifications de l'état de chair surviennent en fonction de la production de lait et du stade de gestation, ce qui constitue un outil additionnel permettant de

prendre des décisions plus éclairées en matière de nutrition et d'aider éventuellement à prévenir les maladies métaboliques.

L'important n'est pas d'attribuer une cote exacte à chaque chèvre, mais de pouvoir déterminer si votre chèvre est sous-alimentée (trop maigre) suralimentée (trop grasse) ou en bon état de chair (en poids-santé).

Il ne s'agit pas de classer vos chèvres entre elles, mais de les comparer au barème. Ne choisissez pas une femelle dont la cote d'état de chair est idéale selon vous pour la comparer à toutes les autres. Chaque chèvre doit être comparée aux cotes d'état de chair du diagramme (OntarioGoat).

### **Cote d'état de chair 1\*\***

#### Colonne lombaire

Dessus de la colonne : bien visible, peut être pincé facilement. Creux profond entre chaque vertèbre.

Boutes de côtes : forment une saillie continue que l'on peut prendre entre les doigts. Creux profond entre chacun.

Transition : on ne palpe aucune graisse et très peu de muscles entre le dessus de la colonne et les bouts de côtes.

Côtes : bien visibles. Les doigts pénètrent facilement entre les côtes.

#### Sternum

Cartilage : facilement palpable.

Coussinet adipeux : facile à prendre entre le pouce et l'index et à faire bouger d'un côté à l'autre.



Figure 12 : cote d'état de chair 1

### **Cote d'état de chair 2**

#### Colonne lombaire

Dessus de la colonne : visible, on sent un peu de muscle entre la peau et les os.

Boutes de côtes : forment une saillie que l'on peut prendre entre les doigts.

Transition : creux profond entre le dessus de la colonne et les bouts de côtes.

Côtes : certains sont visibles. Les doigts pénètrent facilement entre les côtes.

Sternum

Cartilage : n'est pas facilement palpable.

Coussinet adipeux : peut être prise entre les doigts ; bouge légèrement d'un côté à l'autre.



Figure 13 : cote d'état de chair 2

**Cote d'état de chair 3**Colonne lombaire

Dessus de la colonne : non saillant ; léger creux entre chaque vertèbre. Ne peut pas être prise facilement les doigts.

Boutes de côtes : la saillie est légèrement perceptible, mais on ne peut pas la prendre entre les doigts.

Transition : en pente douce du dessus de la colonne aux bouts de côtes.

Côtes : difficile à voir. On sent l'espace entre les côtes quand on applique une pression.

Sternum

Cartilage : à peine palpable.

Coussinet adipeux : large et épais. Il peut être pris entre les doigts, mais bouge très peu.



Figure 14 : cote d'état de chair 3

**Cote d'état de chair 4**Colonne lombaire

Dessus de la colonne : ne se voit pas. Aucune indentation entre les vertèbres. Le dessus de la colonne est plat et ne peut pas être pris entre les doigts.

Boutes de côtes : pas d'arête ni de saillie.

Transition : arrondie du dessus de la colonne aux bouts de côtes.

Côtes : ne se voient pas. Le flanc de l'animal semble plat. On ne sent l'espace entre les côtes qu'en appliquant une forte pression.

### Sternum

Cartilage : n'est pas palpable.

Coussinet adipeux : difficile à prendre entre les doigts et ne bouge pas d'un côté à l'autre.



Figura 15 : cote d'état de chair 4

### **Cote d'état de chair 5**

#### Colonne lombaire

Dessus de la colonne : enfouie dans la graisse, légère indentation entourée de protubérances grasses. La croupe ressemble au haut d'un cœur. Les vertèbres individuelles ne sont pas palpables.

Bouts de côtes : les vertèbres individuelles ne sont pas palpables.

Transition : bombement de la graisse du dessus de la colonne aux bouts de côtes.

Côtes : ne se voient pas. L'espace entre les côtes n'est pas palpable.

### Sternum

Cartilage : n'est pas palpable.

Coussinet adipeux : ne peut pas être pris entre les doigts ni bougé.



Figure 16 : cote d'état de chair 5

\*Une unité de la cote d'état corporel équivaut à 7-10 kg (15-22 lb).

\*\*Inapte au transport autrement que sur les conseils d'un vétérinaire

**Partie II :**  
**Étude**  
**expérimentale**

## 1. Objectif :

Le but principal de ce travail est de faire une étude d'impact incorporation d'un mélange des capteurs des mycotoxines et des acides organiques sur la production laitière chez les caprins.

## 2. Présentation des régions d'étude :

M'sila est une commune algérienne de la wilaya de la M'sila dont elle est le chef-lieu. Située au contact du tell et du bassin du hodna, la ville est fondée durant la période fatimide au X<sup>ème</sup> siècle.

M'sila est située à 60 KM au sud de bordj Bou arreridj, à 125 km de sétif, à 256 km de constantine et à 248 km d'alger.

Elle occupe une position stratégique, au contact du tell et du bassin du hodna et au cœur des hauts-plateaux.



Figure 17 : région de M'sila

Birtouta est une commune de la wilaya d'Alger en Algérie, située dans la banlieue Sud d'Alger.



Figure 18 : région de birtouta

## 3. Matériel et méthode :

### 3.1 Matériel animal :

L'expérimentation est réalisée sur deux élevages premier élevage (Elevage 1) à M'sila, le 2<sup>ème</sup> à Birtouta Wilaya Alger (Elevage 2).

Elevage 1 : y'a 11 chèvres gestantes de race Arbia. Les chèvres de cet élevage ont la majorité 6 ans, avec un nombre de lactation qui varie de 1 à 5 lactation.

Elevage 2 : 10 chèvres de race alpine et Saanen et des chèvres croisées entre eux. 7 chèvres gestantes, 2 chèvres vides et un male. Les chèvres de cet élevage ont entre 3 et 6 ans, avec une majorité de 3ans et nombre de lactation qui varie de 1 à 4. Au départ y'avait 11, puis

une chèvre a été vendue et une chèvre est morte, donc il est resté 9 chèvres (1 male et 8 femelles : une vide et 7 gestante).

### 3.2 Autres matériel :

#### 3.2.1 Le test de mamnite de Californie (CMT - California Mastitis Test) :

Est une façon rapide, simple et économique de détecter les infections subcliniques dans un quartier. Il donne une indication sur la quantité de cellules somatiques présentes dans le lait. Le test CMT ne réagira de façon visible qu'à partir d'un taux de 400 000 cellules et plus.

Matériel nécessaire : une palette de CMT, le réactif et des gants.



Figure 19 : la palette de CMT et le réactif

Le réactif c'est une solution permettant d'avoir une information fiable sur la qualité du lait et l'état des trayons avant infection généralisée.

Lorsqu'il est mélangé avec le lait, il réagit avec les cellules pour former un gel visqueux.

#### 3.2.2 Matérielles l'analyse physicochimique du lait :

##### 3.2.2.1 Lactoscan :

Est un dispositif compact conçu pour effectuer une analyse automatisée du lait. Il est équipé d'un écran qui affiche les résultats des analyses. Cet analyseur chimique moderne est capable d'analyser tous les type de lait, tels que le lait de vache, lait pasteurisé homogénéisé, le lait de brebis, lait de chèvre, le lait de bufflonne, le lait de chamelle, le lait lama, le lait restauré, le lait « UHT » et la crème de lactosérum.

Le lactoscan mesure différents paramètres du lait, notamment le :

Le lactose (%), l'eau (le moulage) (%), La température (°C), L'acidité (D), Point de congélation (°C), Densité (%), Les protéines (%), La matière grasse (%).

##### Principe

Le lactoscan est un analyseur de chimie moderne spécialement conçu pour l'analyse de tous les types de lait. Grâce à l'utilisation de la technologie ultrasonore, il offre une précision de mesure indépendamment de l'acidité du lait. De plus, il est possible d'effectuer des analyses avec des échantillons de lait ayant une température comprise entre 5°C et 40°C.

Les résultats de l'analyse sont rapidement affichés sur l'écran en seulement 50 secondes. De plus, si le lactoscan est équipé d'une imprimante intégrée, les résultats peuvent également être imprimés sur papier pour une meilleure traçabilité.



Figure 20 : lactoscan

### 3.2.3 Additif alimentaire

#### **Rumitox**

Promoteur de rumen & Améliorateur des indices de production.

Il combine des calcium et sodium sels de l'acide malique, fumarique et propionique qui travaille dans l'organisme de l'animal, augmentant sa productivité.

Il vise à :

Augmentation de la production de lait.

Productivité zootechnique élevée dans les taux de transformation de la viande.

Plus grand bien-être pour l'animal en évitant l'acidose.

Présentation en poudre micronisée pour une action plus efficace.

#### Composition de Rumitox :

- Sel de sodium de l'acide malique.
- Acide malique.
- Propionate de calcium.
- Formiate de calcium.
- Extrait de paroi cellulaire de levures MOS ET 1.3 1.6 beta glucanes.
- Sépiolite Bentonite et Kieselgur.
- Gallate de propyle et citrate de calcium.
- Sel minéraux.

### 4. Méthode :

On a réparti les chèvres sur 2 lots, un lot expérimental et un lot témoin pour l'élevage 1

Durant l'expérimentation les chèvres des 2 élevages ont fait l'objet d'un dépistage des mammites subcliniques (CMT) et la mesure de leur BCS (Méthode : voir plus haut pour plus détails) 2 fois à 1 mois d'intervalle.

L'intervalle entre parturition est d'environ 1 an pour les 2 élevages

Les animaux pour chaque élevage, vivaient dans les mêmes conditions et recevaient la même alimentation, seul point de différence l'incorporation de l'additif pour le lot expérimental d'élevage 1 et tous les chèvres d'élevage 2. L'additif a été incorporé dans l'aliment concentré.

#### 4.1 La notation de l'état corporel (Body condition scoring - BCS) :

Est un outil permettant de déterminer si un animal est trop mince, trop gros ou dans des conditions idéales. L'échelle de notation du BCS va de 1 (émacié) à 5 (gras).

C'est l'ossature de la chèvre qu'il faut palper. Votre capacité de trouver les os dépend de la quantité de graisse et de muscle qui les recouvre. S'il est facile de trouver les os, la chèvre n'a pas assez de graisse et de muscles. Si vous avez du mal à les trouver, la chèvre porte peut-être trop de graisse.

#### 4.2 Technique de CMT :

- Nettoyer la mamelle et Traire les premiers jets de lait à part dans un récipient à fond noire.
- Traire un peu de lait de chaque quartier dans chaque écuelle en identifiant bien l'appartenance quartier/ écuelle.
- Incliner le plateau afin d'éliminer excédent de lait jusqu'à que la graduation soit visible.
- Ajouter une quantité identique à celle du lait, 2 millilitres environ de solution mammité (« raidex » 2003 incolore) dans chaque écuelle.
- Homogénéiser par mouvements circulaires le mélange lait/ solution mammité.
- Après quelques secondes la réaction apparait et les résultats peuvent être notés.
- Après utilisation vider le plateau et rincer l'ensemble à l'eau.



Figure 21 : réalisation de CMT dans la ferme étudiée

#### 4.3 Comment le test CMT fonctionne-t-il et que mesure-t-il ?

Lorsqu'elle est mélangée avec du lait, la solution CMT réagit avec l'ADN des cellules somatiques. Les cellules somatiques sont principalement composées de globules blancs, également connus sous le nom de leucocytes. Plus le mélange contient de globules blancs, plus le degré de gélification sera élevé. Quand une chèvre a une infection mammaire, son corps envoie des globules blancs à la mamelle afin de combattre l'infection. Le lait et la solution CMT se gélifient proportionnellement au nombre de globules blancs présents dans le mélange, ce qui indique la gravité de l'inflammation.

#### 4.4 Prélèvement de lait pour les analyses physico-chimiques

Après avoir enfilé des gants, on désinfecte très soigneusement le trayon que nous allons prélever, puis on prélève une quantité égale de lait de chaque quartier conservée dans un flacon propre de 60 ml pour l'analyse physico-chimique. Chaque flacon porte le numéro d'identification de la chèvre prélevée.

## 5. Résultats :

### Elevage 2 :

figure : BCS des chèvres

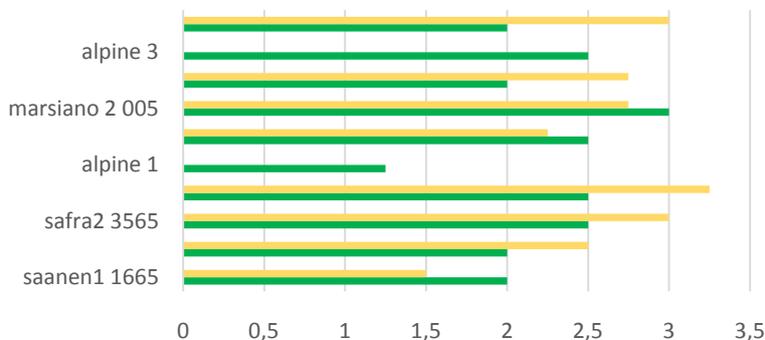


Figure 22 : des barres représentent le BCS des deux visites.

#### Interprétation :

Pour le 2ème élevage, le suivi de l'évolution du BCS a montré que le BCS lombaire pour les chèvres varie de 1.25 à 2,5 lors de la 1ère visite ce qui est en vert, au cours de la 2ème visite il est soit resté stable, soit a évolué positivement d'environ 0,25 jusqu'à 0,5( figure 22).

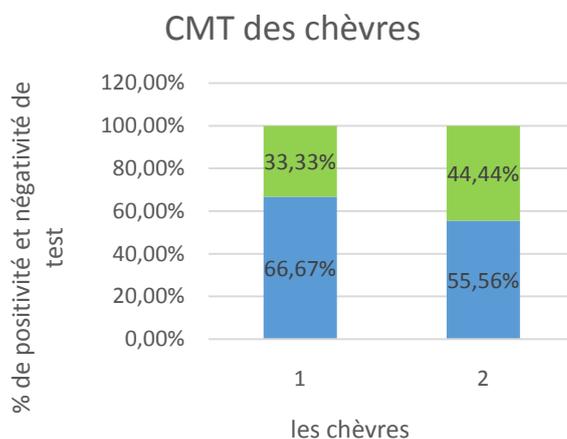


Figure 23 : histogramme représente CMT des deux lots des deux visites.

#### Interpretation

Dans cette présente étude, nous présentons les résultats d'un test CMT réalisé sur l'élevage 2. On a quantifié le pourcentage des cas positifs ce qui est en bleu

Les histogrammes montrent que y'a une petite amélioration lors de deuxième visite par à port à la première visite

Les résultats du test CMT indiquent un petit changement non significatif au niveau de mastite ou d'inflammation mammaire entre les prélèvements effectués. Cela suggère que les chèvres présentent un changement mais pas tellement significatif dans leurs états de santé mammaire sur la période de temps considérée

### Elevage 1

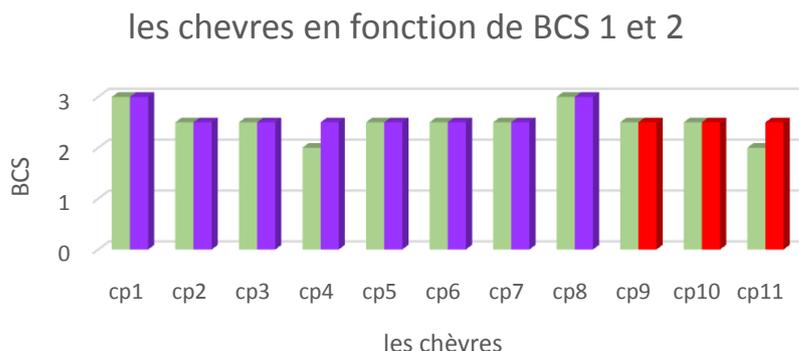


Figure 24 : histogramme présente le BCS des chèvres de 1<sup>er</sup> élevage pour les 2 lots.

### Interprétation

Nous présentons les résultats de BCS pour les deux lots, soit 1<sup>ère</sup> visite est en vert et 2<sup>ème</sup> visite est mauve pour lot expérimental et rouge pour lot témoin.

L'histogramme montre que les résultats sont pratiquement les mêmes pour les deux visites que ce soit dans le lot expérimental ou le lot témoin. Pour ce qui concerne le lot témoin, il s'est amélioré pour une chèvre, par contre il a resté stable pour le reste. Pour le lot expérimental il s'est amélioré aussi pour une chèvre et resté stable pour le reste.

chèvre	race	CMT 1	CMT 2
cp1	arbia	-	-
cp2	arbia	-	-
cp3	arbia	-	-
cp4	arbia	-	-
cp5	arbia	-	-
cp6	arbia	-	-
cp7	arbia	-	-
cp8	arbia	-	-
cp9	arbia	-	+
cp10	arbia	-	-
cp11	arbia	-	-

Tableau VIII : tableau montrant CMT des chèvres d'élevage 1

### Interprétation

Nous présentons les résultats d'un test CMT réalisé sur deux prélèvements pour chaque lot de chèvres. Le tableau montre que les résultats sont pratiquement les mêmes pour les deux prélèvements dans lot expérimental, pour le lot témoin une chèvre a devenu positive et les autres restes négatifs. Ça indique une stabilité des mastite ou d'inflammation mammaire entre les prélèvements effectués. Cela suggère que les chèvres des deux lots ne présentent pas un changement significatif dans leurs états de santé mammaire sur la période de temps considérée.

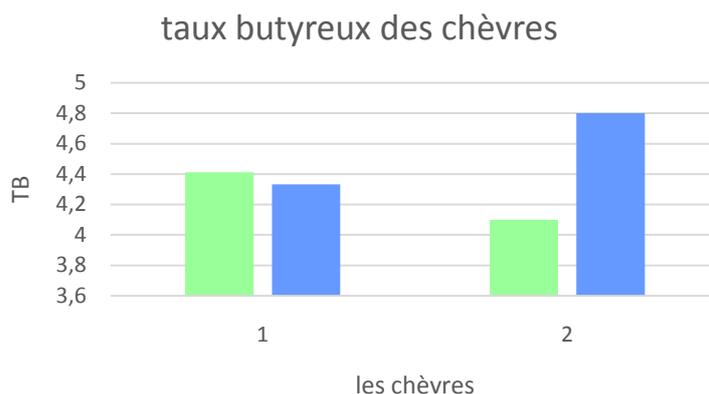


Figure 25 : histogramme de TB des chèvres d'élevage 1 pour les deux lots et pour les deux visites

#### Interprétation

L'histogramme représente la distribution moyenne de taux de matière grasse dans les deux lots différents des deux visites, l'expérimental en vert et témoin en bleu, les valeurs moyennes des deux lots sont distinctes lors de 2<sup>ème</sup> visite, avec le lot expérimental ayant une moyenne de (4,1) et lot témoin ayant une moyenne plus élevée de (4,8). cela suggère que les deux lots ont des taux butyreux moyen presque similaire ; aucune différence significative n'est observée pour les TB.

## 6. Discussion

L'additif contient un mélange d'acidifiants et de capteurs mycotoxine qui bien qu'agissant à différents niveaux peuvent avoir un effet synergique.

L'acidifiant contient de l'acide malique et l'acide fumarique, l'acide malique quand on le met dans le rumen, il est consommé par une principale bactérie du rumen *selenomonas ruminatum*, cette dernière consomme l'acide malique, en utilisant ce dernier ceci lui donne la capacité de consommer de l'acide lactique et de le restituer sous forme d'acide propionique (glucoformateur).

L'acide propionique une fois transféré au foie est transformé en glucose, ce dernier une fois dans la mamelle donne le lactose qui en augmentant la pression osmotique dans la mamelle

attire l'eau du sang et donc est à l'origine de la quantité de lait produite, ce qui rejoint l'explication de Gottschalk G (Gottschalk G, 1986).

Dans le même temps, cette bactérie réduit la concentration de l'acide lactique dans le milieu ruménal, cet acide se trouvant augmenté avec des rations riches en concentré comme celle utilisées autour du pic de lactation, cette diminution de concentration de l'acide lactique fait augmenter le pH du contenu du rumen qui devient bénéfique au fonctionnement de la flore cellulolytique avec comme conséquence une utilisation plus efficace de la fibre qui résulte en une augmentation de la production d'acide acétique à l'origine du taux de matière grasse du lait. A cet effet, des auteurs comme Nisbet DJ, Callaway TR, Edrington TS, et autres auteurs ont constaté que l'addition de malate a en effet fait augmenter le pH du rumen, la production de propionate et de butyrate et diminué le ratio acétate/propionate in vitro (Nisbet DJ et al, 2009).

D'autres études cependant ne trouvent pas d'effet à cet ajout c'est le cas de *Khampa* [98] (Khampa S et al, 2009) et de *Malekhahi* (malekkhahi et al, 2015) qui trouvent que l'apport de l'acide ou de ses sels n'a pas d'effet sur le pH du rumen, sur le taux d'azote ammoniacal chez les vaches laitières et les agneaux, les différences de résultats peuvent être attribués, au type d'animaux supplémentés, leur races, le type d'aliment utilisés, et la voie d'utilisation de ces acides entre autres raisons.

Dans le rumen, H<sup>+</sup> a plusieurs voies parmi ces derniers c'est la voie de méthane c'est-à-dire les bactéries méthanogènes vont prendre les ions de H<sup>+</sup> et vont l'utilisent pour formation des gaz de méthane donc c'est une perte d'énergie, jusqu'à 12% d'énergie est perdu sous forme de méthane. Lors de supplémentation par ces acides organiques, le H<sup>+</sup> est pris par les bonnes bactéries pour former l'acide propionique donc y'aura moins H<sup>+</sup> disponible pour former le méthane donc moins de perte d'énergie, Sahoo et Jena ont rapportés que Dans la plupart des cas les acides organiques utilisés chez les animaux sont d'origine naturelle, ce qui fait qu'ils ont une moindre toxicité, puisqu'ils existent dans le métabolisme normal, parmi ses rôles est réduire la production de méthane dans le rumen, ce qui réduit la valeur énergétique de la ration (Sahoo A, Jena B, 2014).

Dans l'ensemble cette amélioration de l'utilisation des aliments qu'ils soient concentrés ou fibreux, va s'accompagner d'une meilleure absorption alimentaire au bénéfice de la production et du statut immunitaire des animaux, de la même façon cette meilleure absorption des nutriments va également être suivie d'une émission moins importante de matières fécales et donc des matières organiques qui bénéficient au développement des bactéries dans le milieu extérieur en leur fournissant les substrats nécessaires à leur prolifération, ceci conduira donc à moins de fermentation, moins de multiplication des germes dans le milieu extérieur immédiat des animaux, ce milieu moins infectés devenant moins hostile diminue les chances d'infection de la glande mammaire objectivé par le changement des résultats des tests CMT.

Cependant, malgré les améliorations qu'on a trouvées dans le CMT et le BCS, on peut les considérer comme non significative car le nombre des sujets des deux lots n'était pas équilibré.

## 7. Conclusion

En conclusion de ce travail, les acidifiants organiques en acidifiant le contenu digestif améliorent la digestibilité, ce qui a pour effet de transférer plus de nutriment vers le sang au bénéfice d'une meilleure santé et meilleure production des chèvres, mais la courte période d'étude donc d'utilisation de ces acidifiants et le nombre réduit de chèvres n'ont pas permis d'obtenir des résultats dont l'impact aurait pu être qualifié de significatif.

L'état sanitaire du lait, lui a montré une nette amélioration entre le début et la fin de l'expérimentation, en effet le test CMT réalisé sur les chèvres a montré une diminution des cas positives surtout pour le 2<sup>ème</sup> élevage qui a présenté des cas positives presque de toutes les chèvres au départ, le 1<sup>er</sup> élevage reste tel qu'il est, c'est-à-dire les chèvres restent négatives pendant l'expérimentation. Pour le BCS aussi y'avait soit amélioration soit stabilité pour les deux élevages.

Cependant, malgré les améliorations qu'on a trouvées dans le CMT et le BCS, on peut les considérer comme non significative car le nombre des sujets des deux lots n'était pas équilibré.

Mais il n'en demeure pas moins important de souligner qu'étant des produits naturellement produits par l'hôte lui-même, ils ne peuvent donc avoir les effets négatifs des antibiotiques (résidus et transfert de l'antibiorésistance)

Dans l'ensemble, l'emploi de ces acidifiants, a permis une meilleure utilisation des nutriments par l'hôte, les régimes consommés par ces chèvres (ferme de Msila étaient très pauvres) ne permettant que de faibles rendements, ce qui a eu pour effet la non pleine expression de l'effet de l'acidifiant.

Il serait donc intéressant de refaire ce protocole dans de meilleures conditions d'alimentation et avec des effectifs plus importants et encourager à la maîtrise et la généralisation de l'utilisation de ces produits naturels qui pourraient impacter de façon positive nos élevages en matière de santé et de rentabilité

Les références :

(Actualité, 2019) : Actualité ; 2019 ; <https://lafermedescapricieuses.com/connaissez-vous-le-cycle-de-la-chevre/>

(Addar, 2020) : Addar, 2020 : addar sarah et meglali kahina ; 2020 ; effet des mycotoxines dans l'aliment sur la santé des ovins.

(AFSSA, 2006) : Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale Rapport synthétique - Décembre 2006 - . P09.

(Ahmad et al., 1989): Ahmad N. & Marth E.H., 1989. Behaviour of *Listeria monocytogenes* at 7, 13, 21 and 35 degrees in tryptose broth acidified with acetic, citric or lactic acid. *J. Food Prot.*, 52, 688-695.

(Alban G, 2016) : Alban Gauthier. Les mycotoxines dans l'alimentation et leur incidence sur la santé. *Sciences pharmaceutiques*. 2016. ffdumas-01315198ff. P13 - P104.

(Alban, 2016) : Alban Gauthier. Les mycotoxines dans l'alimentation et leur incidence sur la santé. *Sciences pharmaceutiques*. 2016. ffdumas-01315198ff.

(Ali, 2021) : Ali Bouguerra ; février 2021 ; Savoirs traditionnels sur les plantes aromatiques des parcours de caprins dans les Aurès (Batna, Algérie) et étude expérimentale de l'influence d'*Artemisia herba alba* sur le profil en composés phénoliques du lait de chèvre. P 07-08.

(ALLAOUA, 2019) : ALLAOUA Sofia Amel ; 2019 ; EFFET DU STADE PHYSIOLOGIQUE SUR LES VARIATIONS DES PARAMETRES SANGUINS CHEZ LE CAPRIN DANS L'EST ALGERIEN. Pages: 01, 08

(Babo, 2000) : babo ; 2000 ; race ovines et caprines française, 1<sup>ère</sup> édition, paris ; édition française agricole, 302p.

(Barabara, 2009) : Barbara Brutsaert, additives techniques, Trouw Nutrition Belgium, Akkerhage 4, 9000 Gent, 9<sup>ème</sup> Journée Productions porcines et avicoles – 2009. P55 .

(Barbara, 2009) : Barbara Brutsaert, additives techniques, Trouw Nutrition Belgium, Akkerhage 4, 9000 Gent, 9<sup>ème</sup> Journée Productions porcines et avicoles – 2009. P 54.

(BEHNAS et BENAYACHE, 2015) : BEHNAS D, BENAYACHE A.2015. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en microbiologie. Edition Berti: 17

(Belarbi, 2014) : Belarbi, M, (2014). Etude comparative entre la qualité microbiologique du lait cru de vache et de lait de chèvre, mémoire de master, Université Abou-Baker Belkaid Tlemcen, Algérie, pages : 03.

(BELKHAMSSA et al, 2020) : BELKHAMSSA Aicha, SOULTANI Khawla et ZAIMI Chahinaz ; Octobre 2020 ; Fabrication du fromage traditionnel à base de lait de chèvre en incorporant de la poudre de quelques aromes.

(Boumendjel et al, 2017) : Boumendjel M, Feknous N, Mekideche F, Dalichaouche N, Feknous I, Touafchia L, Metlaoui N, Zenki R. (2017). Caractérisation du lait de chèvre

produit dans la region du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. Algerian Journal of Natural Products , 492-06.

(BRAHMIA et al, 2022) : BRAHMIA Roumaissa, DOUAOURIA Safa et SOUADIKIA Maroua ; Juin 2022 ; Lait de chèvre : production, intérêt nutritionnel, diététique et contraintes.

(Bulter et day, 1998) : Butler, M. J. & Day, A. W. (1998) Fungal melanins: a review. Canadian Journal Microbiology, 44 : 1115-1136.

(Carlile et Watkinson, 1997): Carlile, M. J. & Watkinson, S. C. (1997) The fungi. Academic Press, San diego. CA.

(Chapeland-Leclerc et al., 2005) : CHAPELAND- LECLERC F., PAPON N., NOËL T., VILLARD J.,2005 : Moisissures et risques alimentaires (mycotoxicoles). Revue Française des Laboratoires, 373 p.

(Cherrington et al, 1991) : **CHERRINGTON, C. A., HINTON, M., MEAD, G. C.**, et al. Organic acids: chemistry, anti-bacterial activity and practical applications. Advances in microbial physiology, 1991, vol. 32, p. 87-108.

(Cotter et al., 2003) : Cotter P.D. & Hill C., 2003. Surviving the acid test: responses of Gram+ bacteria to low pH. Microbiol. Mol. Biol. Rev., 67, 429-453

(De simiane, 1995) : De simiane M ; 1995 ; la chèvre, 1<sup>ère</sup> édition, paris ; rustica édition, 103p.

(Dedieux et al, 2010) : Dedieu, B., Cournot, S., & Madelrieux, S. (2010). Transformations des systèmes d'élevage et du travail des éleveurs. Cahiers agricultures, 19(5), 312-315. DOI: 10.1684/agr.2010.0431.

(Dilworth et al., 1999) : Dilworth M.J. & Glenn A.R., 1999. Problems of adverse pH and bacterial strategies to combat it. Novartis Found. Symp., 221, 4-14.

(Diouf, 2004) : Diouf, L. (2004). Etude de la production et de la transformation du lait de chèvre dans les niayes (SENEGAL). Mémoire de diplôme d'études approfondies de production animale. Sénégal.

(Document, 2009) : Documents pour le Médecin du Travail N° 119 3e trimestre 2009 p 305-306

(Dutton M, 1985) : Dutton M. F, Ehrlich K, Bennett, J. W. Biosynthetic relationship among aflatoxins B1, B2, M1 and M2. Applied and Environmental Microbiology 49, 1985. 1392–1398.

(El Bouyahiaoui, 2014) : El Bouyahiaoui, R. (2014). Filière des petits ruminants en Algérie : situation actuelle et perspectives de développement. Résumé des 12e Journées Internationales des Sciences Vétérinaires « Filière des petits ruminants en Algérie : une richesse à promouvoir », 06-07 Décembre 2014 / ENSV. Alger. Algérie.

(Fall, 1997) : Fall, C . (1997). Etude des fraud du lait cru : Mouillage et ecrimage. Thèse l'école inter etats des sciences et médecine vétérinaire de Dakar.

- (Fantazi, 2004) : Fantazi, K. 2004. Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée d'Oued Righ (Touggourt). Mémoire de Magister I.N.A. Alger, 145p.
- (FAO, 1979) : ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE Rome 1979, P01.
- (FAOSTAT, 2018) : FAO, 2018. Données statistique sur l'élevage.
- (Fernandez, 2012) : Conservateurs pour cosmétiques - Généralités et conservateurs antimicrobiens Auteur(s) : Xavier FERNANDEZ, Florence MERCK, Audrey KERDUDO Date de publication : 10 sept. 2012
- (Foster, 1999): Foster J.W., 1999. When protons attack: microbial strategies of acid adaptation. *Curr Opin. Microbiol.*, 2, 170-174.
- (Gabas et al, 2012): Gabas A L. Renato A, Ferreira C, (2012). density and rheological parametrs of goat milk. *food scince and technology*.
- (Gadoud et al, 1992): Gadoud, R., Joseph, M.M., Jussiau, R., Lisberney, M.J., Mangeol, B., Montméas, L., Tarrit, A. 1992. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2, les éditions Foucher, Paris : 191-211.
- (Gaucher, 2007) : Gaucher. (2007). Cararctéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT. Thèse INRA Agrocampus Sci. Tech. Lait et œuf. agrocampus, Rennes.
- (Gherras, 2017): GHERRAS S, El HIMER N. 2017. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie industrielle et environnemental : 7-20.
- (Gottschalk G, 1986): Gottschalk G (1986): *Bacteria Metabolism* (2nd Ed.). Springer-Verlag. New York.
- (Guillaume, 2011) : Guillaume Aubert. Analyse des produits d'oxydation d'effluents aqueux : les acides organiques à chaînes courtes. Optimisation et contrôle [math. OC]. 2011.
- (Haenlein,2004): Haenlein, G. (2004a). Caprine milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51, 155-163.
- (HIGHLY et al 1994) : HIGHLY, E., ENRIGHT E.J., BANKS H.J. et CHAMP B.R., .1994. Stored product protection. *Proceeding of the international working conference on Stored Product Protection. Volume 2. CAB International. Canberra* : 969-1083.
- (Institut de l'élevage, 2011) : Institut de l'élevage, 2011. L'alimentation pratique des chèvres laitières. Editeur : institut de l'élevage paru le : 04/2011 : 13-15.
- (ITELV, 2009) : ITELV. (2009) Guide d'élevage caprin. Département des ruminants, Institut Technique des Elevages, 28p.
- (Jacques, 2012) : Jacques, L. 2012. L'élevage des chèvres. Édité par A-M. Paulais. France Agricole. Agriproduction. Institut de l'élevage.
- (Jarrige et al, 1995) : Jarrige, R., Ruckebusch, Y., Demarquilly, C., Farce, M-H., & Journet, M. (1995). Nutrition des ruminants domestiques : ingestion et digestion. Editions Quae. 921p.

- (JECFA, 2002) : JECFA (2002). Evaluation of certain mycotoxins. fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives 906.
- (Jenot et al, 2001) : Jenot, F., Bossis, N., Cherbonnier, J., Fouilland, C., Guillon, M.P., Lauret, A., Letourneau, P., Poupin, B., Reveau, A. 2001. Une lactation se prépare avant la mise-bas. L'éleveur de chèvres - numéro 9 - juin.
- (Jouhannet, 1992) : Jouhannet, P. (1992). Le lait de chèvre : Un produit d'avenir Thèse pour obtenir le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Limoges.
- (Juàrez et al, 1986) : Juàrez M., Ramos M. (1986 ) – Physico-chemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. In Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk, Bulletin No. 202, Athens, Greece, pp. 54-67.
- (Kabir, 2014) : Kabir, A. (2014). Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives), Thèse de doctorat, Université Ahmed Ben Bella, Oran, Algérie, pages : 5 Kizi, N, Mekdoud, S, (2013). Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de deux régions Akbou et Sidi Aich(Bejaïa), Université Bejaïa, page : 34.
- (Kadi, 2014) : Kadi S.A., Hassini F., Lounas N., Mouhous A. Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. In : Chentouf M. (ed.), López-Francos A. (ed.), Bengoumi M. (ed.), Gabiña D. (ed.). Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. Zaragoza: CIHEAM / INRAM / FAO, 2014. p. 451-456 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 108).
- (Kanisawa, 1984) : Kanisawa, M. (1984). Pathogenesis of human cancer development due to environmental factors. Gan No Rinsho. Japan Journal Of Cancer Clinics 30, 1445-1456.
- (Khampa S et al, 2009): Khampa S, Chumpawadee S, Wanapat M (2009): Supplementation of malate level and cassava hay in high- quality feed block on ruminal fermentation efficiency and digestibility of nutrients in lactating dairy cows. Pakistan J Nutr, 8, 441-446.
- (Kiffer et Morelet, 1997) : Kiffer, E. & Morelet, M. (1997) Les deutéromycètes. Institut National de la Recherche Agronomique.
- (Kon, 1972) : Kon, s. (1972). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine collection FAO : Alimentation et nutrition N°28. Rome: Food & Agriculture org P198.
- (Koyunca et Altincekic, 2013): Koyunca M. et S.O. Altincekic, Importance of body condition score in dairy goats, 2013, Maced. J. Anim. Sci. 3(2): 167-173.
- (Krogh et al, 1973): Krogh, P., Hald, B., Pedersen, E. J., Acta Pathol. Microbiol. Scand. B 1973, 81, 689 – 695
- (Laba, 2004) : Laba, D. (2004). Etude de la production et de la transformation du lait de chèvre dans les Niayes (Sénégal), mémoire de diplôme d'études approfondies de production animales, Université CeikhAnta Diop de Dakar, pages : 7.
- (Lambert et Straford, 1999) : Lambert R.J. et Straford M. (1999). Weak-acid preservatives: modelling Microbial inhibition and response. J. Appl. Microbiol. 86, 157-164.

- (Leborgne, 2013) : Leborgne, M.C. 2013. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2 : l'alimentation des monogastriques et des polygastriques, Volume 2. Educagri Ed., 328-331.
- (Leleux et al, 2019) : Leleux, Patricia. 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, 2019. Prom. Larondelle, Yvan Focant, Michel. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:19641>
- (Lubin, 1995) : Lubin, D. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Rome.
- (LÜCKSTÄDT et al, 2004): LIM, Chhorn, LÜCKSTÄDT, Christian, WEBSTER, Carl D., et al. Organic acids and their salts. Dietary nutrients, additives, and fish health. Willey-Blackwell, Hoboken, NJ, USA, 2015, p. 305-320.
- (Madani et al, 2015) : Madani, T., Sahraoui H., & Benmakhlouf H. (2015). L'élevage Caprin En Algérie : Systèmes d'élevage, Performances et Mutations. In Workshop National Sur "Valorisation Des Races Locales Ovines et Caprines à Faibles Effectifs", INRA" Institut National de La Recherche Agronomique d'Algérie", Ministère de l'Agriculture, Du Développement Rural et de La Pêche, Alger, Algérie, 2-3 Mars (2015). <https://www.researchgate.net/publication/273119383> .
- (Malekkhahi M et al, 2015) : **Malekkhahi M, Tahmasbi AM, Naserian AA, et al.** (2015): *Effects of essential oils, yeast culture and malate on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance and nutrient digestibility of Baluchi lambs fed high-concentrate diets.* J Anim Physiol Anim Nutr, **99**, 221- 229.
- (Manallah, 2012) : Manallah, I. 2012. Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Mémoire de Magister (Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie).
- (Manallah, 2012) : Manallah 2012 : Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de Magister. Dép d'Agronomie SETIF.
- (Marie, 2014) : Marie Grimaldi, Emelyne Renaglia Publié le 15.04.2014 Les additifs alimentaires ou comment rendre nos assiettes appétissantes.
- (Marques de Almeida et Haenlein, 2017) : Marques de Almeida, M., et G.F.W. Haenlein. 2017. « Production of Goat Milk ». Dans Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals, John Wiley & Sons Ltd, 11 à 41. John Wiley & Sons.
- (Maurer et al, 2013) : Maurer J, Berger T, Amrein R, Schaer W. (2013). Critères de qualité pour le lait de chèvre et de brebis exigences et valeurs indicatives ainsi que propositions pour un paiement du lait selon des caractéristiques qualitatives. ALP forum n° 97, 09.
- (Metzner et al., 2004): Metzner M., Germer J. & Hengge R., 2004a. Multiple stress signal integration in the regulation of the complex sigma S-dependent csiD-ygaF-gabDTP operon in Escherichia coli. Mol. Microbiol., 51, 799-811.
- (Miller, 1995): Miller, J. D. (1995). Fungi and mycotoxins in grain: Implications for stored product research. Journal of Stored Products Research 31, 1-16.

- (Miranda, 2017) : [Dr. Miranda Wiley, ND](https://botanicahealth.com/fr/blog/les-acides-organiques-que-sont-ils-et-que-font-ils-pour-notre-sante/) juin 9, 2017 <https://botanicahealth.com/fr/blog/les-acides-organiques-que-sont-ils-et-que-font-ils-pour-notre-sante/>
- (Mislivec & Tuite, 1970): Mislivec, P. B., and Tuite, J. Temperature and relative humidity requirements of species of *Penicillium* isolated from yellow dent corn kernels. *Mycologia* 62, 75-88.
- (Mohamed, 2011) : Mohamed Nabil Alloui, 2011, Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza (Espagne), Les phytobiotiques comme alternative aux antibiotiques promoteurs de croissance dans l'aliment des volailles.
- (Molinié, 2004) : Molinié, A., Evaluation de l'effet synergique de mycotoxines de stockage (ochratoxine A, citrinine, acide pénicillique) Ph.D. Thesis, Insitut National Polytechnique Toulouse, France, Juillet 2004.
- (Moula et al, 2017) : Moula, N., Ait Kaki, A., Touazi, L., Farnir, F., Leroy, P., and Antoine-Moussiaux, N. (2017). Goat breeding in the rural district of Chemini (Algeria). *Nature and Technology*.
- (Nguyen, 2007) : M. NGUYEN MINH TRI ; 2007 ; IDENTIFICATION DES ESPÈCES DE MOISSISSURES, POTENTIELLEMENT PRODUCTRICES DE MYCOTOXINES DANS LE RIZ COMMERCIALISE DANS CINQ PROVINCES DE LA REGION CENTRALE DU VIETNAM - ETUDE DES CONDITIONS POUVANT REDUIRE LA PRODUCTION DES MYCOTOXINES. Page 2, 13, 14
- (Nisbet DJ et al, 2009): Nisbet DJ, Callaway TR, Edrington TS, et al. (2009): Effects of the dicarboxylic acids malate and fumarate on *E. coli* O157:H7 and *Salmonella entericatyphimurium* populations in pure culture and in mixed ruminal microorganism fermentations. *Curr Microbiol*, 58, 488-92.
- (Noutfia, 2011) : Noutfia, Y. Zantar,S. (2011) Caractéristiques physicochimiques du lait et du fromage des chèvres Draa et Alpine.
- (OMS, 2018) : OMS (organisation mondiale de la santé), 2018 ; Principaux repères sur les mycotoxines <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins#:~:text=Les%20mycotoxines%20peuvent%20avoir%20des,d%C3%A9ficience%20immunitaire%20ou%20le%20cancer.>
- (Ontario Goat) : Ontario Goat ; Évaluation de l'état de chair ; [www.ontariogoat.ca](http://www.ontariogoat.ca);
- (Perry et al, 2004): Perry, J. J., Staley J. T. & Lory, S. (2004) *Microbiologie*. Dunod, France.
- (Pfohl-Leszkowicz&Manderville, 2007): Pfohl-Leszkowicz, A.; Manderville R.A. Ochratoxin A:anoverview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans.*Mol.Nut. Food Res.* 2007 (in press).
- (Pfohl-Leszkowicz & Manderville, 2007): Pfohl-Leszkowicz, A., Manderville, R., Review on Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans, *Mol. Nutr. Food Res.* 2007, 51, 61 – 99
- (Pfohl-Leszkowicz et al, 2002) : Pfohl-Leszkowicz, A., Petkova-Bocharova, T., Chernozemsky, I. N., Castegnaro, M., Balkan endemic nephropathy and the associated urinary tract

tumors: Review on etiological causes, potential role of mycotoxins, Food Addit. Contam. 2002, 19, 282 – 302

(Pfohl-Leszkowicz, 1999) : Pfohl-Leszkowicz, A., & Castegnaro, M. (1999). Ochratoxine. In : Lavoisier, Tec & doc, Mycotoxines : Evaluation et gestion du risque (pp. 249–267). Lavoisier, Paris, France

(Pfohl-Leszkowicz, 1999) : Pfohl-Leszkowicz A. Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque. Paris : Tec&Doc, 1999. 478p.

(Pfohl-Leszkowicz, 1999) : Pfohl-Leszkowicz, A. (1999) Métabolisation des mycotoxines- Effets biologiques et pathologies- Ecotoxicogénèse. Dans « Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque » de Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Technique et Documentation, Paris, pp. 18- 35.

(Pichout, 2015) : g. pichout ; 2015 ; lactation, les fromages de chèvre.

(Pillou, 2014) : mars 2014 par Jean-François Pillou. <https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/37411-acide-organique-definition>

(Pitt, 1987): Pitt, J. I., Appl. Environ. Microbiol. 1987, 53, 266 – 269.

(Pitt, 2000) : PITT JI,BASILICO JC,ABARCA ML, LOPEZ C – Mycotoxins and toxigenic fungi. Med Mycol. 2000; 38 (Suppl 1): 41-46.

(Pohland et al, 1992): Pohland, A. E., Nesheim S., and Friedman, L. (1992). Ochratoxin A: a review. Pure and Appl.Chem. 64, 1029-1046.

(Pradal, 2012): Pradal, M. (2012). La transformation fromagère caprine fermière. (TEC and DOC). Lavoisier, Paris ; 295 p.

(Presser et al, 1997) : Presser K.A., Ratkowsky D.A. et Ross T. (1997). Modelling the growth rate of Escherichiacoli as a function of pH and lactic acid concentration. Appl. Env. Microbiol. 63, 2355-2360.

(RAMOND DAVID, 2015) : RAMOND DAVID ; 2015 ; LES MAMMITES CHEZ LES PETITS RUMINANTS : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE.

(Raynal-Ljutovac et al, 2008) : Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., and Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. Small Ruminant Research 79, 57-72.

(Ringot et al, 2006): Ringot, D., Chango, A., Schneider, Y.J., and Larondelle, Y., (2006). Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update, Chemico-Biological Interactions, 159, 18-46.

(Sahoo et Jena, 2014): Sahoo A, Jena B (2014): Organic acids as rumen modifiers. Intern J Sci and Res, 3, 2262-2266.

(Sahraoui et al, 2016): Sahraoui, H., Madani, T., & Kermouche, F. (2016). Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne : un atout pour un développement régional durable en Algérie. Options Méditerranéennes, série A, (115), 677-681.

(Sauvant, 2005) : Sauvant D., 2004-2005. Principes généraux de l'alimentation animale. INA Paris-Grignon. Département des sciences animales. Page : 11-22-74-136-138.147.

(ST-Gelais et al, 1999) : ST-Gelais, D. Baba Ali, O. (1999). Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. Agriculture et Agroalimentaire, Canada, p1-33.

(Strohl, 1997) : Strohl, W. R. (1997) Industrial antibiotics: today and the future. In WR (ed) Bio/technology of antibiotics. Marcel Dekker, New York. 1-47.

(Studer-Rohr et al, 2000) : Studer-Rohr, I., Schlatter, J., and Dietrich, D. R. (2000). Kinetic parameters and intraindividual fluctuations of ochratoxin A plasma levels in humans. Archives of Toxicology 74, 499-510.

(Tennah et al, 2014) : Tennah, S., Farnir, F., Laouadi, M., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., & Kafidi N. (2014). Conservation de la diversité des ressources génétiques ovines et caprines en Algérie. 12e Journées Internationales des Sciences Vétérinaires « Filière des petits ruminants en Algérie : une richesse à promouvoir », 06-07 Décembre 2014 / ENSV. Alger. Algérie.

(TOZLOVANU, 2008) : TOZLOVANU Mariana ; juillet 2008 ; « Evaluation du risque de contamination alimentaire en mycotoxines néphrotoxiques et cancérogènes (notamment l'ochratoxine A) : Validation de biomarqueurs d'exposition et d'effet ".

(Trenk et al., 1971): Trenk, H. L., and Chu, F. S. (1971). Improved detection of ochratoxin A on thin layer plates. Journal Association Of Official Analytical Chemists 54, 1307-130

(Van der Merwe et al., 1965) : Van der Merwe KJ, Steyn PS, et Fourie L (1965) Mycotoxins, Part II. The constitution of ochratoxins A, B and C, metabolites of *Aspergillus ochraceus* wilh. J chemical Society, 5 :7083-7088.

(Vanwarbeck, 2008) : vanwarbeck O ; 2008. Caractérisation technico-économique des élevages de chèvres laitières en région de wallonne. Catégorie agronomique. Haute école de la province de liège, 118p.

(Vignola, 2002) : Vignola, C. (2002). Science et technologie du lait : Transformation du lait, Presses. p.29

(Wehrmueller et al, 2008) : Wehrmueller, K., Jakob, E., and Ryffel, S. (2008). Orotic acid content in cow's, ewe's and goat's milk. Agrarforschung (Switzerland)

[1] : [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Acide\\_organique](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Acide_organique)

[2] : <https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/acide-organique/>

[3] : <https://www.vitalac.eu/alimentation-multiespeces/vitacid-pour-laliment>

[4] : <https://www.cevennes-parcnational.fr/fr/des-connaissances/le-patrimoine-naturel/la-biodiversite-cultivee-et-elevee/les-races-delevage>

[5] : <http://omafra.gov.on.ca/french/livestock/goat/news/dgg1708a5.htm>

[6] : <https://www.capgenes.com/les-races-caprines/race-alpine-française>

## Résumé :

Ce travail avait pour objectif, d'évaluer l'effet de l'incorporation d'un additif alimentaire composé d'un mélange d'acides organiques et d'un capteur de mycotoxines sur la production laitière chez la chèvre laitière, de différentes races : arbia, Saanen et alpine qui était nourries avec la même ration. L'étude a été menée dans deux élevages ; deux prélèvements de lait ont été réalisés sur deux groupes : lot expérimental (supplémenté) et lot témoin.

On a évalué la santé de la mamelle par le test de Californie mastitis test (CMT) en plus la qualité de lait a été vérifiée à l'aide du lactoscan. Et on a mesuré l'état corporel des chèvres (BCS). Ces mesures ont permis d'analyser l'efficacité des acides organiques et les capteurs de mycotoxines sur la santé de mamelle et de l'état corporel.

L'utilisation des acidifiants organiques a entraîné une amélioration des résultats de CMT et BCS entre 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> visite, caractérisé par une augmentation non significative.

**Mots clés :** chèvre, lait, CMT, BCS, acide organique, capteurs de mycotoxines.

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو تقييم تأثير دمج مادة مضافة للأعلاف مكونة من خليط من الأحماض العضوية ومضاد السموم الفطرية على إنتاج الحليب في ماعز الألبان، والتي تم تغذيتها بنفس الحصة. أجريت الدراسة على مزرعتين، تم أخذ عينتين من الحليب من مجموعتين: مجموعة تجريبية و مجموعة تحكم. لقد قُيِّمنا صحة الثدي باستخدام اختبار كاليفورنيا للالتهاب الضرع، بالإضافة إلى ذلك تم فحص جودة الحليب باستخدام اللاكتوسكان. وقمنا بقياس درجة حالة الجسم. سمحت هذه القياسات بتحليل فعالية الأحماض العضوية ومضاد للسموم الفطرية على صحة الضرع وصحة الجسم. أدى استخدام الأحماض العضوية إلى تحسن في النتائج الاختبار الحليب و درجة حالة الجسم بين الزيارة الأولى والثانية، و التي تتميز بزيادة ضئيلة. الكلمات المفتاحية: ماعز، حليب، CMT، BCS، الحامض العضوية، مادة ماصة للسموم الفطرية.

## Abstract:

The objective of this work was to evaluate the effect of the incorporation of a food additive composed of a mixture of organic acids and a mycotoxin sensor on milk production in dairy goats of different breeds: Arbia, Saanen and alpine which were fed the same ration. The study was conducted on two farms; two milk samples were taken from two groups: experimental (supplemented) and control.

Udder health was assessed by the California Mastitis Test (CMT) and milk quality was checked using lactoscan. And we measured the body condition of goats (BCS). These measurements allowed to analyze the effectiveness of organic acids and mycotoxin sensors on udder health and body condition.

The use of organic acidifiers led to an improvement in CMT and BCS results between 1st and 2nd visit, characterized by a non-significant increase.

**Keywords:** goat, milk, CMT, BCS, organic acids, mycotoxin sensors.