

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE**

Domaine : Science de la nature et vie

Filière : Sciences vétérinaires

**Projet de fin d'études**

En vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur en Médecine Vétérinaire**

**Effets de l'introduction d'Acidifiant  
Organique et capteur de  
Mycotoxine sur les performances et la  
production laitière  
chez la vache**

Présenté par :

**KHETAB LINA**

**ARKOUB IKRAM**

Soutenu le : 04 / 07 / 2023

Devant le jury composé de:

- |                                |                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| - Président : Khellef Djamel   | Grade : Professeur                     |
| - Promoteur : Hani Amira Fatma | Grade : Maitre de conférences classe A |
| - Examineur : Zaouani Mohammed | Grade : Maitre de conférences classe A |

**Année universitaire :2022 /2023**



**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE**

Domaine : Science de la nature et vie

Filière : Sciences vétérinaires

**Projet de fin d'études**

En vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur en Médecine Vétérinaire**

**Effets de l'introduction d'Acidifiant  
Organique et capteur de  
Mycotoxine sur les performances et la  
production laitière  
chez la vache**

Présenté par :

**KHETAB LINA**

**ARKOUB IKRAM**

Soutenu le : 04 / 07 / 2023

Devant le jury composé de:

- |                                |                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| - Président : Khellef Djamel   | Grade : Professeur                     |
| - Promoteur : Hani Amira Fatma | Grade : Maitre de conférences classe A |
| - Examineur : Zaouani Mohammed | Grade : Maitre de conférences classe A |

**Année universitaire :2022 /2023**

## Déclaration sur l'honneur

Je soussignée Mlle **KHETAB LINA**, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'KHETAB' with a stylized flourish underneath.

## Déclaration sur l'honneur

Je soussignée Mlle **ARKOUB IKRAM**, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée .En conséquence , je m'engage a citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire .

**Signature :**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'y' followed by a horizontal line and a vertical stroke.

# **Sommaire :**

**Dédicaces**

**Remerciements**

**Introduction**

Chapitre I : Acides Organiques

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Généralités .....                                                                                       | 1  |
| 1.1. Définition .....                                                                                      | 1  |
| 1.2. Nomenclature.....                                                                                     | 2  |
| 1.2.1. Définition de Ph et Pka .....                                                                       | 2  |
| 1.3. Mécanisme et Mode d'action .....                                                                      | 3  |
| 1.3.1. Effet acidifiant.....                                                                               | 4  |
| 1.3.2. Effet Antimicrobien .....                                                                           | 5  |
| 2. Utilisations des acides organiques en nutrition animale .....                                           | 7  |
| 2.1. Effet sur les aliments de bétail .....                                                                | 7  |
| 2.2. Effet comme un alternative aux antibiotiques .....                                                    | 9  |
| 3. Effet des acides organique et leurs sels sur la sante et les performances des vaches<br>laitières ..... | 9  |
| 3.1. Effet sur les composants du lait .....                                                                | 9  |
| 3.2. Effet comme un précurseur gluconéogénique .....                                                       | 10 |
| 3.3. Effet comme source de calcium .....                                                                   | 10 |
| 3.4. Effet sur la production du lait .....                                                                 | 10 |
| 3.5. Effet comme un capteur des mycotoxines .....                                                          | 10 |
| 3.6. Effet sur les différents paramètres du sang .....                                                     | 11 |
| 3.7. Effet sur la reproduction sur la vache laitière .....                                                 | 11 |
| 3.8. Effet sur la fermentation ruminale et la croissance du rumen .....                                    | 13 |

## Chapitre II : les mycotoxines

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.Generalites .....                                                                           | 16 |
| 2.Defenition .....                                                                            | 16 |
| 3.Classification .....                                                                        | 17 |
| 3.1.les Aflatoxines .....                                                                     | 18 |
| 3.2. Les Zearalenone (ZEA) .....                                                              | 18 |
| 3.3. Trichothécènes .....                                                                     | 18 |
| 3.4. Fumonisines (FB) .....                                                                   | 19 |
| 3.5. Ochratoxines A ( OTA ) .....                                                             | 19 |
| 3.6. Patuline .....                                                                           | 19 |
| 4.Conditions pour le développement des mycotoxines .....                                      | 19 |
| 4.1. Facteurs intrinsèques .....                                                              | 19 |
| 4.2. Facteurs extrinsèque.....                                                                | 19 |
| 4.2.a. Substrat.....                                                                          | 20 |
| 4.2.b. Activité de l'eau ou la disponibilité en eau (AW) .....                                | 20 |
| 4.2.c. La température.....                                                                    | 20 |
| 4.2.d. Le pH.....                                                                             | 20 |
| 4.2.e. Endommagement des grains.....                                                          | 20 |
| 4.2.f. La composition gazeuse.....                                                            | 20 |
| 4.3. Autres facteurs.....                                                                     | 21 |
| 5.Mycotoxigénese ( La toxicité des mycotoxines et leurs effets sur la santé des animaux)..... | 21 |
| 5.1. Effet de la (ZON) sur la santé des vaches laitière.....                                  | 21 |
| 6. Lutter contre les mycotoxines.....                                                         | 23 |
| 6.1. Procédés physique.....                                                                   | 23 |
| 6.1.a. Traitement thermique.....                                                              | 23 |
| 6.1.b. Irradiation.....                                                                       | 23 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.1.c. Extraction.....                                                 | 23 |
| 6.1.d. Adsorption.....                                                 | 23 |
| 6.2. Procédés chimique.....                                            | 24 |
| 6.2.a. Traitement à l'ammoniaque.....                                  | 24 |
| 6.2.b. Bisulfites.....                                                 | 24 |
| 6.2.c. Les antioxydants.....                                           | 24 |
| 6.2.d. Les Argiles.....                                                | 24 |
| 6.2.d.1. Bentonite.....                                                | 24 |
| 6.3. Lutter efficacement a long terme par des procédés naturelles..... | 24 |
| 6.4. Agir pour limiter les questions les liés aux mycotoxines.....     | 25 |
| 6.4.a. Capter et fixer les mycotoxines.....                            | 25 |
| 6.4.b.Processus de désactivation.....                                  | 25 |
| 7. Effets des capteurs sur les performances.....                       | 26 |
| 7.a. Sur la production.....                                            | 26 |
| 7.b. Sur la reproduction.....                                          | 25 |
| 7.c. Sur la qualité de lait.....                                       | 26 |
| 8. Législation.....                                                    | 26 |
| 9. Contamination du lait par les mycotoxines.....                      | 26 |
| 10. Voie d'élimination des mycotoxines.....                            | 26 |
| 10.1. Excrétion urinaire et fécale.....                                | 26 |
| 10.2. Excrétion dans le lait.....                                      | 27 |

### **Chapitre III : L'alimentation et la production laitière**

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1.Conduite de la production laitière.....           | 30 |
| 1.1. Caractéristique de la courbe de lactation..... | 30 |
| 1.2.Phases de la courbe de lactation.....           | 30 |
| 1.2.1. Phase ascendante.....                        | 30 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.2. Phase plateau.....                                  | 31 |
| 1.2.3. Phase descendante.....                              | 31 |
| 1.3. Phase de tarissement.....                             | 31 |
| 2. Contrôle laitier.....                                   | 32 |
| 2.1. Taux butyreux et taux protéique.....                  | 33 |
| 3. Conduite de l'alimentation.....                         | 33 |
| 3.1. La digestion chez les bovins.....                     | 33 |
| 3.1.1. Rappels sur les aliments pour vaches laitières..... | 33 |
| 3.1.1.1. Fourrage.....                                     | 33 |
| 3.1.1.2. Concentrés.....                                   | 34 |
| 3.1.1.3. Les aliments minéraux et vitaminiques.....        | 34 |
| 3.1.2. Particularités digestives de la vache laitière..... | 34 |
| 3.1.2.1. Rôle de la rumination.....                        | 35 |
| 3.2. Métabolisme chez les vaches laitières.....            | 35 |
| 3.2.1. Métabolisme énergétique.....                        | 36 |
| 3.2.1.1. Métabolisme du lactate.....                       | 36 |
| 3.2.1.2. Bilan énergétique négatif.....                    | 37 |
| 3.2.1.3. Métabolisme azoté.....                            | 37 |
| 3.2.1.4. Métabolisme des acides aminés.....                | 38 |
| 3.2.1.5. Métabolisme lipidique.....                        | 39 |
| 3.2.1.6. Métabolisme des acides gras.....                  | 40 |
| 3.2.2. L'acidose ruminale.....                             | 41 |
| 3.3. Les Additifs Zootechniques .....                      | 42 |
| 3.3.1. Les probiotiques.....                               | 42 |
| 3.3.2. Les prébiotiques.....                               | 42 |

## **Chapitre IV : MÉTHODES DE SCORING « scores de santé »**

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. Score corporel..... | 44 |
|------------------------|----|

1.1 Definition.....44

1.2 But.....44

1.3 Moments.....45

1.4 Suivi.....45

**Références Bibliographiques**

**Résumé**

## **Remerciements :**

Nos remerciements, avant tout, à DIEU, tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous 'a données durant toutes ces longues années d'études afin que nous puissions arriver à ce stade.

Nos remerciements à mon promotrice, Dr HANI Merci pour votre confiance, qui nous'a permis de réaliser cette thèse

.Et sans oublier de remercier notre Co-encadreur le professeur khelef et Madame Ainouz pour son aide



### **DEDICACES LINA**

A mes très chers Parents, **MAMA** grâce à toi je suis là aujourd'hui, mes mots ne peuvent jamais décrire ma gratitude pour toi, tes sacrifices m'ont menée à être Docteur Vétérinaire , i love u Salimama , **PAPA** , je te remercie pour ton encouragement , ton soutien , et tes sacrifices , Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation

**MON** cher **FRERE Anis** et **MES** chères **SŒURS Imane ,Amina ,Ikram , ma TANTE Ghania** je vous remercie pour votre aide, votre attention et amour, Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Mes Neveux Amine, Aboud , Djalil et mes nièces, Sissi , Assilo , Lily et Meriouma ,je vous souhaite que de la réussite, du bonheur, et de la santé , malgré tous vos bruits, i did it, j'ai pu arriver au premier but .

Mes Amies, dédicace spéciale à ma Binôme **IKRAM** , merci pour ta patience, ta gentillesse et ton travail aussi





## DEDICACES IKRAM

**A mes chers parents.** Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

A celui qui a été toujours Mon support dans cette vie, celui qui me donne le courage éclatant pour continuer à chaque fois que j'ai l'impression de reculer, **PAPA** que **DIEU** vous protège. A ma Très Chère **Maman**, qui s'est tellement sacrifiée pour moi, à celle qui mérite toute ma reconnaissance, que **Dieu** la protège pour moi. Je lui souhaite une bonne santé et une longue vie.

A ma très chère sœur **RIHAB** Vous m'avez accueilli à bras ouverts dans votre famille. En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

À ma chère tante **GHANIA** que **DIEU** vous protège, Je lui souhaite une bonne santé et une longue vie.

A mon petit chère et adorable **SHAHINE**.

A mes chers adorables **famille**.

A tous ceux que j'aime, ceux qui m'aiment et me respectent de près ou de loin, dédicace spéciale à ma Binôme **LINA**, merci pour ta patience, ta gentillesse et ton travail aussi.

Enfin mon plus profond respect va tout droit à mes aimables professeurs dans tous les cycles de ma scolarité qui m'ont éclairé la voie du savoir.



# Liste des tableaux

**Tableau 1 : Nomenclature des acides organiques (CHERRINGTON et al, 1991).**

**Tableau 2 : La classification des mycotoxines par apport aux genre des moisissures productrices.**

**Tableau 3 : Les effets néfastes d'ingestion d'une denrée alimentaire contient de mycotoxine.**

**Tableau 4 : Résidus de Mycotoxines dans le lait de vache**

# Liste des figures

- Figure1** : L'effet d'un acide organique sur la perméabilité de la paroi bactérienne....05
- Figure 2** : Les étapes d'effet antimicrobien des acides organiques.....06
- Figure 3** : l'aspect d'un mycotoxine sous un microscope électronique.....
- Figure 4** : Les principales espèces productrices des mycotoxines et les différents types des mycotoxines.....
- Figure 5**: Courbe théorique de lactation chez la vache (SOLTNER, 2001).....
- Figure 6** : Courbe de différentes phases de lactation.....
- Figure 7** : La physiologie de l'appareil digestif chez les bovins.....
- Figure 8** : Les réactions biochimiques de métabolisme énergétique chez la vache laitière.....
- Figure 9** : Mécanisme de métabolisme du lactate.....
- Figure 10** : Le métabolisme Azoté dans le rumen.
- Figure 11** : Le mécanisme de métabolisme des acides aminés.
- Figure 12** : La biochimie de métabolisme lipidique,p6 (2011).
- Figure13** : L'état de vache laitière selon ( ISSN 1198-7138, Publié février 2020).
- Figure14** : Grille d'évaluation de la condition corporelle. (EDMONDSON et al, 1989).
- Figure15** : État du corps Notation : Vêlage selon ( [basicanimalhandling.com](http://basicanimalhandling.com)).
- Figure16** : différents scores corporels. (BRAND et COLL, 1996).

# Liste des abréviations

AA : acide aminé

AG: acide Grass

AGV : acide gras volatile

BCS: Body condition scoring

BEN : Bilan énergétique négatif

Ca : Calcium

EC : Etat corporel

GRF : glucides rapidement fermentescibles.

H<sub>2</sub>O: molécule d'eau, deux atomes d'hydrogène (H) liés à un atome d'oxygène (O).

Kg : Kilogramme.

MAT : Matière azotée

MG : Matière grasse.

MM : Matière minérale

MS : Matière sèche

O<sub>2</sub>: deux atomes d'oxygène liés entre eux.

OA: Organique acide.

pH: le potentiel hydrogène.

Pka: potentiel d'acidité.

SC : score corporel

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

ZEA: Zéaralenone.

# **Partie Bibliographique**

## **INTRODUCTION :**

L'alimentation animale conditionne directement sur les performances ainsi la santé des animaux et a fortiori sur la qualité de leurs productions.

De nos jours, les productions animales sont confrontées à de nouveaux défis à l'échelle mondiale. En raison de l'augmentation de la population, la demande en produits d'origine animale connaît une croissance rapide et importante.

De ce fait, l'alimentation animale fait appel à des produits plus ou moins élaborés appelés « additifs » tels que (Probiotiques, Prébiotiques, Promoteurs de croissance, les acides organiques). Ces nouveaux ingrédients sont des produits ayant un effet favorable sur les aliments auxquels ils sont incorporés ainsi que sur les productions animales et capables d'améliorer l'efficacité des rations et d'améliorer les performances de croissance et de maintenir une bonne santé des animaux. Les productions animales doivent également répondre aux exigences croissantes des consommateurs vis-à-vis de la quantité et la qualité des produits.

Dans ce contexte l'accent est mis davantage sur la protection de la santé humaine et animale ainsi que, dans une certaine mesure, sur la protection de l'environnement.

Dans les pays développés, l'utilisation de ces additifs est strictement réglementée et font l'objet d'une autorisation pour pouvoir être ajoutés dans les aliments. En effet, lorsque ces additifs sont mal utilisés ou distribués en quantité importante, ils sont susceptibles d'exercer des effets nocifs sur les animaux (salubrité) et surtout sur l'homme (sécurité sanitaire), consommateur de produits animaux : toxicité, effets allergènes cancérigènes et résistance accrue des microbes aux antibiotiques. Cette réglementation a pour objet une amélioration du bien-être des animaux, une réduction des risques pour le consommateur et la protection de l'environnement Les éleveurs doivent également prendre en compte les considérations relatives à la sécurité alimentaire, et à l'environnement lorsqu'ils choisissent et utilisent des additifs alimentaires dans l'alimentation des vaches. Comme il était interdit d'utiliser des antibiotiques selon l'Union européenne (UE) depuis 1er janvier 2006 (article 11-2 du règlement (CE) n°2003/1831) en raison de la santé animale et la sécurité alimentaire.

Ils développent des additifs non antibiotiques pour prévenir contre les agents pathogènes ou comme facteurs de croissance (PAPATSIROS, et al. 2013).

En Algérie, l'industrie des aliments du bétail fonctionne sur la base de matières premières importées qui constituent l'essentiel de la structure des aliments composés.

Cependant, ces additifs sont incorporés avec cette matière première, mais la situation où les conditions de leur utilisation reste mal connu.

C'est dans ce contexte que nous avons mis en œuvre notre investigation sur l'utilisation des acides organiques et des capteurs de mycotoxines dans l'alimentation des vaches dans la région Ouest de l'Algérie et leur impact sur la santé, les performances la reproduction. Et l'avantage de leurs utilisations dans le stockage des aliments (l'ensilage),

Notre mémoire comporte deux parties : une étude bibliographique portant sur l'importance de l'alimentation animale et sur les différents additifs incorporés et leur impact sur les performances, la santé, l'Hygiène et la qualité des produits animaux. La deuxième partie est consacrée pour une étude expérimentale de l'effet les acides organiques et des capteurs de mycotoxines (RUMITOX) sur les paramètres sanguins et la qualité du lait dans une ferme a élevage semi intensif.

# **CHAPITRE I :** ***LES ACIDES ORGANIQUES***

## **Les acides organiques :**

### **1.Généralités sur les acides organiques :**

Une politique d'importation de génisses performantes à été initié, dans le but essentiel de combler le déficit en production laitière et répondre à un besoin croissant en consommation de lait en Algérie due au manque de technicité, non disponibilité des fourrages ou mauvais stockage.

La production du lait et les performances en matière de reproduction sont deux déterminants majeurs de la rentabilité des vaches laitières. Néanmoins, la conduite de ces fonctions nécessite une bonne maîtrise de la gestion de rationnement et reproduction, tant sur un plan zootechnique, prophylactique et médical.

Afin d'améliorer ces paramètres et techniques (GMQ, IC) et la digestibilité de l'aliments, et la prévention des troubles intestinaux par les mycotoxines et d'autres agents pathogènes, les scientifiques pensent à incorporer des additifs nutritionnel dans la ration des vaches comme les acides organiques.

Les acides organiques sont utilisés depuis longtemps dans les aliments comme des additifs naturels composés commerciaux, principalement pour la conservation des aliments, pour lesquels les acides formique et propionique, acétique sont particulièrement efficaces pour lutter contre maladies post-partum où lors de mise bas.

#### **1.1.Définition :**

Les acides organiques sont considérés comme étant tout acide carboxylique organique de structure générale  $R-COOH$  ( y compris Les acides gras et les acides aminés). Les acides à chaîne courte ( $C1-C7$ ) Son associés à une activité antimicrobien.

Ce sont soit des acides mono carboxylique simple tels que les acides formique, acétique, propionique, butyrique, soit des acides carboxyliques avec le groupe hydroxyle tels que les acides lactique, Malique, tartrique, citrique, soit des acides carboxyliques à chaîne courte contenant des doubles liaisons comme les acides sorbique, fumarique (Shahidi et al. 2014).

Les acides organiques sont des acides faibles et ne sont que particulièrement dissocier.. la plupart des acides organiques à activité antimicrobien ont un  $pK_a$  ( le pH auquel L'acide est à moitié dissocié) compris entre 3 et 5 (Hajati, 2018). Certains acides organiques sont utilisés comme compléments d'eau potable pour réduire le pH de l'eau, ce qui peut aider à prévenir la croissance de bactéries et de champignons.

Les acides organiques couramment utilisés dans l'industrie alimentaire comprennent l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique et l'acide malique.

**1.2 Nomenclature :** Les acides organiques saturés à chaîne droite énumérés dans le tableau 1 peuvent également être regroupés arbitrairement selon leur longueur de chaîne carbonée, c'est-à-dire les acides gras à chaîne courte, les acides gras à chaîne moyenne et les acides gras à chaîne longue, qui contiennent respectivement 1 à 6, 7 à 10 et 11 atomes de carbone ou plus. (CHERRINGTON, et al 1991).

Cependant, étant donné que certains des acides naturels sont connus depuis des siècles, Leurs noms communs (tableau 1) sont plus familiers.

**Tableau 1 :** Nomenclature des acides organiques (CHERRINGTON et al, 1991).

| Formule                                                      | Nom commun         | Nom systématique      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>Acides gras à chaînes courtes</b>                         |                    |                       |
| C1 HCOOH                                                     | Acide formique     | Acide méthanoïque     |
| C2 CH <sub>3</sub> COOH                                      | Acide acétique     | Acide éthanoïque      |
| C3 CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH                      | Acide propionique  | Acide propanoïque     |
| C4 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH      | Acide butyrique    | Acide butanoïque      |
| C5 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH      | Acide valérique    | Acide pentanoïque     |
| C6 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH      | Acide caproïque    | Acide hexanoïque      |
| <b>Acides gras à chaînes moyennes</b>                        |                    |                       |
| C7 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH      | Acide énanthique   | Acide heptanoïque     |
| C8 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH      | Acide caprylique   | Acide octanoïque      |
| C9 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH      | Acide pèlargonique | Acide nonanoïque      |
| C10 CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH     | Acide caprique     | Acide décanoïque      |
| <b>Acides gras à chaînes longues</b>                         |                    |                       |
| C12<br>CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH | Acide laurique     | Acide dodécanoïque    |
| C14<br>CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH | Acide myristique   | Acide tétradécénoïque |
| C16<br>CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH | Acide palmitique   | Acide hexadécanoïque  |
| C18<br>CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH | Acide stéarique    | Acide octadécanoïque  |

### **1.2.1.Défénition de Ph et Pka :**

**pH:** L'ion hydronium (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) peut être considéré comme étant le plus simple des ions oxonium, R-OH<sub>2</sub><sup>+</sup> (où le groupement R est ici remplacé par H) tel que défini par la nomenclature en chimie organique, car les ions H<sup>+</sup> sont hydratés et s'associent à une des deux paires électroniques libres de la molécule H<sub>2</sub>O (base de Lewis donnant au proton sa paire électronique). Le proton (H<sup>+</sup>) est également le plus simple des acides au sens de Lewis, car il accepte une paire d'électrons.

## **la définition de Sørensen du pH: (Søren Peder Lauritz Sørensen)**

$$\text{pH} = -\log a_H$$

### **Définition du pKa :**

A partir du  $K_a$  on définit le  $pK_a$  qui s'écrit  $pK_a = -\log K_a$

On utilise généralement le  $pK_a$  plutôt que le  $K_a$  pour déterminer la force d'un acide.

On remarque que plus l'acide est fort plus le  $pK_a$  est petit. En effet, si celui est fortement dissocié, la concentration  $[AH]$  devient faible.

### **1.3.Mode d'action :**

Comme les antibiotiques, les OA ont une activité antimicrobienne, qui a un avantage clair et significatif sur la santé et le développement intestinal, et conduit finalement à un effet positif sur la santé des animaux et leur productivité, les effets positifs des OA peuvent être attribués à divers facteurs, notamment ,

- (1) : l'activité antimicrobienne des OA non dissociés
- (2) : abaisser le pH du digesta, en particulier dans l'estomac, facilitant la digestion des protéines
- (3) : diminuer le taux de vidange de l'estomac
- (4) : stimuler l'excrétion et l'activité de l'enzyme (pancréatique) dans l'intestin grêle ;
- (5) : fournir des nutriments aux tissus intestinaux ; par conséquent, améliorant l'intégrité et la fonction de la muqueuse. (NGUYEN et al, 2020).

En plus de leur effet inhibiteur sur la croissance bactérienne dû à leur acidité, les acides organiques ont également une action bactéricide directe, comme l'acide lactique et citrique sont capables de pénétrer les membranes cellulaires des bactéries et d'endommager leur structure.

Lorsqu'ils sont sous forme non dissociée, ces acides peuvent diffuser à travers la membrane cellulaire des bactéries où, en raison du pH cytosolique maintenu près de 7, la dissociation de l'acide se produit à l'intérieur de la cellule bactérienne, provoquant une réduction du pH et une inhibition des voies métaboliques. Ces perturbations conduisent finalement à la mort des cellules bactériennes (Russell et Diez-Gonzales, 1998, Van Immerseel et al. 2006). L'activité anti-microbienne dépend entièrement de l'acide utilisé. Par exemple, les acides formique et propionique ont une activité à large spectre contre les bactéries et les champignons, tandis que l'acide lactique est principalement efficace contre les bactéries et l'acide sorbique est mieux connu pour être efficace contre les moisissures (Hajati, 2018)

En effet, la capacité d'un acide à inhiber les micro-organismes dépend de sa valeur de pKa, qui est défini comme le pH à laquelle la concentration de l'acide et de son ion conjugué (lorsqu'il est en solution aqueuse) sont égaux, ou 50% du valeur de PH est sous forme d'un acide dissocié.

Ainsi, plus le pKa de l'acide organique est faible plus la proportion de forme dissociée est élevée, Egalement, plus son effet sur la réduction du pH est important et plus son effet antimicrobien est faible, Un acide fort avec un faible pKa acidifiera l'aliment et l'estomac, mais n'aura pas d'effets directs forts sur la microflore de l'intestin. (THEOBALD, 2015).

### **1.3.1.effet acidifiant :**

- les acides faibles, avec un pKa élevé ( $>3$ ), ont principalement un effet antimicrobien.
- les acides forts, avec un pKa faible ( $<1$ ), ont un effet 'acidifiant' du fait que le proton ( $H^+$ ) est facilement libéré.

Les acides organiques et les sels qui ont un faible pka exercent des effets inhibiteurs de croissance sur les micro-organismes par une réduction de pH externe affirmé par PEARLIN et al, (2020), rapportent que les acidifiants inhibent la croissance des bactéries pathogènes et réduisent la compétition microbienne en influençant le pH externe.

La prolifération de la plupart des bactéries sensibles au pH (E. coli, Salmonella et Clostridium perfringens) est minimisée en dessous de pH 5, donc elles sont incapables de se développer dans des conditions acides extrêmes ( $pH < 4,5$ ), tandis que les bactéries tolérantes aux acides survivent.

Pour atteindre une croissance optimale, la plupart des espèces de bactéries nécessitent un pH spécifique. Cependant, tous les microorganismes n'ont pas la même sensibilité au pH:

- Le pH interne varie d'un micro-organisme à l'autre (6,5 pour les acidophiles à 9 pour certains alcalophiles).
- Les bactéries tolérantes aux acides telles que Lactobacillus sp. et Bifidobacterium sp. peuvent supporter le déséquilibre entre le pH externe et interne, dans lequel les acides peuvent quitter les bactéries en revenant à sa forme non dissociée au pH interne inférieur. (PEARLIN, 2020).

Une étude montre que l'association d'acide malique et acétique provoquant une diminution de Ph de telles que seulement les bactéries lactiques restent fonctionnel.

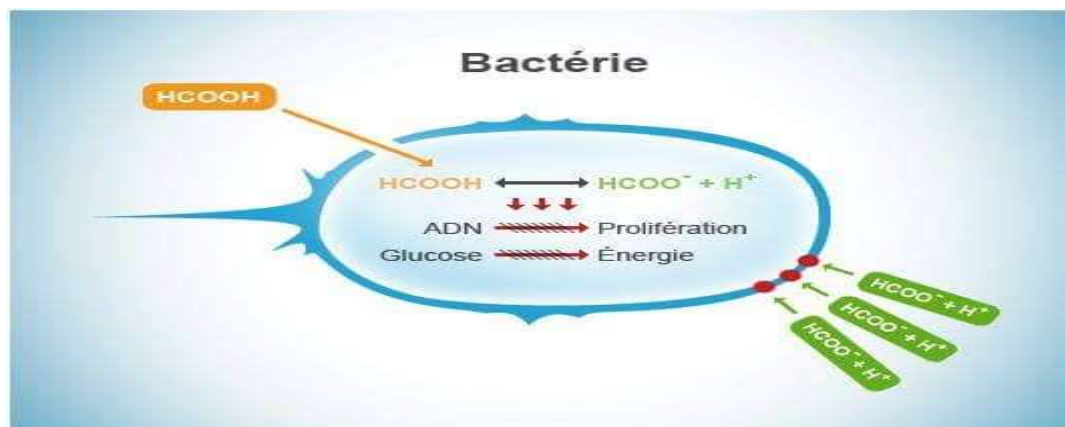


Figure1 : L'effet d'un acide organique sur la perméabilité de la paroi bactérienne

### **1.3.2.effet antimicrobien :**

les acides organiques non dissociés peuvent pénétrer la paroi cellulaire des bactéries et perturber la physiologie normale de certains types de bactéries que nous appelons «sensible au PH », ce qui signifie que 'ils ne peuvent pas tolérer un large gradient de PH interne et externe. De plus, les acides organiques pourraient avoir un effet direct sur la population des bactéries du tractus gastro-intestinal.

En général, les variables qui influencent l'activité antibactérienne des acides organiques sont données comme suit : 1 :formule chimique, 2 :valeur du pKa de l'acide, 3 :forme chimique (estérifiée ou non, acide,sel,enrobé ou non),4 :le poids moléculaire, 5 :la valeur de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'acide liée au micro-organisme, 6 :Culture de micro-organismes,7 :L'espèce animale,8 :La capacité tampon du fourrage (Thompson et Hinton 1997).

Chaque acide a ses propres propriétés chimiques qui déterminent son activité antimicrobienne et son efficacité contre différentes espèces de microbiotes. Le spectre d'activité antimicrobienne d'un acide est lié à son pH de dissociation, c'est-à-dire le pH auquel il se dissocie en ions  $\text{H}^+$  et l'acide conjugué. Les acides avec un pH de dissociation plus élevé sont plus efficaces dans les environnements acides, que les acides à dissociation plus bas sont efficaces dans les environnements neutres à basiques.

Les acides organiques non dissociés sont lipophiles et peuvent pénétrer aisément la membrane cellulaire bactérienne (HOLTZAPFEL 1998), et celle des moisissures (MROZ, 2000, PARTANEN 2001), réduisant ainsi le niveau du pH intracellulaire et ralentissant les activités métaboliques des bactéries (TAYLOR, 2005) et bloquant certains mécanismes de transport (PARENTE 1994).

Une fois dans la cellule bactérienne, le pH élevé de son cytoplasme provoque la dissociation de l'acide, et la réduction résultante du pH intracellulaire perturbera les réactions enzymatiques et les systèmes de transport des nutriments (CHERRINGTON et al, 1991).

L'acide propionique a un effet inhibiteur sur l'absorption de molécules de substrat, telles que le phosphate et les acides aminés, il peut interférer avec les gradients électrochimiques dans la membrane cellulaire et perturber les processus de transport.

L'activité antimicrobienne du propionate de calcium est due à la forme neutre d'acide propionique non dissocié, qui est lipophile et facilement soluble dans les membranes cellulaires fongiques, et réduire l'incidence de l'aflatoxicose chez les animaux, et qui est utilisé dans l'industrie de l'alimentation animale(ZHANG, et al 2020).

Les acides organiques ont de puissants effets bactériostatiques et on était utilisés comme agent de lutte contre *Campylobacter* dans les aliments, Plusieurs études ont démontré que la supplémentation en acides organiques augmentait les performances de croissance, réduisait les maladies et les problèmes de gestion et augmente les points de BCS et l'impact économique.

Le sel de calcium de l'acide propionique est l'un des conservateurs antimicrobiens les plus utiles dans l'industrie des aliments fermentés, il peut se dissocier en acide propionique (le principe actif antifongique) et en ions calcium (ZHANG, et al 2020). Ce sont des inhibiteurs efficaces de la croissance des moisissures et lorsqu'ils sont combinés avec les acides lactique et acétique, peuvent inhiber la croissance de *Listeria monocytogenes*. (GONZALEZ-GARCIA et al, 2017).

L'effet bactéricide des acides organiques est : l'acide benzoïque > l'acide fumarique > l'acide lactique > l'acide butyrique > l'acide formique > l'acide propionique. Il est évident que la combinaison d'acides est préférée à un acide individuel pour obtenir l'effet antimicrobien souhaité.

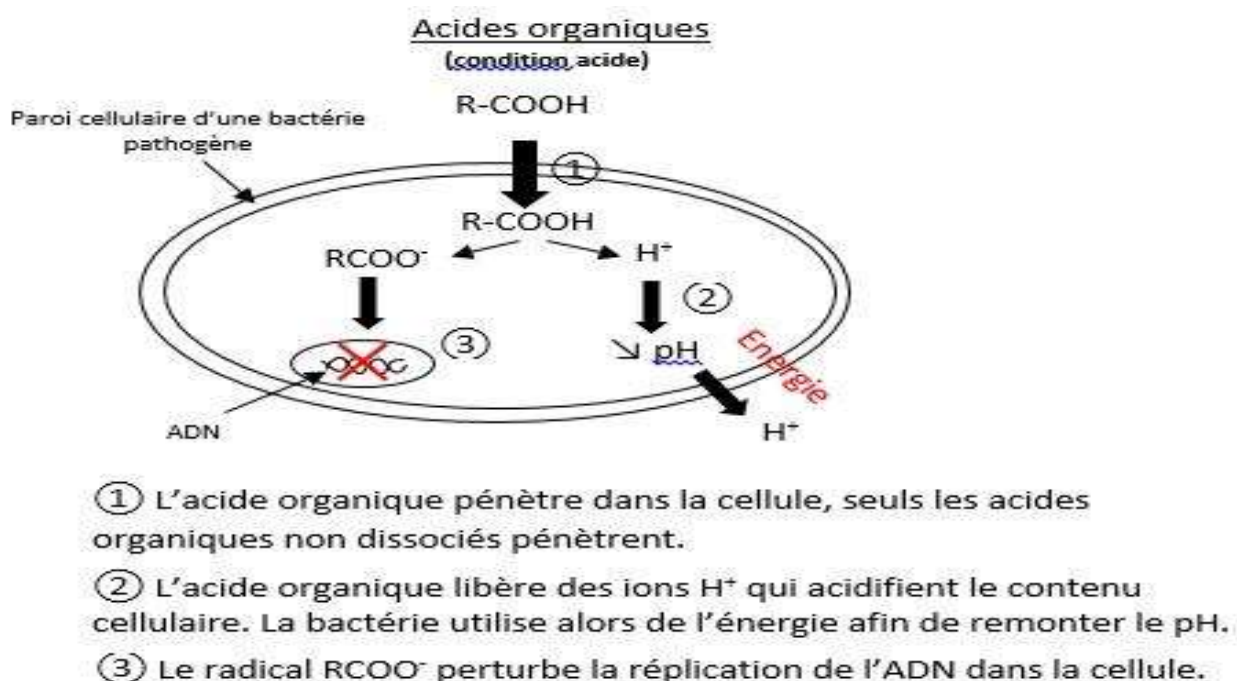


Figure 2 : Les étapes d'effet antimicrobien des acides organiques

## **2.Utilisation des acides organiques en nutrition animal :**

Les acides organiques sont des nutriments aux effets acidifiants qui peuvent être utilisés dans les aliments destinés aux bovins et plus précisément aux vaches laitières pour prévenir ou combattre les populations microbiennes nuisibles, afin qu'ils puissent améliorer leur performance et leur santé.( Freitag M).

Son rôle principal est incarné dans la conservation des aliments , détruit l'activité microbien et la croissance fongique (LÜCKSTÄDT et al. 2004).

Les acides organiques réduisent la production de composants toxiques par les bactéries et modifient la morphologie de la paroi intestinale et réduisent la colonisation d'agents pathogènes sur la paroi intestinale, prévenant ainsi les dommages aux cellules épithéliales, Diverses études montrent que : le gain de poids corporel, la consommation alimentaire, le taux de conversion alimentaire, le poids de la graisse abdominale, affectés par l'administration de mélanges d'acides organiques, et améliorent les performances de croissance .

L'étude montre que l'acide propionique tamponné pouvait être utilisé pour lutter contre les microflore pathogènes dans l'intestin, Acidification avec divers composés organiques faibles aux régimes tels que l'acide formique, fumarique, propionique, lactique et sorbique ont été rapportés pour diminuer la colonisation des agents pathogènes et la production des métabolites toxiques, améliorent la digestibilité des protéines et de Ca, P, Mg et Zn et servent de substrats dans le métabolisme intermédiaire.

L'effet antibactérien de ces acides est spécifique à l'espèce. Des bactéries qui sont incapables de diminuer le pH intracellulaire accumulent des anions acides organiques en fonction du gradient de pH à travers leurs membranes cellulaires.

Selon ( Hajati H,2018), la Concentrations sériques de protéines totales, et d'albumine, et AST,ont été significativement augmentées, alors que les autres paramètres sériques testés (activité ALT et cholestérol, HDL, les concentrations de triglycérides, de VLDL et de lipides totaux) n'ont pas été affectées, lors d'addition des acides organiques dans l'alimentation.

Les acides organiques réduisent la capacité tampon de l'alimentation qui représente la mesure de la quantité d'acide, qui est essentielle à l'efficacité des enzymes activité et contrôle de la prolifération microbienne.( Ramasubba Reddy V).

### **2.1.Effets sur les aliments de bétail :**

L'amélioration des produites animales dépend non seulement de la génétique et la santé du bétail, mais beaucoup d'aliments des bovins et leur hygiène, mais même si ce dernier est assuré adéquatement mais d'autres facteurs comme l'augmentation d'humidité

et un environnement chaud peuvent provoquer la croissance des bactéries, champignons, levures qui vont diminuer la valeur nutritive et entraînent des risques aigus pour la santé.

La récolte d'ensilage doit suivre directement par l'ajout d'acide inorganique ou organique comme acide formique étant fréquemment utilisé seul ou combiné avec d'autres produits chimiques (CHERRINGTON et al, 1991).

Les acides organiques, tels que l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide benzoïque, sont largement utilisés pour améliorer la conservation des fourrages et des céréales (Levital et al, 2009). Ces acides ont des propriétés antifongiques et antibactériennes qui aident à prévenir la croissance de micro-organismes qui peuvent détériorer les aliments. l'acide benzoïque, par exemple peut inhiber la croissance de moisissures et de levures dans les aliments L'utilisation d'acides organiques dans la conservation des aliments peut contribuer à prolonger leur durée de conservation, ce qui est particulièrement important dans les zones où les conditions de stockage sont difficiles (GHELLER, et al, 2020).

En effet , l'ajout d'acides organiques, tels que l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide lactique, peut accélérer la baisse du pH au cours des premières étapes du processus d'ensilage. Cela peut aider à prévenir la croissance des bactéries et des levures indésirables qui pourraient causer la détérioration de l'ensilage. Ces des agents antifongiques qui inhibent la croissance des moisissures et des levures qui peuvent causer une détérioration de la qualité de l'ensilage (Levital et al, 2009).

Il est important de noter que l'efficacité de l'ajout d'acides organiques dépend de nombreux facteurs, tels que la quantité et le type d'acide ajouté, la teneur en humidité et en sucres du fourrage, ainsi que les conditions de stockage de l'ensilage.

Les acides formique et propionique ont été utilisés, mais ils sont trop chers pour un usage commercial, tandis que les acides butyrique, valérique et caproïque s'avéreraient inacceptables en raison de leur odeur désagréable.

Les aliments d'allaitement acidifiés sont utilisés pour nourrir les veaux non sevrés (CHERRINGTON et al, 1991).

l'efficacité des acides antimicrobiens dépend de la structure moléculaire de l'acide, de la concentration utilisée et du pH de l'environnement dans lequel l'acide est présent (DIBNER et BUTTIN, 2002) comme l'acide propionique a la plus grande activité antifongique, ce qui en fait un conservateur idéal pour les fourrages céréaliers.

Le propionate est principalement utilisé en tant que conservateur alimentaire ou herbicide (GONZALEZ-GARCIA et al, 2017).

L'acide malique, butyrique, propionique réduisent la chaleur dans les aliments et évite la perte d'énergie et la mauvaise appétence des aliments (ZHANG, et al 2020).

## **2.2.Effet comme un alternative aux antibiotiques :**

Les acides organiques, utilisés comme acidifiants dans les aliments de bétail, ont été considérés comme des alternatives aux antibiotiques pour améliorer la digestibilité des nutriments tels que la réduction du pH du tractus digestif et l'augmentation des niveaux de sécrétion pancréatique (NGUYEN et al, 2020).

Une étude montre que la perfusion du malade à l'organisme diminue le taux de vidange de l'estomac et l'améliore de l'intégrité et la fonction de la muqueuse (De Lange et al, 2010).

## **3.Effet des acides organiques et leurs sels sur la sante et les performances des Vaches laitières :**

### **3.1.Effet sur les composants du lait :**

Afin d'améliorer la qualité du lait, il doit ajouter des alternatives (acides organiques).

Une étude montre que l'acide propionique augmente la production du lait pour les vaches hautement productive, assure ATP et le glucose.

D'autre part, lors d'association d'acide malique avec propionique en perfusion, il enregistre une augmentation du densité et concentration du lait par l'augmentation du taux butyreux, donc une qualité excellente du lait, surtout le cas du colostrum destiné au nouveau né.

Les acides organiques diminuent le Ph d'un seuil que seulement les bactéries lactiques fonctionnent ainsi que les risques d'altération ou de contamination des glandes mammaires par les germes comme :E.coli, Salmonelles..., et du façon indirect ils peuvent prévenir l'affection les mammites sub-cliniques. (Munson & Cooper, 1967)

Lorsque l'acide propionique était infusé, le flux plasmatique mammaire a augmenté et l'absorption de bêta-hydroxybutyrate (BHBA) a diminué. Et l'oxydation du glucose, du lactate augmente dans la glande mammaire.

Autre étude montre qu'une forte proportion d'acide propionique dans le rumen entraînait un dépôt d'énergie tissulaire plus important. que les régimes dans lesquels une proportion élevée d'acide acétique a été trouvée, bien que les apports de l'énergie métabolisable étaient similaires(Flatt, Moe, Moore, Hooven, Lehman, Hemken & Orskov, 1967; Flatt, Moe, Munson & Cooper, 1967).

Les changements de concentrations de cétones dans le sang allaient dans le sens qui pourrait être attendu si l'acide acétique exerçait un effet cétogène apparent.

### **3.2.Effet comme un précurseur gluconéogénique :**

Acide acétique augmente le glucose, ce dernier est connu pour réduire les acides gras mobilisés à partir de tissu adipeux.

Améliorer la réponse immunitaire pendant la période périnatale.

### **3.3.Effet comme source du calcium pour prévenir la fièvre du lait :**

La fièvre du lait est une maladie métabolique avec des signes évocateurs due à la diminution de la concentration du calcium dans le sang à un seuil critique (hypocalcémie) post partum qui touche les vaches multipares à haute rendement. (Goff, J.P.; Hohman, A.; Timms, L.L 2020).

Elle diminue la consommation de matière sèche et la production du lait et provoque des maladies secondaires : cétose, Rétention placentaire, mammite, déplacement de la caillette et des troubles utérins. (Dairy Sci. 2020, 103, 2591–2601.)

Des statistiques montrent que l'utilisation du propionate diminue le risque d'atteinte par la fièvre du lait et la mobilisation du calcium à partir des os, par conséquent il lutte contre l'arthrose.

### **3.4.Effet sur la production du lait:**

Une étude a démontré que l'acide propionique a réduit le rendement quotidien en matière grasse ( $P < 0,10$ ) et le pourcentage de matière grasse ( $P < 0,05$ ). mais a augmenté le rendement en protéines ( $P < 0,05$ ) et le pourcentage ( $P < 0,01$ ), et donc augmenté le niveau de solides non gras dans le lait.

Une étude montre que les produits à base d'acide propionique et formique augmentent DMI et 3,5% FCM des vaches laitières, tandis que réduire la température de la TMR pendant une période de 24 h (Gheller et al. (2020)(Seppälä et al. (2013)).\*

l'alimentation muni d'acide organique destiné aux vaches laitières a été décrit précédemment comme une alternative pour améliorer rendement laitier en période de stress thermique (Ali et al., 2013), elle peut être associée avec l'apport énergétique pour la génération d'ATP dans le cycle de l'acide citrique (Sahoo et Jena, 2014), Les rendements en protéines du lait et en lactose ont également été augmentés pour prévenir de la protéolyse anaérobie (Daniel et al., 2016; Oliveira et al., 2017).

Selon Gheller et al. (2020), l'acide propionique augmente la concentration ruminale acide.

### **3.5. Effet contre les mycotoxines :**

L'ensilage est exposé à l'oxygène après qu'il est retiré du silo et se perd sa valeur nutritive, qui provoque un effet négatif sur les caractéristiques organoleptiques de

l'alimentation (Borreani et Tabacco, 2017), donc L'utilisation d'additifs comme les acides organiques améliorent ou de garantir la qualité de l'alimentation offerts aux animaux (Ashbell et al., 2002).

L'acide propionique est le principal précurseur gluconéogène chez les vaches laitières et l'un des inhibiteurs de moisissures les plus sûrs, le propionate de calcium, qui peut être hydrolysé en acide propionique et en  $\text{Ca}^{2+}$  dans le rumen, peut être un bon additif alimentaire pour soulager la fièvre vitulaire pendant la période périnatale des vaches laitières, c'est un élément nécessaire et complémentaire (additifs) d'assurer un bilan énergétique positive et lutter contre la cétose et la stéatose hépatique.

Il joue un rôle d'un capteur de certains familles des mycotoxines qui touche les performances de la production laitière et la reproduction par leur inhibition détérioration de l'ensilage par temps chaud.

La combinaison entre l'acide propionique et d'inoculants microbiens peut entraîner des améliorations de la fermentation de l'ensilage et de la stabilité aérobie, car ce acide a une excellente activité antifongique et a peu d'impact sur l'activité des bactéries lactiques.

Le propionate de calcium est un outil efficace pour supprimer la germination, dans l'ensilage.

### **3.6. Effet sur des différents paramètres du sang :**

Les concentrations d'urée-N sérique et glucose augmentent après traite, ont été observés chez les vaches supplémentées avec l'acide malique, avec la production d'énergie des solides non gras, des matières grasses.

Une plus grande concentration de glucose sérique à été démontrée par Wang et al.<sup>33</sup>, d'un point de vue nutritionnel a suivi une tendance lors d'utilisation acide malique et propionique. Ces derniers diminuent la mobilisation de la graisse corporelle, et qu'ils peuvent être utilisés comme indicateurs de bilan énergétique et déterminer BCS (Canfield et Butler<sup>36</sup>).

### **3.7. Effet sur la reproduction :**

Lors de la parturition l'administration de la matière sèche est diminué en raison des changements hormonaux et diminution du volume du rumen (Ingvarsen et Andersen 2000). En effet, vêlage et la lactation sont des périodes critiques provoquent un stress métabolique qui affectent la réduction des performances, et comme la vache doit produire une quantité suffisante du lait pour assurer les besoins de sa progéniture sans récupération, elle va subir un déficit énergétique concerne la persistance de l'hypoglycémie et perte du poids corporel, provoquant une diminution de sécrétion d'insulines et des hormones de reproduction (LH, FSH...), entraînant un arrêt de l'activité ovarienne et des chaleurs, ce qui peut compliquer la conception future de la vache, associé au certains pathologies telles

que la cétose, l'involution utérine, le déplacement de la caillette, les mammites et les risques de dystocie et prolapsus utérin (Mulligan et al., 2006a et Goff 2008).

Les vaches laitières à haute production laitière utilisent l'énergie tout d'abord pour la production du lait avant les processus de reproduction (Lucy, 2001).

L'état de fertilité est liée forcément au bilan énergétique et la sensibilité à l'insuline, donc tout un changement affecte négativement sur la reproduction des vaches laitières.

Les modifications des acides gras à courte chaîne telle que acétate, butyrate peuvent améliorer l'état de reproduction en raison d'énergie, la sensibilité à l'insuline et l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (BEDFORD et al, 2018).

D'après les études menées par El-Nour et al. (2009) et Bushmish et al. (1980), il a été observé que l'administration de malate chez les vaches et les génisses a entraîné une augmentation significative du taux de progestérone et les œstrogènes.

cette augmentation maximale a été identifiée le 3ème jour après la première ovulation, 7ème après l'œstrus, et 21ème après conception, et une grande quantité de propionate ruminal, qui à son tour peut stimuler la production d'insuline sérique. Ce dernier peut contribuer à la régulation de la production de progestérone en augmentant la capacité des cellules du corps jaune à synthétiser et à sécréter cette hormone.

Cela peut avoir des implications importantes pour la fertilité des vaches et des génisses en régulant la production d'hormones reproductives clés. (BUSHMISH et al, (1980).

Et selon les études de (Sahoo et Jena, 2014), qui montre que après l'utilisation d'acide citrique et malique le taux moyen de progestérone lutéale augmente progressivement.

Il semble y avoir une relation entre l'insuline, la production de progestérone et l'ovulation. L'augmentation de la production de progestérone peut être due à l'effet direct de l'insuline sur le corps jaune ou à l'augmentation du taux d'ovulation.

Plus précisément, l'étude a examiné les effets de la supplémentation en malate de calcium sur les paramètres de reproduction chez les vaches laitières après le vêlage ont eu une période plus courte entre la première ovulation et le premier œstrus, ce qu'elle pourrait être une stratégie efficace pour améliorer la fertilité des vaches laitières. (El-Nour et al, 2009).

Effectivement, les vaches ayant des réserves plus élevées en glycogène dans l'utérus avaient un intervalle plus court entre la première ovulation et le premier œstrus. (Walsh et al. (2011).

la reprise de cyclicité ovarienne nécessite une synthèse de LH. Il convient de noter que la perfusion de propionate peut améliorer la sécrétion de LH en réponse à la gonadolibérine

(GNRH) avec une sensibilité accrue des ovaires qui est déterminé par une relation proportionnelle positive définie (Bushmish et al (1980)).

Il a été suggéré que le propionate peut affecter le système endocrinien en raison de sa capacité à agir comme un agoniste des récepteurs d'acides gras libres dans les cellules endocrines par exemple (la sécrétion d'insuline et cholécystokinine (CCK), et réguler la libération la leptine et la ghréline dans l'hypothalamus Hertelendy et al. (1969). La perfusion de propionate et malate en quantité élevée stimule la sécrétion d'hormone de croissance (Bryce et al, 1975).

La libération de LH est maintenue pendant 24h après l'arrêt de la perfusion de propionate (Bassett, 1972). Et au 21 jours, il a été démontré que une augmentation de la concentration accrue de glucose car le propionate est le seul précurseur du glucose chez les ruminants (Bassett et al., 1970).

### **3.8.Effet sur la fermentation ruminal et la croissance du rumen :**

*Selemonas ruminatium* est une bactérie ruminale appartient à la classe des Clostridia, elle s'accroît dans une variété de différentes conditions d'alimentation et de fermentation des glucides solubles (Hungate, 1966).

*S. ruminantium* se développe dans des conditions où le glucose est limité ou épuisé elle peut également utiliser le lactate comme source de carbone et d'énergie.(Scheifinger et al, 1975).

En effet, Certaines bactéries strictement anaérobies utilisent l'acide citrique pour synthétiser le succinate et (ou) le propionate comme source de précurseurs biosynthétiques (Gottschalk, 1986 ; Martin et Streeter, 1995 ; Nelson et Cox, 2000, Fig. 1).

le malate et le fumarate sont deux intermédiaires clés dans la voie métabolique du cycle de l'acide citrique (aussi appelé cycle de Krebs) chez les bactéries. Dans le cycle de l'acide citrique, l'oxaloacétate est converti en citrate qui va subir plusieurs réactions pour produire de l'alpha-cétoglutarate, et l'oxaloacétate sera catalysé en succinyl-CoA afin produire du malate, du fumarate, du succinate et du succinyl-CoA.

D'autre part, les deux acides dicarboxyliques augmentant les niveaux de glucides cellulaires qui conduisent à des concentrations plus élevées d'oxaloacétate dans la cellule. En conséquence, le rendement en acétate, propionate et succinate en tant que produits finaux de la fermentation augmentera.

Dans leur étude, Nisbet et Martin ont cultivé des bactéries *S. ruminantium* en utilisant des milieux de culture contenant diverses concentrations de lactate et de malate. Ils ont mesuré la consommation de lactate par les bactéries en utilisant une méthode de

titrage. Les résultats ont montré que l'absorption de lactate par les bactéries était significativement plus élevée en présence de malate Nisbet et Martin (1990).

L'augmentation de la concentration de lactate était parallèle à l'augmentation des protéines cellulaires et des glucides.

le malate a amélioré la capacité de la *selemonas* à se développer sur un milieu acide même avec des concentrations de lactate supérieures à celles décrites dans l'acidose ruminale (29 mM) par Counotte et al. (1981).

En résumé, l'ajout de malate au régime alimentaire des ruminants nourris de céréales peut améliorer la capacité de *S. ruminantium* à utiliser le lactate à pH = 6,0. De plus, le malate peut stimuler l'absorption de lactate en fonction de la dose. Cela peut aider à maintenir un équilibre sain dans le rumen, en favorisant la croissance de bactéries bénéfiques tout en réduisant la croissance de bactéries nocives (Nisbet et Martin, 1991).

Cette stimulation est inductible et des gradients de protons peuvent être impliqués (Nisbet et Martin, 1994). Martin et Streeter (1995) et Callaway et Martin (1996) ont observé que le dl-malate a eu des effets analogues aux ionophores (c'est-à-dire la monensine) en diminuant le rendement en méthane, Les produits de fermentation plus réduits (propionate) augmentent aux dépens de l'acétate.

Il est possible d'évaluer l'influence d'un supplément d'acide organique sur les caractéristiques de la digestion en mesurant plusieurs paramètres, tels que le pH ruminal, l'efficacité de la croissance microbienne et la digestion des nutriments. Dans le cas spécifique de la supplémentation d'un régime de finition riche en céréales avec de l'acide malique, il a été observé que cela favorise un pH ruminal plus élevé sans effets néfastes sur l'efficacité de la croissance microbienne ou la digestion ruminale de l'amidon, des fibres ou des protéines. Des analyses de la composition chimique des aliments et des excréments peuvent également être effectuées pour évaluer l'effet du supplément d'acide organique sur l'absorption des nutriments. (Montano et al. (1999).

Crespo et al. (2002) et Carro et Ranilla (2003) ont évalué que L'ajout de malate a augmenté la production de CO<sub>2</sub> pour tous les substrats et a diminué la production de CH<sub>4</sub> en particulier pour l'orge et le blé.

le traitement au malate a augmenté la production totale d'AGV, et diminuer les populations bactériennes et/ou dans leur activité. Et ces AGV, tels que le propionique et le butyrique, fournissent les principaux stimuli chimiques pour la prolifération de l'épithélium du rumen si la quantité est suffisante.

Les additifs de propionate peuvent être utilisés dans l'alimentation comme promoteurs de croissance.

Le propionate agit comme une molécule de signalisation pour améliorer l'épithélium du rumen. Il peut être converti en glucose dans le foie, et des concentrations de glucose plus élevées signifient qu'une énergie élevée peut être utilisée pour augmenter le poids corporel.

Cao et al, ont également vérifié que la supplémentation en propionate de calcium (5 % de matière sèche) peut améliorer le gain de poids corporel.

les traitements aient augmenté la quantité de propionate potentiellement disponible pour la gluconéogenèse, la DMI a été réduite et une période d'évaluation plus longue serait nécessaire pour qu'un changement dans la production ou la composition du lait soit détecté.

# **CHAPITRE II :**

## **Les Mycotoxines**

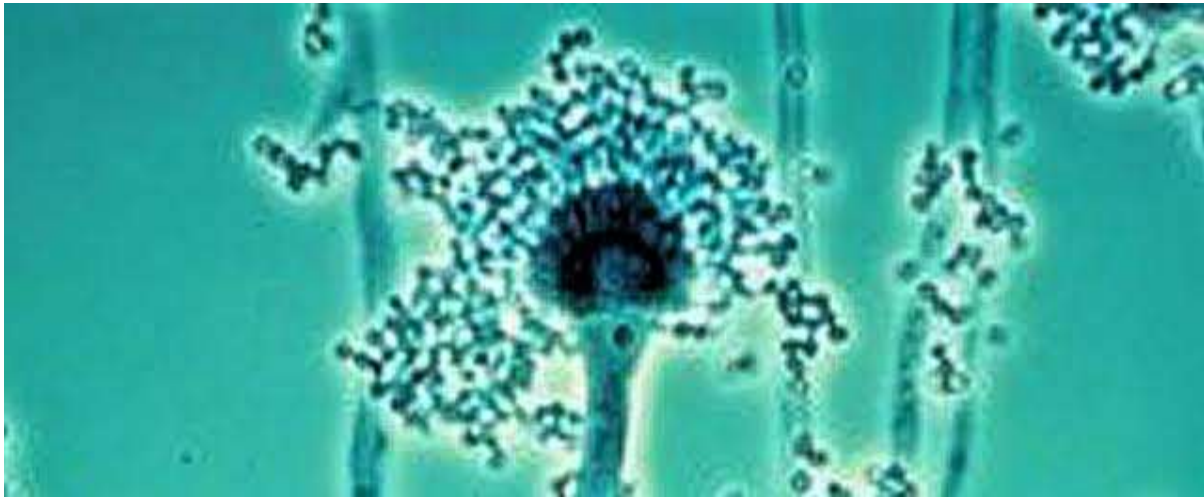


Figure 3 : l'aspect d'un mycotoxine sous un microscope électronique

### **1.Generalites :**

Les civilisations anciennes ont utilisées déjà les champignons toxiques pour un but thérapeutique, Cependant, il a fallu attendre les progrès de la science moderne pour mieux saisir l'intérêt ou l'inconvénient de ces propriétés

Pendant la culture ou le stockage des plantes, des moisissures peuvent se développer et produire des toxines qui pourront entraîner des conséquences néfastes sur le consommateur de ces produits végétaux contaminés.

Les moisissures ont deux facettes :

**L'une bénéfique** : production d'antibiotiques, d'enzymes, des condiments, d'agents de saveur des protéines utiles à la santé humaine.

**L'autre nuisible** : altération des denrées alimentaires, mycoses, allergies, mycotoxicoses pour l'homme et les animaux.

### **2.Définition des Mycotoxines :**

Le terme mycotoxines vient du mot grec <<mycos>> qui signifie champignons et du latin <<toxicum >> qui signifie poison.

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires toxiques synthétisés par certaines moisissures qui se développent sur plusieurs produits agricoles. Se développent sur la plante au champs ou en cours de stockage Plus de 400 métabolites secondaires ont été identifiés ; Seules 30 possède une réelle propriété toxique préoccupantes

Leurs production est liée au développement des moisissures ( grain en silo ; ensilage ) Elles ont une répartition ubiquitaire, Sont Thermorésistantes et Non Antigéniques Exigence d'un important degré d'humidité (60 a 70 % )

Rappel sur moisissures :

- Champignons microscopiques, pluricellulaires et filamenteux.
- Classés en deux catégories selon le lieu de production de la mycotoxine :

**Au champ** (avant et pendant récolte) : Fusarium produit : fumonisines, trichothécènes, Zéaralenone.

**Au stockage** : ex : aspergillus produit l'aflatoxine.

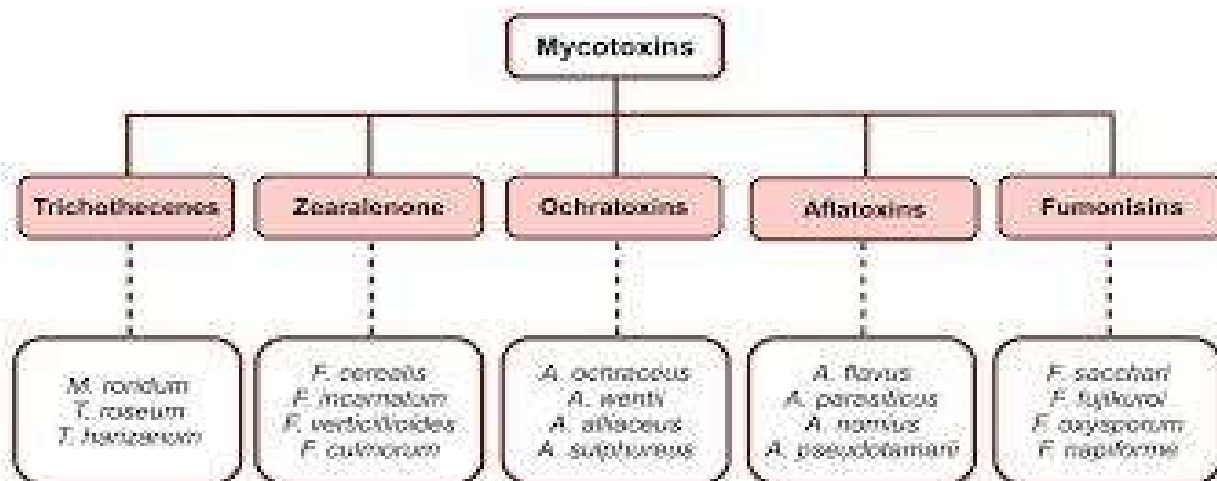
### **3. Classification :**

Les principales espèces productrices de mycotoxines sont Fusarium, Aspergillus, Penicillium

Les principales mycotoxines sont les aflatoxines, les ochratoxines, les Zéaralenone, les fumonisines et la patuline.

| Mycotoxines     | Genre de moisissures productrice | Aliment contaminé                                                                    |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Alfatoxines     | Aspergillus                      | Céréales ( principalement le maïs )<br>Sous produits céréaliers<br>Ensilages de maïs |
| Ochratoxines A  | Aspergillus                      | Céréales ( principalement le blé )<br>Sous produits céréaliers<br>Ensilages de maïs  |
| Désoxynivalénol | Fusarium                         | Céréales<br>Sous produits céréaliers<br>Ensilages de maïs<br>Ensilages d'herbe       |
| Zéaralenone     | Fusarium                         | Céréales<br>Sous produits céréaliers<br>Ensilages de maïs                            |
| Fumonisines     | Fusarium                         | Céréales<br>Sous produits céréaliers<br>Ensilages de maïs                            |

**Tableau 2 :** La classification des mycotoxines par rapport aux genre des moisissures productrices.



**Figure 4 :** Les principales espèces productrices des mycotoxines et les différents types des mycotoxines.

### 3.1. Les Aflatoxines

Les aflatoxines sont produites par des *Aspergillus* se développant entre autres sur les céréales et les oléagineux dans des atmosphères chaudes et humides. Quelques souches d'*Aspergillus* sont connues pour leur capacité à synthétiser des aflatoxines, *A. flavus* produit principalement l'AFB1 et AFB2 alors qu'il ne produit habituellement ni AFG1 ni AFG2, bien que quelques rares exceptions aient été décrites (Wicklow et Shotwell, 1983).

### 3.2. Zéaralénone (ZEA) :

C'est une mycotoxine produite par des moisissures du genre *Fusarium* dont la structure chimique présente des analogies avec celle de l'œstrogène. D'un point de vue chimique, la ZEA est une lactone de l'acide résorcyclique sans toxicité intrinsèque mais de part sa similitude avec l'œstrogène, la ZEA est responsable de troubles de la reproduction et notamment du syndrome ostrogénique. La principale moisissure responsable de la production de cette mycotoxine est *Fusarium graminearum* même si d'autres champignons sont capables de la produire. Sa répartition est mondiale, elle est présente dans l'ensilage, le foin, le maïs ou d'autres céréales. La production de ZEA dans le maïs semble exacerbée par certaines conditions qui maintiennent un taux d'humidité oscillant entre 22 et 25% et des températures comprises entre 10 à et 15°C

### 3.3. Trichothécènes :

Les trichothécènes sont des mycotoxines produites par plusieurs espèces de *Fusarium* et de genres apparentés. Les trichothécènes forment une famille comprenant 200 à 300 composés exerçant leur effet toxique par inhibition de la synthèse des protéines au niveau des ribosomes. Au sein de cette famille de mycotoxine, les plus couramment détectés dans les produits agricoles sont le déoxynivalénol (DON encore appelé vomitoxine), la toxine T-2, le nivalénol (NIV) et le diacétoxyscirpénol (DAS)

### **3.4. Fumonisines (FB) :**

La fumonisine B1 a été isolée pour la première fois en 1988, et il est montré qu'elle est une cause de la leucoencéphalomalacie équine, de l'œdème pulmonaire du porc et d'hépatotoxicité chez le rat. C'est une toxine fongique élaborée par des espèces de *Fusarium*<sup>39</sup> qui sont principalement *F. verticilloides* (anciennement *F. moniliforme*) et *F. proliferatum*.

Ces moisissures extrêmement répandues dans le maïs produisent de grandes quantités de diverses fumonisines B1, B2 et B3. Les fumonisines ont une structure semblable à celle de la sphingosine, un des composants des sphingolipides qui eux même sont des éléments structuraux de la myéline et de certains tissus nerveux.

### **3.5. Ochratoxine A (OTA) :**

Cette mycotoxine est produite par différentes espèces de *Penicillium* (*P. verrucosum*, *P. viridicatum*...) et d'*Aspergillus* (*A. ochraceus*...). Elle fait partie de la famille des ochratoxines qui compte une dizaine de molécules connues. Les champignons *A. ochraceus* produit l'OTA à une température optimale de 28°C alors que *P. viridicatum* par exemple, produit la mycotoxine entre 4 et 30°C. De ce fait, l'OTA est une toxine fongique que l'on retrouve dans les céréales des régions chaudes ou tempérées [124, 166].

### **3.6. La patuline :**

La patuline est élaborée par des moisissures du genre *Penicillium*, *Aspergillus* et *Byssoschlamys* [118]. Encore connue sous le nom de clavacine, claviformine, expansine, mycoïne, cette substance, douée de propriétés antibactériennes, fut, dès sa découverte en 1942, l'objet de recherches intensives en vue de son utilisation à des fins thérapeutiques. Cependant, en raison de sa toxicité élevée, son emploi en tant qu'antibiotique dut être rapidement abandonné.

## **4. Conditions pour développement des mycotoxines :**

La mycotoxinogénèse est fortement influencée par l'interaction complexe de plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques (Magan et Aldred, 2007).

**4.1. Facteurs intrinsèques** : Ils sont liés à la souche fongique elle-même. Certaines moisissures sont toxino-gènes, mais d'autres ne le sont pas et certaines espèces peuvent produire plusieurs mycotoxines, à l'instar de l'*Aspergillus flavus* qui peut produire des aflatoxines (Fitzgerald et coll., 1998).

**4.2. Facteurs extrinsèques** : Facteurs de l'environnement contribuant à la croissance des moisissures, tels que la teneur en eau, l'humidité relative, le pH, la température ambiante, la composition du substrat en éléments nutritifs et sa richesse en graisse ou en azote.

**a. Substrat** : Les moisissures sont des organismes hétérotrophes se développant exclusivement sur des substrats nutritifs, à l'exemple du saccharose et des acides aminés contenus dans les produits alimentaires de base. Pour utiliser ces substrats, il faut pouvoir les atteindre ; une rupture préalable des défenses naturelles des grains et des fruits est donc nécessaire pour permettre une pénétration et un développement rapide des moisissures (Vogelgsang et coll., 2008).

**b. Activité de l'eau ou la disponibilité en eau (aw)** : L'activité de l'eau équivaut au ratio entre la quantité d'eau contenue dans une substance et la quantité d'eau totale que celle-ci est susceptible de contenir. Elle est définie par l'équation :  $aw = p / p_0$ , où  $p$  = la pression partielle de vapeur d'eau dans une substance au-dessus de la surface de celui-ci et  $p_0$  = la pression partielle de vapeur saturée de l'eau pure à la même température (Brochard et Le Bacle, 2009). L'exigence des moisissures vis-à-vis de l'eau est variable selon l'espèce et la souche (Beuchat, 1983). En règle générale, la plupart des moisissures sont plus à même de se développer lorsque l' $aw$  se situe entre 0,85 et 0,99. Ainsi, les *Aspergillus* prolifèrent mieux à une  $aw$  comprise entre 0,72 et 0,80, selon les souches.

**c. La température** : La température optimale pour la croissance des moisissures se situe habituellement entre 10 et 30 °C (Ribeiro et coll., 2006), mais cette marge peut s'étendre de 0 à 60 °C. Ainsi, certaines espèces thermophiles peuvent croître à des températures avoisinant les 55 °C (à l'exemple de l'*A. fumigatus*) et le *Cladosporium herbarum* peut même proliférer à des températures inférieures à 0 °C (Magan et Lacey, 1984). Les *Aspergillus* se développent préférentiellement sous des climats tropicaux et subtropicaux à des températures avoisinant les 30 °C

**d. Le pH** : La majorité des moisissures se développent dans des pH acides. Les *Fusarium* se forment ordinairement quand la valeur des pH se situe entre 3 à 8, sachant toutefois qu'ils atteignent une croissance optimale avec des pH de 5 et 6, et qu'ils peuvent tolérer que la valeur du pH soit de 2,5 (Keller et coll., 1997).

**e. Endommagement des grains** : Les grains cassés ou fissurés sont souvent envahis par des insectes et/ou des acariens et constituent un foyer favorable pour le développement des moisissures et la libération des toxines (Sinha, 1994, Rajendran, 2005).

**f. La composition gazeuse** : La plupart des moisissures ont une croissance aérobique. Lorsque les denrées alimentaires sont conservées dans une atmosphère confinée où, de surcroît, la pression en oxygène est réduite et la teneur en CO<sub>2</sub> accrue, cela a pour effet d'inhiber la croissance des moisissures. Dès lors, sitôt que celles-ci se retrouvent à l'air libre, ceci peut rapidement entraîner une intense toxinogènes (Le Bars et Le Bars, 1987).

D'autres facteurs peuvent influencer la production des mycotoxines, tels que **le laborage** et **la rotation de récolte** (Lipps et Deep, 1991), **la variété de la plante** (Golinski et coll.,

2002), les **fongicides utilisés** (Moss et Frank, 1985) et les **différences géographiques** (Langseth et coll., 1995).

#### 4.3. Autres Facteurs :

L'effet des mycotoxines dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels ceux qui sont liés à la **toxine elle-même** (le type et la proportion de mycotoxines ingérées ainsi que la durée de la période d'intoxication), ceux qui sont liés à **l'alimentation** (le niveau de contamination, la composition de l'alimentation), ceux qui sont **liés aux animaux** (l'espèce, le sexe, l'âge, la race, le niveau de consommation d'aliments, la santé générale, le statut immunitaire, les stratégies nutritionnelles) et, enfin, ceux qui sont liés à **la gestion des exploitations agricoles** (Bennett et Klich, 2003, Gallo et coll., 2015). Le plus souvent, on impute aux mycotoxines une diminution **de l'efficacité du système immunitaire, une sensibilité accrue aux maladies et aux infections**, ainsi que **des problèmes de reproduction et une baisse générale des performances zootechniques** (Diaz, 2005).

#### 5. Mycotoxicogenèse : ( La toxicité des mycotoxines et leurs effets sur la santé des animaux) :

La toxicité des mycotoxines est **variable** selon la molécule en cause, la fréquence d'exposition et la quantité absorbée

Parmi ces effets : **cancérogènes, mutagènes, tératogènes, immunosuppresseurs, oestrogéniques, nécrosants, neurotoxiques et néphrotiques** (Halewyn et Poulin, 2002).

##### 5.1. Effets de la ZON sur la santé des bovins laitiers :

Plusieurs études ont associé la ZON à des effets oestrogéniques se traduisant par des avortements, des cycles d'œstrus anormaux, des vaginites et des baisses de performance en reproduction. Ces conclusions sont celles qui sont le plus fréquemment rapportées chez les bovins et les porcs (Khamis et coll., 1986, Fink-Gremmels et Malekinejad, 2007). De tels effets pourraient aussi conduire à la formation de tumeurs hépatiques et pituitaires chez les souris (Creppy, 2002). Dans les troupeaux laitiers, des problèmes d'infertilité associés à la présence de ZON dans des foin ont été identifiés à partir d'enquêtes réalisées aux États-Unis (Mirocha et coll., 1968)

Le **DON** est généralement associé à une baisse de la consommation volontaire d'aliments et de production, une augmentation de l'incidence des maladies telles que le déplacement de la caillette, de la cétose, de la rétention placentaire, de la métrite et de la la reproduction et à une diminution de la fertilité (Kallela et Ettala, 1983, Whitlow et Hagler, 2008)

Expliquer sur le tableau suivant :

| <b>Mycotoxine</b> | <b>Denrée</b>         | <b>Champignon producteur</b>                               | <b>Conséquences de l'ingestion</b>                                                                                                                                                             |
|-------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DON/NIV</b>    | <b>blé, maïs orge</b> | <b>F.raminearum<br/>F.culmorum<br/>F.rockwellense</b>      | <b>Intoxications humaines signalées en Inde, en Chine, en Corée et au Japon.<br/>Toxiques pour les animaux et en particulier pour les porcs (Li et coll., 2001, Pestka et Smolinski, 2005)</b> |
| <b>ZON</b>        | <b>maïs, blé</b>      | <b>F. graminearum<br/>F. culmorum<br/>F. crookwellense</b> | <b>Identifiée par le CIRC comme étant potentiellement cancérigène pour l'animal. Affecte l'appareil reproducteur des truies (Gaumy et coll., 2001b).</b>                                       |
| <b>OTA</b>        | <b>orge, blé et</b>   | <b>A.chraceus<br/>P.verrucosum</b>                         | <b>Suspectée par le CIRC d'être cancérigène pour l'homme, les animaux de laboratoire et le porc (Castegnaro et McGregor, 1998).</b>                                                            |

**Tableau 3 :** Les effets néfastes d'ingestion d'une denrée alimentaire contient de mycotoxine

Il est important de noter que ce rôle de détoxifiant du rumen peut être perturbé par un déséquilibre de la flore ruminale. En effet, on sait que les micro-organismes du rumen (protozoaires, bactéries ....) sont sensibles aux variations physico-chimiques du contenu ruminal et notamment au pH. C'est pour cette raison qu'une alimentation déséquilibrée, composée essentiellement de concentrés en favorisant un état de sub-acidose augmente la toxicité des mycotoxines

## **6. Lutter sur les mycotoxines :**

### **6.1.Procédés physiques :**

Les méthodes physiques sont nombreuses. Elles sont basées, en général, sur le lavage, le séchage, le broyage, le tri manuel, la séparation mécanique, le traitement par un choc thermique et la torréfaction (Zinedine, 2004). Van Egmond et Speijers, 1999 préconisent d'autres traitements aux micro-ondes, rayons gamma, rayons X, et lumière UV.

#### **a)- Traitement thermique**

Les mycotoxines sont, généralement, thermostables et elles résistent à tous les procédés utilisés pour l'élimination des micro-organismes (chauffage et stérilisation). Peers et Linsell (1975) observaient que les aflatoxines restaient stables dans les arachides ou dans

#### **b)- Irradiation**

L'irradiation a été considérée pendant longtemps comme une solution de lutte possible contre les microorganismes. Des méthodes pour l'élimination des mycotoxines, entièrement satisfaisantes, ne sont pas encore mises au point. Cependant l'irradiation est un procédé qui peut-être envisagé pour lutter plus ou moins convenablement contre les moisissures toxinogènes.

#### **c)- Extraction**

L'extraction des aflatoxines avec des solvants est un procédé qui a été étudié pour leur élimination des arachides contaminées. Cependant l'aliment traité par cette méthode ne peut-être destiné qu'aux animaux. Le rapport solvant/aliment est un élément crucial dans le procédé. Bien que toutes les traces d'aflatoxines puissent être éliminées sans aucun risque de formation de produits toxiques par ce procédé, il reste limité du fait de son coût très élevé (Rustom, 1997).

#### **d)-Adsorption**

Certains produits possèdent des propriétés d'adsorption. Ils ont fait l'objet d'études pour évaluer leur capacité à éliminer les mycotoxines des aliments contaminés. Selon Huwig et al. (2001), différents adsorbants ont été utilisés avec succès dans des procédés de détoxification des aliments de bétail contaminés par les mycotoxines.

## **6.2. Procédés chimiques :**

### **a)- Traitement à l'ammoniaque :**

L'ammonisation (traitement des denrées contaminées par l'ammoniaque) est la méthode chimique qui a fait l'objet des recherches les plus poussées. Selon Park en 1993, le traitement à l'ammoniaque est une solution pratique et efficace pour la détoxification des

aflatoxines dans les denrées alimentaires et l'alimentation du bétail. Quoique la décontamination des aflatoxines par l'hydroxyde d'ammonium a montré une grande efficacité (plus de 99%) et a été utilisée avec succès aux USA, en France, au

### **b)- Bisulfites**

Les bisulfites ont été ajoutés aux aliments pour inhiber les activités de certaines enzymes mais aussi pour retarder la croissance des micro-organismes. Doyle et Marth (1978) ont constaté que les bisulfites réduisent les taux des aflatoxines B1 et G1 d'environ 50 % après environ 5 jours de traitement et que cette durée peut être réduite à une journée si la température atteint 55° C au cours du traitement.

### **c)- Les antioxydants**

La recherche des propriétés protectrices des substances anti-oxydantes contre les effets néfastes des mycotoxines a été largement étudiée. Les vitamines (A, D et E) et le sélénium ont donné des résultats positifs en inhibant la complexation des mycotoxines à l'ADN. Des résultats similaires ont été obtenus avec les riboflavines et des caroténoïdes (Galvano et al, 2001).

### **d) Les Argiles :**

#### **1)- Bentonite :**

Les bentonites sont l'élément de base dans la lutte contre les mycotoxines. Ce sont des argiles phyllo silicates avec une microstructure cristalline stratifiée de composition. Ils sont souvent appelés smectites parce que c'est l'argile minérale dominante. La smectite comprend principalement la montmorillonite. L'efficacité d'adsorption de la bentonite dépend de la teneur en montmorillonite et des cations interchangeables (Kolosova et Stroka, 2011)

## **6.3. Lutter efficacement à long terme par des procédés naturels :**

La prévention sur le long terme est un levier essentiel dans la lutte contre les mycotoxines. Elle se traduit notamment **par la mise en place de pratiques agronomiques et de conservation adaptée** qui minimiseront le risque seulement **ou par l'utilisation des ADDITIFS comme CAPTEURS DE MYCOTOXINES** .

## **6.4.AGIR POUR LIMITER LES RISQUES LIÉS AUX MYCOTOXINES :**

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. C'est pour cela on doit effectuer des contrôles continus sur la présence de mycotoxines dans les matières premières intégrées dans l'aliment. De ce fait, leur présence est maîtrisée avant même la fabrication des aliments.

Au sein des élevages à risque, il est également recommandé d'utiliser des **capteurs de mycotoxines** qui seront mélangés à l'aliment tout au long de l'année : leurs composants naturels vont **neutraliser l'action des mycotoxines**.

**En deux processus :**

### **A. Capter et fixer les mycotoxines :**

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 lier 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

Ses substances absorbantes captent les mycotoxines et neutralisent leur toxicité. Leur efficacité varie selon la structure et la polarité de la mycotoxine.. Ce mode d'action est le plus courant dans la lutte contre les mycotoxines.

### **B.Processus de désactivation :**

En complément du captage des mycotoxines, **des enzymes** produites à partir des micro-organismes permettent une **bio transformation** afin de **désactiver** les mycotoxines au niveau du tube digestif. Cette méthode est notamment efficace sur les mycotoxines présentes à forte concentration. Chez les ruminants, la flore du rumen a une capacité de désactivation naturelle qui peut être boostée par l'ajout de **levures vivantes**.

**Ces additifs visent à :**

- 1.Inactiver les mycotoxines qui n'ont pu être éliminées. C'est le rôle de différents actifs «enzymatiques» qui modifient la structure de mycotoxines les rendant inoffensives. À noter que chez les ruminants, les fermentations du rumen jouent en partie ce rôle ...
- 2.Soutenir le fonctionnement du foie dans son rôle de filtration/ élimination des toxines ayant franchi la barrière intestinale

## **7.Effets des Capteurs sur les performances :**

### **a.Sur la production :**

- Augmentation de la production laitière moyenne
- Améliorations de l'état corporel , BCS

### **b.Sur la Reproduction :**

- Diminution de la mortalité
- Absence de mortalités embryonnaires
- Intervalle velage\_velage diminué

### **c.Sur la qualité de lait :**

- Diminution des cellules somatiques
- Reduction de nombre de mammites cliniques
- .Augmentation du taux protéique et butyreux

## **8.Législation :**

De nombreux pays ont des réglementations pour contrôler les niveaux d'AFB1 dans les denrées alimentaires et pour établir les niveaux maximaux admissibles d'AFM1 dans le lait et les produits laitiers afin de réduire les risques de maladie (Rastogi et al. 2004)

## **9.Contamination du lait par les mycotoxines :**

La qualité du lait, par rapport aux contaminants toxiques, est directement liée au type et à la qualité de l'alimentation animale suite au métabolisme des mycotoxines et à leur excrétion ultérieure dans le lait (Jobim et al. 2001). Le niveau d'excrétion des mycotoxines dans le lait est généralement faible et dépend du poids moléculaire et de la lipophilie d'une mycotoxine donnée. La vitesse de transport est également influencée par le gradient de pH entre le plasma sanguin et le lait, qui évolue en fonction de l'état de santé de l'animal (Yiannikouris et Jouany 2002 ; Kalac 2011). L'absorption des mycotoxines par la glande mammaire peut se produire par filtration intercellulaire, diffusion passive à travers la membrane cellulaire ou transport actif (Jouany 2001; Yiannikouris et Jouany 2002), cela dépend de la mycotoxine, de son état ionique, entre autres.

## **10 . Voies d'élimination des mycotoxines**

### **10.1 / Excrétion urinaire et fécale**

En fonction de l'efficacité de l'absorption gastro-intestinale et du métabolisme hépatique, les mycotoxines et leurs métabolites sont préférentiellement excrétés par les voies urinaire et fécale. Après administration orale, l'excrétion urinaire est plus efficace dans le cas de

mycotoxines hautement absorbées et métabolisées comme l'AFB1, la citrinine, l'OTA, la patuline et la ZEN.

L'excrétion fécale résulte d'un manque d'absorption par le tractus gastro-intestinal ou d'une grande efficacité d'élimination des toxines ou de leurs métabolites par le système biliaire. Ainsi la FB1 et le DON qui sont principalement exportées par la voie biliaire et sont faiblement absorbés dans l'intestin se retrouvent majoritairement dans les fèces (respectivement 61 % et 54 à 75 %) et sous forme de traces dans l'urine (1 à 3 %). La T-2 qui est également peu absorbée est en quasi totalité excrétée dans les fèces. En revanche, l'AFB1, l'acide cyclopiazonique, l'OTA ou la ZEN seraient significativement éliminés par la bile sous forme de métabolites conjugués et pourraient ainsi être davantage présentes dans les milieux liquides comme l'urine (Galtier 1998).

## **10.2 . Excrétion dans le lait**

L'excrétion lactée des toxines et de leurs métabolites représente une voie d'élimination par l'animal et peut s'effectuer par filtration intercellulaire, diffusion passive transmembranaire ou transport actif par l'intermédiaire de vésicules de sécrétion. D'après les résultats présentés dans le tableau 4, il est clair que l'AFB1, l'OTA, la ZEN et leurs métabolites respectifs, notamment l'AFM1, présentent un risque potentiel pour le consommateur du fait de leur excrétion dans le lait chez la vache. Le taux de transfert des aflatoxines depuis l'aliment jusque dans le lait est faible et se situe entre 0,3 et 2,2 % (Spahr et al 2000).

| Mycotoxine | Dose                        | Durée de l'exposition(j) | Formes excrétées dans le lait       | Concentration dans le lait (ppb) | Référence                                                           |
|------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| AFB1       | 0,35mg/kg                   | 3                        | AFM1                                | 0,10                             | Kiermeier (1973)                                                    |
| DON        | 1,8mg/kg<br>66ppm<br>880ppm | 1<br>5<br>3              | DON<br>DOM-1<br>DOM-1 conjuguée     | <4<br>30<br>220                  | Prelusky et al (1984)<br>Côté et al (1986)<br>Prelusky et al (1987) |
| FB1        | 3mg/kg                      | 14                       | FB1                                 | 0                                | Richard et al (1996)                                                |
| OTA        | 50mg<br>1g                  | 4<br>4                   | OTA $\alpha$<br>OTA<br>OTA $\alpha$ | 150<br>100<br>700                | Ribelin et al (1978)                                                |
| T-2        | 50ppm                       | 15                       | T-2                                 |                                  | Robison et al (1979)                                                |
| ZEN        | 25ppm<br>40ppm              | 7                        | ZEN<br>$\alpha$ -zéaralénol         | 481<br>508                       | Prelusky et al (1990)                                               |

|  |            |    |                      |           |  |
|--|------------|----|----------------------|-----------|--|
|  | 1,8g et 6g |    | $\beta$ -zéaralénol  | 370       |  |
|  |            | 21 | ZEN                  | 2,5       |  |
|  |            |    | $\alpha$ -zéaralénol | 3,0       |  |
|  |            | 1  | ZEN                  | 4,0et 6,1 |  |
|  |            |    | $\alpha$ -zéaralénol | 1,5et4,0  |  |
|  |            |    | $\beta$ -zéaralénol  | 4,1et6,6  |  |

Tableau 4 : Résidus de Mycotoxines dans le lait de vache (Spahr et al 2000).

# **CHAPITER III :**

## **L'alimentation et la production**

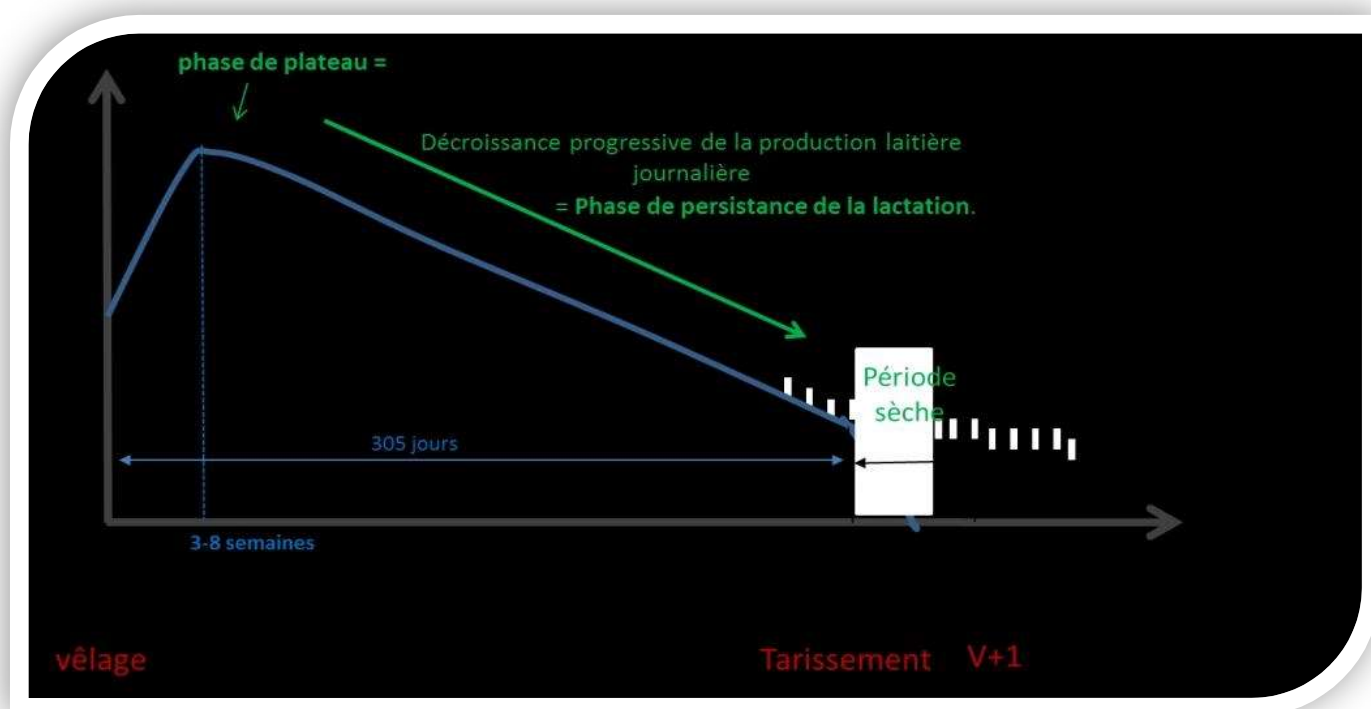
### **laitière**

## 1. Conduite de la production laitière :

### 1.1 Caractéristique de la courbe de lactation :

Selon CRAPLET et al. (1973), la lactation chez une vache laitière se caractérise par la sécrétion du lait après un vêlage. Dans le cas d'avortement, on peut considérer la production laitière comme une nouvelle lactation, si l'accident s'est produit à partir du 210<sup>ème</sup> jour de la lactation. La naissance du veau est le début du cycle de lactation de la vache, dont elle se met à produire du lait juste après la première semaine de la mise-bas, et évolue au cours de sa lactation, ces variations journalières ou mensuelles sont exprimées graphiquement sous forme d'une courbe qui décrit le volume du lait en fonction du temps c'est la courbe de lactation (MASSELIN et al, 1987).

La lactation se déclenche lors de la mise-bas et la production laitière évolue dans le temps.



Cette évolution peut être représentée par une courbe dénommée « courbe de lactation ».

**Figure 5:** Courbe théorique de lactation chez la vache (SOLTNER, 2001).

### 1.2 Phases de la courbe de lactation :

On peut distinguer trois phases au cours d'une lactation

- Une phase ascendante ou phase de croissance.
- Une phase plateau.
- Une phase descendante ou phase de décroissance.

#### 1.2.1-Phase ascendante :

Cette phase commence vers la fin de la première semaine post-partum, puis la production journalière augmente rapidement jusqu'au pic de lactation qui est le point où la vache atteint la production laitière journalière la plus élevée durant la lactation. Il est atteint vers la troisième et quatrième semaine pour les fortes productrices, et en quatrième et en cinquième semaine chez les faibles productrices (GADOUD et al, 1992). Du 5 -  
 ème jour post-partum jusqu'au pic de lactation. La production journalière augmente rapidement pour atteindre le niveau maximal de production « pic de lactation » vers la 3ème et la 4ème semaine pour les fortes productrices, et vers la 4ème à la 5ème semaine chez les faibles productrices (GADOUD et al, 1992).

### **1.2.2 Phase plateau:**

C'est la période durant laquelle la production maximale est maintenue ; cette phase dure à peu près 4 semaines (HANZEN, 2008).

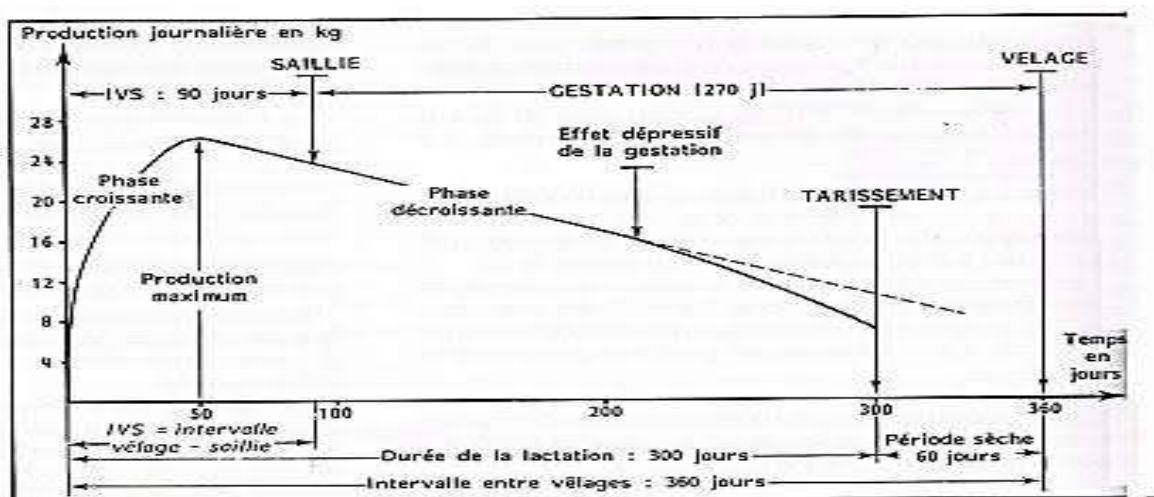
La production laitière par lactation ne dépend pas uniquement du pic de lactation, mais aussi de la persistance. Celle-ci donne une idée sur la manière dont la production laitière maintient durant la lactation. La persistance est calculée comme le pourcentage de la production d'un mois sur celle du mois précédant. Elle est en moyenne de 94 – 96 % (BOUDJENANE, 2010).

### **1.2.3 Phase descendante :**

C'est la plus longue ; elle débute du pic de lactation et s'étale jusqu'au 7ème mois de gestation. La production laitière diminue plus ou moins régulièrement durant cette période (GADOUD et al, 1992). Après le pic de lactation, la production laitière diminue de presque 4 à 6% chaque mois (CRAPLET et al, 1973).

### **1.3 Phase de tarissement :**

Cette phase signifie l'arrêt de la traite en fin de lactation (SERIEYS, 1997). Elle se caractérise par une chute plus importante de production qui résulte de l'effet des hormones de gestation (HANZEN, 2008). La durée classique de tarissement de la vache laitière en France et dans la majorité des pays du monde est de 2 mois (ENJALBERT, 2006).



**Figure 6 : Courbe de différentes phases de lactation**

## **2. Contrôle laitier :**

Selon CRAPLET et al. (1973), le contrôle laitier est un ensemble de méthodes qui permettent de déterminer la production laitière d'une vache au cours de ses lactations successives.

Selon CHARRON (1986), le contrôle laitier est un contrôle de performances qui a pour objectif principal de déterminer d'une manière aussi précise que possible la production d'une vache pour chacune de ses lactations pendant toute sa carrière lactante.

Le contrôle laitier est effectué mensuellement sur des femelles préalablement identifiées, avec un écart entre deux contrôles de 26 à 33 jours. Il porte sur des traites effectuées durant les vingt-quatre heures (traite du matin et du soir) (CRAPLET et al, 1973). Selon CRAPLET et al. (1973), l'objectif du contrôle laitier est d'aider le propriétaire à bien diriger son exploitation. Il permet en effet de :

- Connaître la production laitière des animaux ce qui permet d'apprécier la valeur laitière de chaque vache.
- Ajuster l'alimentation à la production : on peut corriger la quantité et la qualité de la ration en ajustant l'aliment concentré complémentaire. Cette pratique permet ainsi d'éviter l'insuffisance et le gaspillage de l'aliment.
- Assurer l'identification des animaux.
- Classer avec précision les vaches d'une même étable : aide l'éleveur dans l'orientation du renouvellement de son troupeau en choisissant de garder les meilleures Laitières.
- Disposer enfin de documents sûrs et indispensables à la gestion saine et efficace de l'exploitation
- Amélioration génétique : les informations collectées lors d'un contrôle laitier vont servir au calcul des index laitiers des taureaux. La connaissance de la production.
- La connaissance de la production laitière des vaches permettent de choisir les mères ou futures mères des taureaux mis à l'épreuve.
- Création de nouveaux marchés : grâce à l'amélioration des populations bovines, les éleveurs peuvent exporter à l'étranger leurs animaux, des taureaux ou leurs semences ainsi que des femelles de souche de grande valeur génétique.

Il existe plusieurs méthodes, mais la plus utilisée dans le monde est la méthode de Fleischmann. Ce contrôle laitier est réalisé par un agent spécialisé, il enregistre certaines informations en moyenne tous les 30 jours (26 à 33 jours) pendant toute la durée de lactation. Le même agent effectue les prélèvements pour le dosage du taux butyreux et protéique.

## **2.1 Taux butyreux et taux protéique :**

Taux butyreux et taux protéique : Se définit par deux termes :

- Taux de matière azoté total appelé aussi le taux protéique.
- Taux de matière grasse appelé aussi le taux butyreux.

le taux butyreux :matière grasse, aussi connue sous le nom de lipides, se présente généralement sous forme de globules gras. Ces globules sont constitués de triglycéride (trois acides gras associés à une molécule de glycérol),(Mathieu,1998). Elle est une source importante d'énergie, acides gras essentiels, vitamines liposolubles comme propriétés nutritionnelles, (Thomas et al, 2008).

Le taux butyreux augmente le 1er mois de lactation puis réduit et remonte le 3ème ou 4ème mois de lactation, et se varie entre 3,5 et 4,5% (35 à 45 gr/kg de lait), (POUGHEO, 2001).

Taux protéique :Les protéines représentent environ 3,3 % du lait de vache, juste après l'eau, le lactose et la matière grasse en termes d'abondance, ils sont formé des caséines de lactosérum, (Mathieu, 1998).

Les protéines laitières fournissent 12% d'apport énergétique total, Michel et al (2008). Il devient en MAX les 1ers semaines de lactation après il subit un phénomène de dilution au PIC vers 2ème mois et se remonte jusqu'au 10ème mois de 1g/kg/mois (BEDOUE, 1994 ; ENNUYER,1994 ; MARTINOT, 2006)

## **3. CONDUITE DE L'ALIMENTATION :**

### **3.1 La digestion chez les bovins :**

#### **3.1.1 Rappels sur les aliments pour vaches laitières :**

les aliments pour vaches laitières: Plusieurs aliments sont fournis pour assurer les besoins satisfaire (DROGOUL et al, 2004). Les vaches nourrissent à base des industries agro-alimentaires (Tourteaux,mélasse...) les minéraux, les vitamines, et les additifs (BROCARD et al, 2010).

##### **3.1.1.1 Fourrage :**

L'usage du fourrage a pour rôle d'assurer les apports nutritionnels en énergie,matière azotés, minéraux, vitamines, correspondants à leur besoin, et leur production (gestation, lait,cuir...).

Il est caractérisé par leur diversité: graminées, légumineuses herbacées ( les arbres verts, pâturage) l'aliment plus économique pour nourrir les bovins, ou l'ensilage, les foin, pailles peuvent être pâturés ou récoltés.

Selon les systèmes agropastoraux, agrosylvopastoraux, les apports alimentaires sont en fonction des fourrages qui constituent le régime alimentaire des animaux, plus de 2,5cm longueur maintient le bon fonctionnement du rumen et facilite la digestion. La ration des vaches en début de lactation doit contenir au moins 35% de fourrages pour assurer une quantité suffisante des fibres.

Il possède un grand volume par unité du poids avec une quantité variable de la protéine, très riche en fibre et pauvre en énergie par apport concentrés.

Lors d'allaitement le fourrage récolté ne pouvant pas couvrir tous les besoins énergétique et protéique, donc il sera complété par le concentré.

### **3.1.1.2. Concentrés:**

Les aliments concentrés simples constitués de grain végétale (orge, maïs, avoine), les légumineuses (pois, soja), oléagineux (arachide, lin).

Cependant, l'excès de concentrés peut entraîner des désordres métaboliques. Leur rôle principal est d'assurer la croissance, stimuler la consommation d'aliments, favoriser la digestion, et d'augmenter la production laitière. Il possède une teneur riche en énergie et l'azote, très fort en matière sèche.

Les concentrés sont pauvres en fibres riches en énergies, ingérés rapidement, ne stimulent pas la rumination, fermentent rapidement dans le rumen, et avec un faible volume par unité de poids.

### **3.1.1.3. Les aliments minéraux et vitaminiques :**

Selon WATTIAUX et HAWORD (1996), les minéraux et vitamines sont très importants pour la santé, la production et la reproduction des animaux. Les déficiences produisent des pertes économiques importantes. Un aliment minéral et vitaminé est un aliment qui présente une concentration élevée de phosphore et/ou de calcium, ainsi qu'une teneur généralement élevée en matière sèche. Les aliments minéraux et vitaminiques sont des aliments composés, dans lesquels des matières premières minérales et des additifs sont associés pour compléter la ration (BROCARD et al, 2010).

### **3.1.2. Particularités digestives de la vache laitière :**

Afin d'assurer une alimentation adéquate à la vache laitière, il est essentiel de prendre en considération les caractéristiques digestives spécifiques du ruminant en premier lieu. (WOLTER, 1997). En effet le système digestif de ce dernier présente la particularité

d'être pourvu de 4 estomacs: 3 «pré-estomacs» (réseau, rumen et feuillet) et un estomac proprement dit, la caillette (CUVELIER et DUFRASNE, 2015). Le système digestif spécifique des ruminants leur permet d'effectuer une prédigestion fermentaire essentielle, qui est à la fois incontournable, primordiale et extrêmement efficace. Cette prédigestion joue un rôle majeur dans la facilité de digestion des glucides et des protéines, ainsi que dans l'assimilation des vitamines du complexe B et dans la régulation de la consommation volontaire et de la digestibilité des aliments. (WOLTER, 1997).

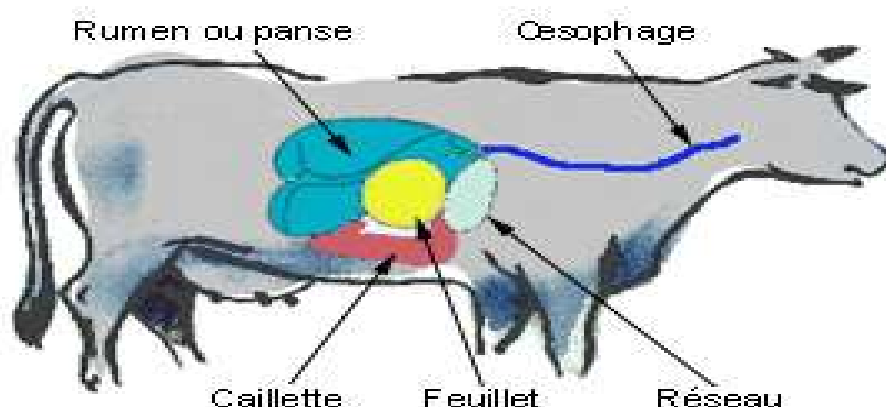
### **3.1.2.1. Rôle de la rumination**

La physiologie digestive propre du ruminant se distingue de celle des monogastriques par la rumination. Lors de l'ingestion alimentaire qui se déroule rapidement, les aliments sont mâchés de manière sommaire et immédiatement avalés dans le rumen, où ils subissent une hydratation et un ramollissement. Après un temps de séjour dans le rumen qui varie selon la nature de la ration entre 30 et 70 min chez la vache (KOLB, 1975), les aliments sont régurgités et subissent une seconde mastication.

La rumination contribue en tant que phénomène physiologique spécifique aux ruminants dans plusieurs processus :

- 1/Stimuler la production de la salive.
- 2/Réduire la taille et augmenter la densité des particules.
- 3/Aider au processus de triage des particules afin qu'elles puissent quitter le réticulo-rumen.
- 4/Favoriser la digestion des fibres (WOLTER, 1997).

C'est une étape essentielle de l'alimentation des bovins. Elle permet d'exploiter les végétaux contenant une quantité élevée de cellulose, qui sont non consommables par les animaux monogastriques et les êtres humains (DEVUN et al, 2012).



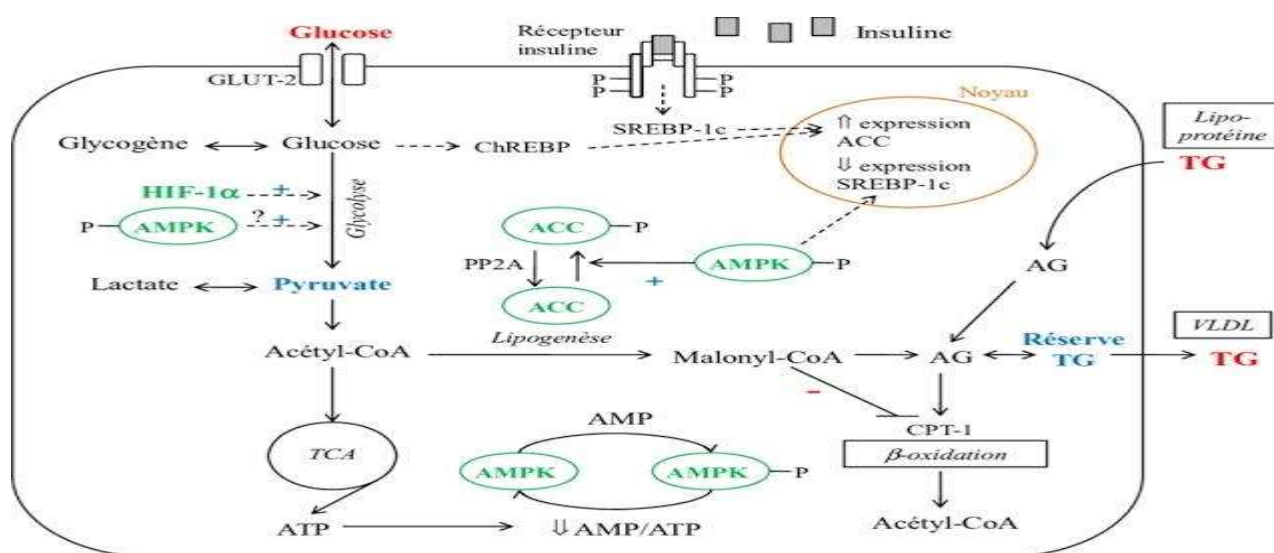
**Figure 7 : La physiologie de l'appareil digestif chez les bovins**

## **3.2 Métabolisme chez les vaches laitières**

Les cellules de l'organisme nécessitent à la fois de l'énergie pour leur métabolisme énergétique et des matériaux pour leur renouvellement, leur multiplication et leur production. Pour répondre à ces besoins, les cellules utilisent les nutriments obtenus par absorption ainsi que les métabolites provenant de la mobilisation des réserves corporelles. Ainsi, ces substances nécessitent des transformations qui font partie intégrante du métabolisme. Celui-ci revêt deux aspects liés, l'anabolisme et catabolisme (DROGOUL et al, 2004).

### 3.2.1 Métabolisme énergétique

Chez les ruminants, le glucose est un élément crucial pour les cellules et ces besoins sont similaires à ceux des monogastriques. Or, le glucose ne constitue pas le nutriment énergétique le plus important chez ces animaux (DROGOUL et al, 2004). Il représente seulement en moyenne 5% de l'énergie absorbée, puisque celui-ci est transformé dans le rumen en AGV principal source énergétique (CUVELIER et al, 2015). Ces AGV proviennent presque uniquement de l'hydrolyse intestinale de l'amidon non dégradé dans les réservoirs gastriques. Selon JARRIGE (1988), le foie joue un rôle crucial en captant la totalité de l'acide propionique absorbé ainsi que l'acide lactique produit dans les parois du rumen, de l'intestin et des muscles. De plus, il convertit une partie des acides aminés en glucose, qui est essentiel pour le fonctionnement de certains tissus, la formation de lipides, la croissance du fœtus et, plus particulièrement, la synthèse du lactose chez les femelles en période de lactation. Cependant dans certain cas d'acidose, la néoglucogenèse rénale peut aussi être très active (REMESY et al, 1986).

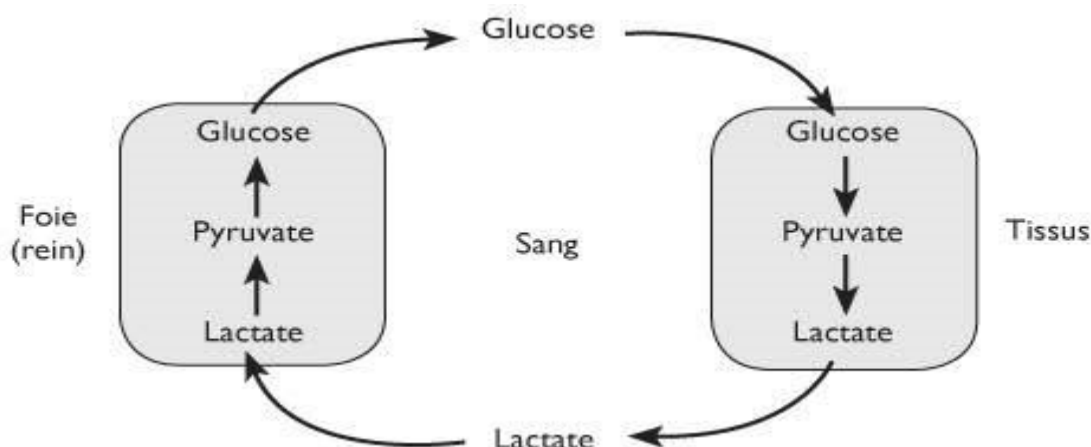


**Figure 8 :** Les réactions biochimiques de métabolisme énergétique chez la vache laitière.

#### 3.2.1.1 Métabolisme du lactate

Le lactate est produit par le métabolisme d'une fraction du propionate dans la paroi du rumen ou lors de l'activité musculaire. (DROGOUL et al, 2004). Indépendamment de la situation nutritionnelle, la contribution du lactate à la production de glucose reste relativement faible. Au début de la lactation, en présence d'une carence en composés

favorisant la formation de glucose, le foie a tendance à extraire des proportions plus élevées de lactate.



**Figure 9 :** Mécanisme de métabolisme du lactate.

### **3.2.1.2 Bilan énergétique négatif**

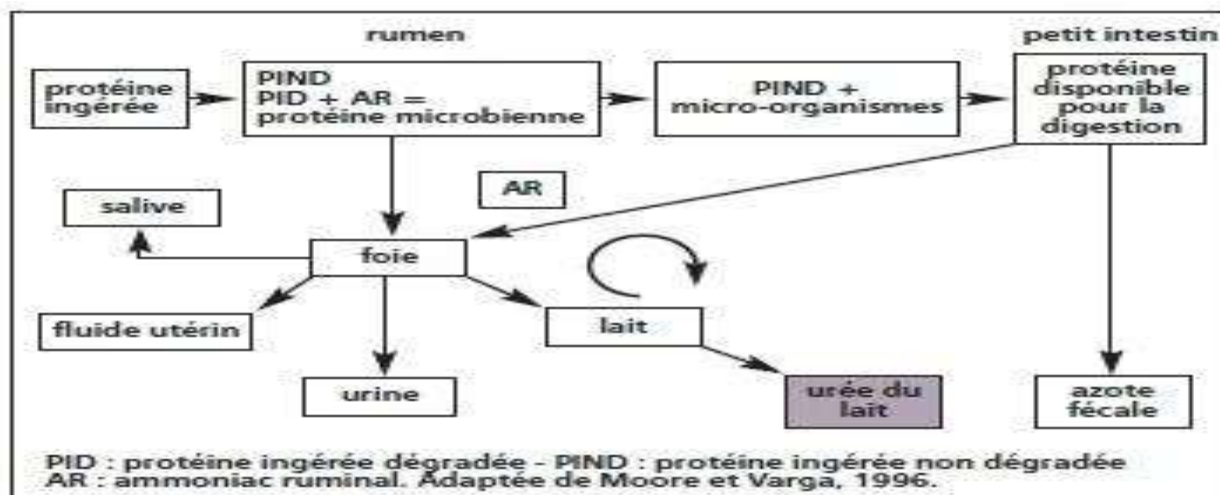
Dans le cas où le bilan énergétique est négatif surtout observé en début de lactation, les voies métaboliques présentées ci-dessus continuent bien sûr à se dérouler, Divers mécanismes complémentaires sont alors mis en œuvre pour compenser cette insuffisance.

### **3.2.1.3 Métabolisme azoté**

Les substances azotées, en particulier les protéines, et leurs dérivés sont des éléments essentiels à la vie de l'organisme par leur multiples fonctions (tissus, hormones, enzymes....)En effet, les substances azotées, telles que les protéines et leurs dérivés, jouent un rôle essentiel dans la vie de l'organisme en raison de leurs multiples fonctions telles que : (Construction des tissus, Transport de substances, Régulation des processus biologiques dans l'organisme, Système immunitaire, Source d'énergie) (JARRIGE, 1988). Elles présentent une part sensiblement constante de la masse corporelle délipidée (21% chez les ruminants) (JARRIGE, 1988 ; DROGOUL et al, 2004).

Effectivement, chez l'adulte en période d'entretien, la synthèse et la dégradation des protéines sont généralement équilibrées, ce qui signifie la maintenance des niveaux de protéines dans l'organisme relativement stables. Cependant, chez un animal en croissance, la situation est différente. Pendant cette période de croissance, la synthèse des protéines est généralement plus élevée que la dégradation, ce qui crée un solde positif. Ce solde positif est nécessaire pour permettre l'accroissement corporel, la formation de nouveaux tissus et l'augmentation de la masse musculaire(JARRIGE,1988). Mais les produits de la dégradation ne sont pas récupérés intégralement pour les synthèses (DROGOUL et al, 2004).

La protéine ingérée non dégradée dans le rumen peut arriver directement dans l'intestin grêle. Une fois hydrolysée, ses composants azotés au niveau du foie, elles sont utilisées dans diverses voies métaboliques de synthèse de protéines. Par ailleurs, les protéines digestibles provoquent une synthèse d'ammoniac (BLOCK et al, 1998 ; GALINDO, 2015). L'excès d'ammoniaque dépassant la capacité d'utilisation bactérienne entraîne une diffusion accrue au niveau ruminal et portal laquelle est transformée en urée au niveau



hépatique (GALINDO, 2015), pH augmente et le milieu devient favorable pour la multiplication bactérienne pathogène.

**Figure 10 :** Le métabolisme Azoté dans le rumen.

### **3.2.1.4 Métabolisme des acides aminés :**

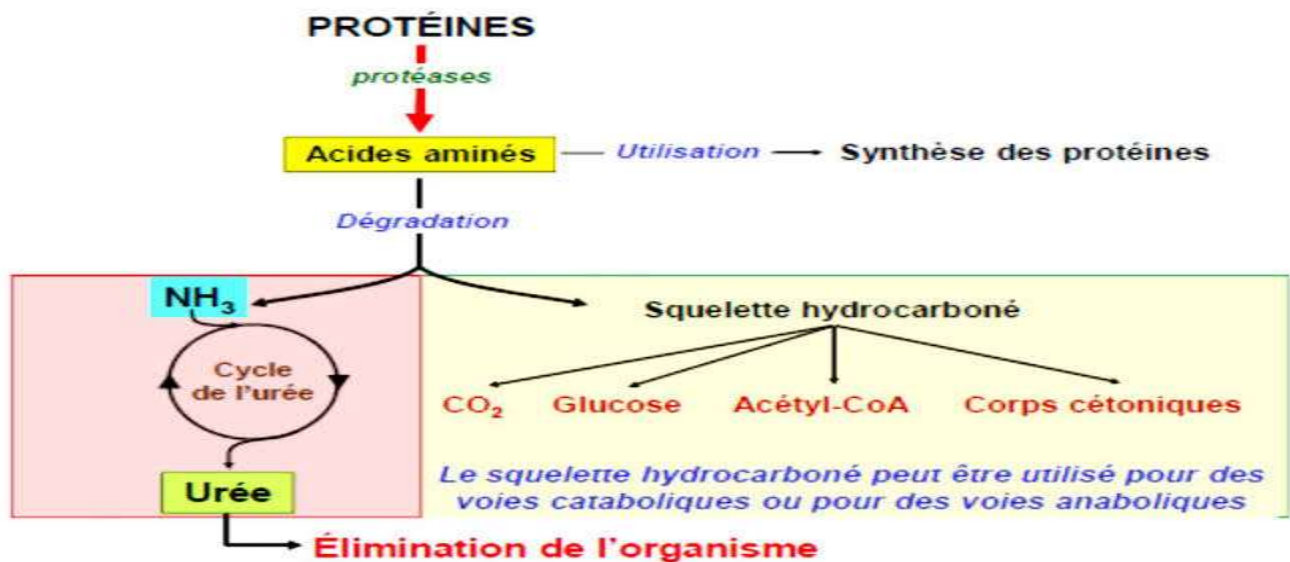
Effectivement, le pool métabolique des acides aminés (AA) dans l'organisme est alimenté par deux sources principales : les sources exogènes et les sources endogènes. Les sources exogènes font référence aux acides aminés provenant de l'alimentation. Lorsque les vaches consomment des aliments contenant des protéines, ces protéines sont dégradées dans le système digestif en acides aminés plus simples. Certains de ces acides aminés sont directement utilisés par la paroi intestinale pour son propre renouvellement et sa fonction normale. Cela est nécessaire car la paroi intestinale est constamment soumise à un renouvellement cellulaire rapide pour maintenir son intégrité structurelle et fonctionnelle. La source endogène fait référence aux acides aminés produits à l'intérieur de l'organisme, généralement par la dégradation des protéines présentes dans les tissus corporels, une partie des acides aminés nécessaires à la production de lait provient de la dégradation des protéines musculaires et des tissus corporels autres que l'intestin. Ces acides aminés sont libérés dans le sang et utilisés par les glandes mammaires pour la synthèse des protéines du lait. (DROGOUL et al, 2004). Selon JARRIGE, (1988), ils sont soit utilisés pour la protéogénèse soit pour les ressources énergétiques. Seuls les acides aminés alanines, glutamine, sérine, glycine sont utilisés pour l'uréogénèse (REMEYS et al, 1986).

Chez les mammifères, le foie joue un rôle essentiel dans la synthèse de l'urée. L'urée est un produit final du métabolisme des acides aminés et constitue le principal composé utilisé par l'organisme pour l'élimination de l'excès d'azote, ce processus passe par différents étapes principales : (Désamination, Cycle de l'urée, Élimination de l'urée) (BLOCK et al, 1998) (voir figure ). Une partie de l'urée peut être recyclée et suivre une voie métabolique via la salive. Ensuite il sera hydrolysée dans le rumen en ammoniac et peut être utilisée au moins partiellement pour la synthèse des protéines microbiennes.

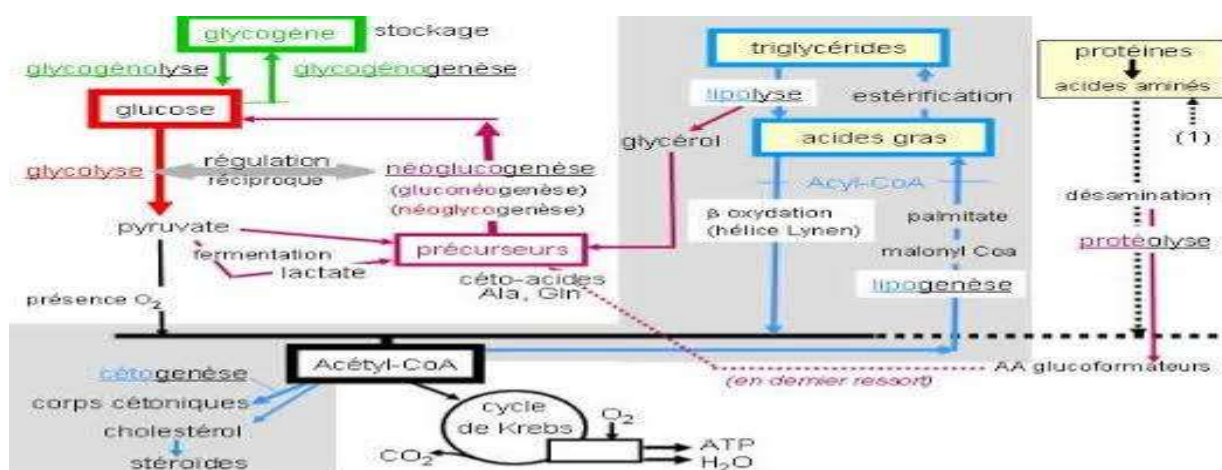
**Figure 11 : Le mécanisme de métabolisme des acides aminés.**

### 3.2.1.5 Métabolisme lipidique :

Selon DROGOUL et al, (2004), Les lipides corporels, également appelés graisses, sont une forme de stockage d'énergie dans le corps. Ils représentent la principale réserve d'énergie de l'organisme. Le tissu adipeux est l'endroit où ces lipides sont stockés et régulés. Au niveau du tissu adipeux, deux processus se produisent simultanément : la



lipogenèse et la lipolyse. L'intensité de ces deux processus, la lipogenèse et la lipolyse, dépend de l'état nutritionnel et hormonal de l'animal, y compris de facteurs tels que l'apport calorique, la composition de l'alimentation, l'activité physique, les hormones régulatrices du métabolisme et d'autres facteurs environnementaux.



(1) : possibilité de synthèse pour les acides aminés non essentiels

**Figure 12 :** La biochimie de métabolisme lipidique,p6 (2011).

### **3.2.1.6 Métabolismes des acides gras :**

Le métabolisme des AG étroitement régulé par des facteurs hormonaux, notamment l'insuline, le glucagon et l'adrénaline, ainsi que par l'équilibre entre l'apport alimentaire et les besoins énergétiques de l'animal.

L'origine des AG est double :

- une origine alimentaire, AG des lipides apportés par l'alimentation mais chez les ruminants, ce sont surtout les AG issus de la dégradation des lipides des microorganismes du rumen.
- une origine endogène dite « synthèse de novo », fabrication par les adipocytes de l'organisme d'AG à partir de l'acétyl-CoA (DROGOUL et al, 2004).

Chez les ruminants, et tous d'autres espèces animales, le foie a un rôle important dans le catabolisme des AG en différentes fractions lipidiques (triglycérides, phospholipides, cholestérol libre ou estérifié). Le foie métabolise principalement les AG à longue chaîne. Ces derniers sont liés à l'albumine. Ils ont pour origine la lipolyse du tissu adipeux et pour une faible part les triglycérides circulants.(REMEYS et al,1986).

### **3.2.2 L'acidose ruminale :**

L'alimentation est la cause déterminante de l'acidose ruminale sous ses différentes formes. Dans le rumen, la fermentation des glucides alimentaires est effectuée par les micro-organismes présents dans cet organe, tels que les bactéries et les protozoaires. Cette fermentation produit divers acides organiques, connus sous le nom d'acides gras volatils (AGV). Les AGV les plus couramment produits dans le rumen comprennent l'acétate, le propionate et le butyrate. La proportion et la nature des AGV produits dépendent des substrats fermentés et des conditions de fermentation. Lorsque la part des glucides rapidement fermentescibles (GRF) dans l'alimentation des animaux augmentent, par exemple avec une alimentation riche en céréales, cela entraîne une augmentation de la production d'AGV. En conséquence de cette augmentation de la production d'AGV, le pH du contenu du rumen a tendance à baisser. Les AGV produits, en particulier l'acétate, ont un effet acidifiant sur le rumen. Une baisse du pH peut avoir des conséquences sur la santé et la digestion des animaux, car cela peut affecter l'équilibre de la flore microbienne du rumen.

Une variation du pH dans le rumen peut avoir de multiples effets sur la fermentation ruminale. Lorsque le pH du contenu ruminal baisse, cela peut entraîner des modifications au niveau des populations microbiennes présentes dans le rumen. Certains types de bactéries, tels que les bactéries cellulolytiques responsables de la dégradation des fibres

végétales, peuvent être sensibles à des pH plus bas. Par conséquent, une baisse du pH peut réduire leur activité, ce qui affecte la digestion des fibres alimentaires et la production d'AGV associée.

Effectivement, l'acidose ruminale est le résultat d'un déséquilibre entre une production excessive d'acides provenant des fermentations microbiennes dans le rumen et les mécanismes de compensation qui limitent les effets de cette production. Les facteurs de compensation comprennent la nature de l'écosystème microbien présent dans le rumen, la production de molécules tampon provenant de l'insalivation (la salive) ou de la distribution d'aliments contenant des substances tampon. Le paramètre le plus important pour caractériser l'état d'acidose ruminale est le pH ruminal. Dans le cas d'une acidose aiguë, le déséquilibre entre la production d'acides et les mécanismes de compensation peut être irréversible et entraîner une acidose métabolique. L'acidose métabolique se produit lorsque les niveaux d'acides dans le sang augmentent, perturbant ainsi l'équilibre acido-basique du corps. Cela peut conduire à diverses pathologies graves, notamment des troubles digestifs, des lésions de l'épithélium ruminal, une diminution de l'appétit, une baisse de la production laitière chez les vaches laitières, des troubles locomoteurs et même la mort dans les cas les plus sévères. Les animaux souffrant d'acidose ruminale peuvent présenter des épisodes de diarrhées. Ce symptôme est plus fréquent et plus marqué. (Huber 1976).

D'autres pathologies digestives peuvent être concomitantes à l'acidose ruminale, notamment la météorisation. La météorisation, également appelée tympanisme, se produit lorsque des gaz de fermentation s'accumulent dans le rumen et ne peuvent pas être éliminés normalement par éructation. La distension anormale du réticulo-rumen consécutive à la rétention de ces gaz dans la phase liquide du contenu ruminal serait à l'origine de certaines formes de météorisation (Cheng et al 1998, Enemark et al 2002). Les dommages causés à la paroi ruminale en raison de l'acidose ruminale peuvent avoir des conséquences graves. L'inflammation et l'infection résultantes peuvent permettre aux bactéries présentes dans le rumen ainsi qu'aux endotoxines (toxines libérées par certaines bactéries) de pénétrer librement dans la circulation sanguine. Cela peut entraîner diverses complications, notamment des infections systémiques et des problèmes locomoteurs.

Les bactéries pathogènes colonisant la paroi ruminale passent dans la circulation porte pour gagner le foie. L'infestation et la multiplication des germes dans cet organe conduit à la formation d'abcès (Nagaraja et Chengappa 1998). Des troubles locomoteurs d'origine non infectieuse comme la fourbure peuvent être associés à l'acidose ruminale quelle que soit sa forme. Très douloureuse, la fourbure entraîne des lésions à l'origine de boiteries, d'origine multifactorielle, la relation entre fourbure et l'acidose a été mise en évidence et dépendrait de la teneur en amidon de la ration (Nocek 1997). Elle serait largement favorisée par certaines conditions de logement (sol dur tel que le béton) (Brugère 2003).

### **3.3. LES ADDITIFS ZOOTECHNIQUES**

#### **3.3.1. Les probiotiques :**

Les probiotiques sont des préparations microbiennes, séchées, revivifiables, utilisées à haute dose comme adjuvant alimentaire en vue d'améliorer la digestion et l'hygiène intestinale, pour renforcer les performances et assurer une prévention des diarrhées et leurs complications. Ce sont le plus souvent des bactéries lactiques *Enterococcus* (*Streptococcus*), *Lactobacillus* ssp) ou des levures vivantes (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus*) susceptibles de stimuler l'activité de la microflore digestive, ce qui améliore l'équilibre microbien intestinal et dont l'hôte tire profit (Drogoul, 2004).

#### **3.3.2. Les prébiotiques :**

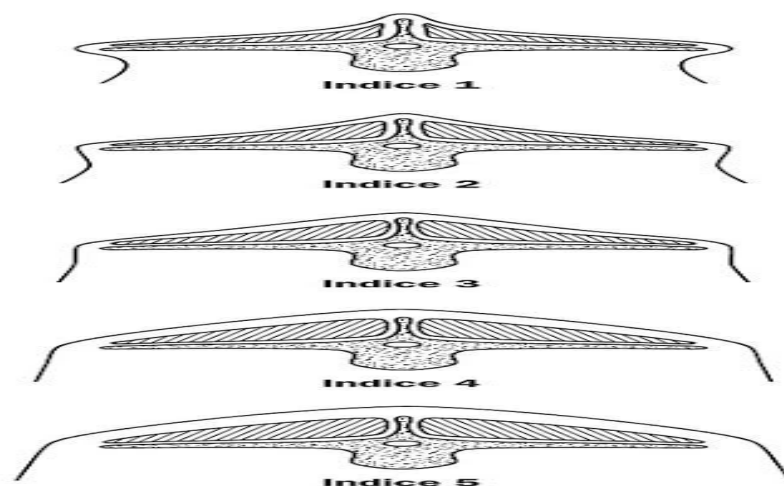
Les prébiotiques sont des composants annexes de l'alimentation, non digestibles par les enzymes du tractus digestif, se sont des oligosaccharides susceptibles de stimuler la multiplication et l'activité de certaines souches bactériennes, composants normaux de la microflore digestive, au bénéfice de l'hôte qui les héberge. On distingue plusieurs groupes d'oligosaccharides en fonction des oses constitutifs, exemple : Xylo-oligosaccharides produit à partir du lactose (Blain, 2002 ; Sauvant, 2003)

**CHAPITRE IV :**  
**MÉTHODES DE SCORING**  
**« scores de santé »**

## 1 Score corporel :

### 1.1 Définition :

Indicateur de la Balance énergétique qui évalue la quantité de graisse sous-cutanée au niveau des lombes, du bassin et de la base de la queue sur une échelle de 1 (maigre) à 5 (gras). Le score corporel (S.C.) actuel reflète la balance énergétique passée mais l'évolution du S.C. reflète la balance énergétique actuelle. Ce score ne permet qu'une détection lente des problèmes (quelques semaines) (GUYOT et al, 2011).



**Figure13 :** L'état de vache laitière selon ( ISSN 1198-7138, Publié février 2020)

### 1.2 Buts :

- ☐ Diminuer les fluctuations de S.C. durant la lactation.
- ☐ Réduire le nombre de vaches à problèmes (trop grasses ou trop maigres).
- ☐ Evaluer indirectement l'adéquation entre apports alimentaires et production

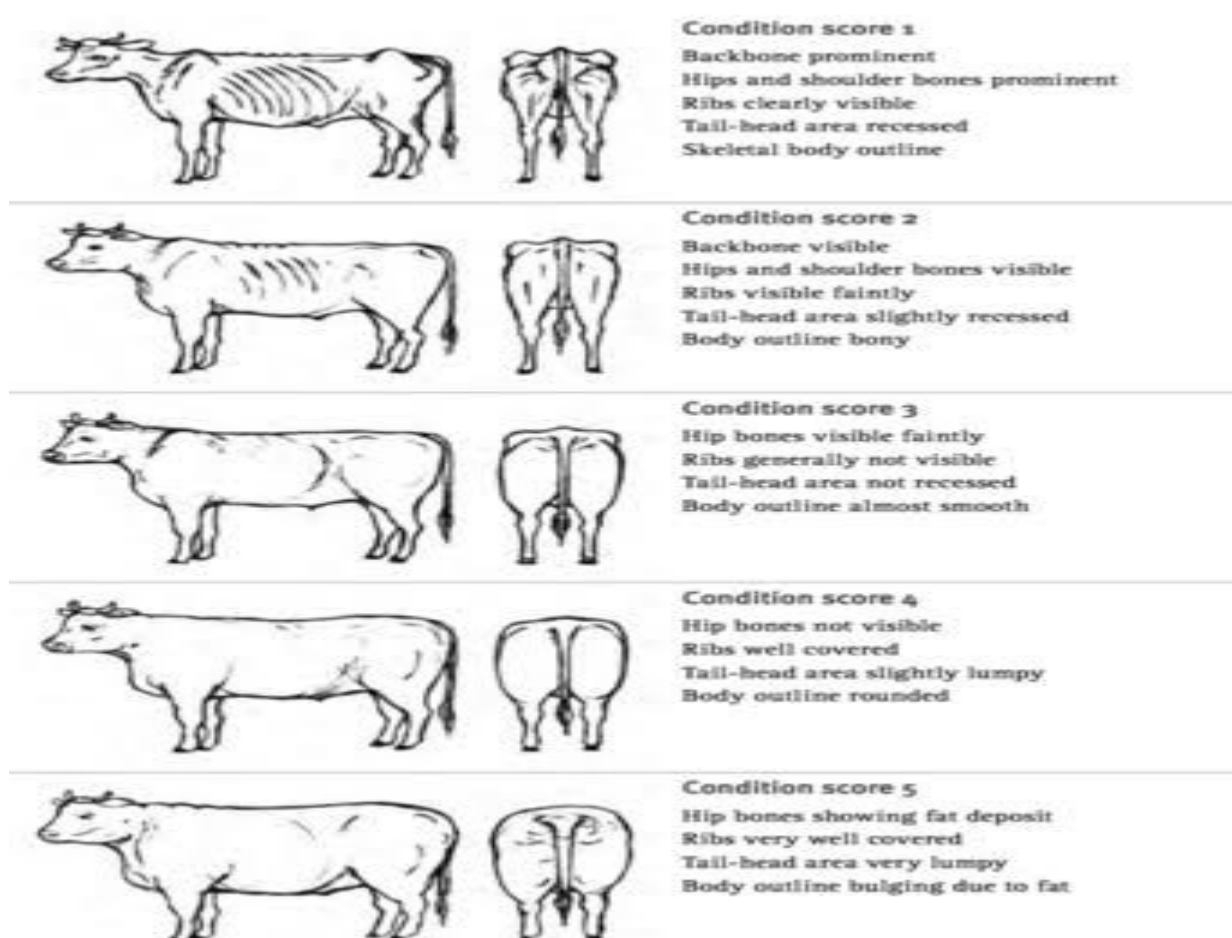
Laitière.

| Note de condition corporelle                        | Coupe transversale de l'épine dorsale (vertèbres lombaires) | Vue arrière (coupe) des hanches | Vue latérale de la ligne entre l'ischion et la hanche (apophyse transverse) | Cavité entre l'attache de la queue et l'ischion |               |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|
|                                                     |                                                             |                                 |                                                                             | Vue arrière                                     | Vue de profil |
| 1. Vache très maigre                                |                                                             |                                 |                                                                             |                                                 |               |
| 2. Ossature évidente                                |                                                             |                                 |                                                                             |                                                 |               |
| 3. Ossature et couverture bien proportionnées       |                                                             |                                 |                                                                             |                                                 |               |
| 4. L'ossature se perd dans la couverture tissulaire |                                                             |                                 |                                                                             |                                                 |               |
| 5. Vache grasse                                     |                                                             |                                 |                                                                             |                                                 |               |

**Figure14 :** Grille d'évaluation de la condition corporelle. (EDMONDSON et al, 1989).

### .1.3 Moments :

Afin de garantir une normalisation des recommandations et des objectifs de notation de l'état de santé des vaches, il est crucial d'effectuer ce travail à des moments clés du cycle de vie de la vache, à savoir le tarissement, le vêlage et la mise à la reproduction. En suivant ces étapes, il devient possible de surveiller l'évolution des réserves corporelles de la vache, ce qui revêt une importance capitale pour prendre des décisions éclairées concernant la gestion de l'élevage et l'alimentation pendant des périodes stratégiques telles que la période sèche et le début de la lactation. (BAZIN, 1984), voire mi-lactation (GERLOFF, 1987).



**Figure15 :** État du corps Notation : Vêlage selon ( basicanimalhandling.com).

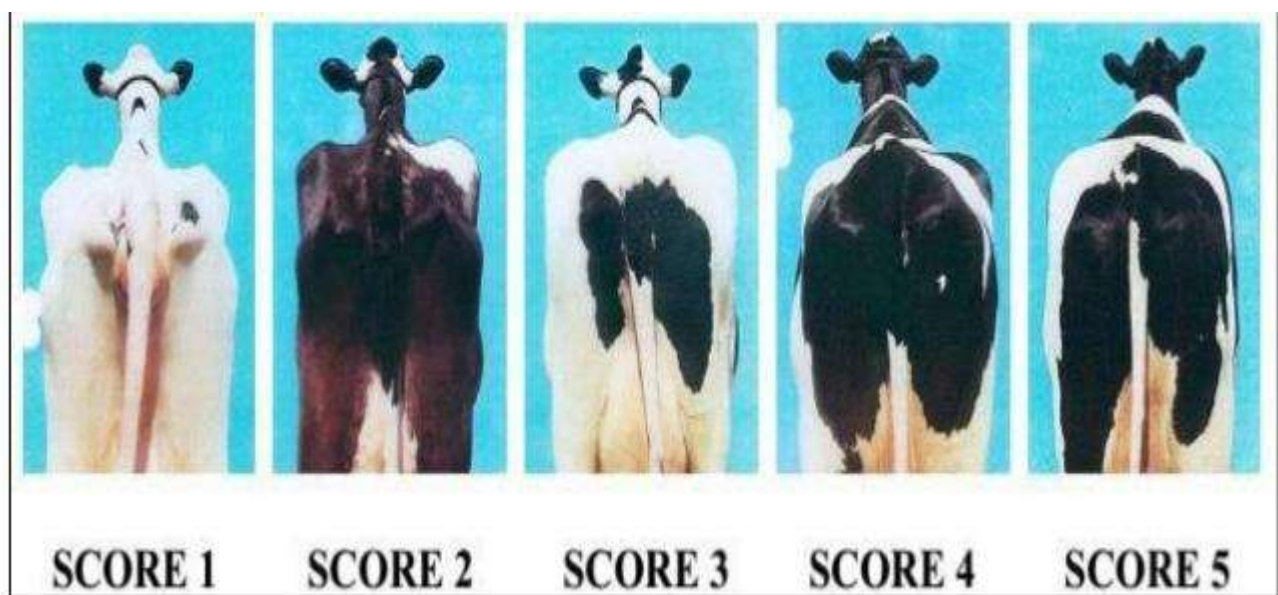
### .1.4 Suivi :

L'étude menée par HADY et al. (1994) a démontré que l'évaluation de l'état corporel à intervalles réguliers de trente jours fournit des informations intéressantes. Cette fréquence de suivi est considérée comme bénéfique et pertinente dans le contexte du suivi de l'élevage, car elle correspond approximativement à la fréquence à laquelle un vétérinaire ou un autre technicien se rendrait dans l'élevage pour effectuer un suivi de la fécondité, par exemple.

Cette observation met en évidence les avantages et l'importance d'un tel outil pour garantir un suivi efficace.

Selon la méthode de HADY et al. (1994), il est recommandé de noter par lots en fonction du stade de lactation : un lot tous les 30 jours pour les vaches en production et deux lots pour les vaches tarées, au début et à la fin du tarissement.

D'autres auteurs, tels que DRAME et al. (1999) et OPSOMER et al. (1999), soutiennent également l'évaluation mensuelle de l'état corporel, mais ils recommandent que cette évaluation soit réalisée systématiquement par la même personne.



**Figure16** : différents scores corporels. (BRAND et COLL, 1996).

## **References Bibliographiques :**

( Ali et al., 2013). Discrimination and other barriers to accessing health care: perspectives of patients with mild and moderate intellectual disability and their carers, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23951026/>. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria, Microbiological Research.

( Ali et al., 2013). Discrimination and other barriers to accessing health care: perspectives of patients with mild and moderate intellectual disability and their carers, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23951026/>. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria, Microbiological Research.

( Ashbell et al., 2002). (PDF) effects of homofermentative lactic acid bacterial ... - researchgate. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/283611410\\_Effects\\_of\\_homofermentative\\_lactic\\_acid\\_bacterial\\_inoculants\\_on\\_the\\_fermentation\\_and\\_aerobic\\_stability\\_characteristics\\_of\\_low\\_dry\\_matter\\_corn\\_silages](https://www.researchgate.net/publication/283611410_Effects_of_homofermentative_lactic_acid_bacterial_inoculants_on_the_fermentation_and_aerobic_stability_characteristics_of_low_dry_matter_corn_silages).

( Borreani et Tabacco, 2017). Mountain forage system management and dairy product quality, [https://iris.unito.it/bitstream/2318/1687222/1/Mountain%20Cheese\\_2017\\_Padova\\_Borreani%20and%20Tabacco.pdf](https://iris.unito.it/bitstream/2318/1687222/1/Mountain%20Cheese_2017_Padova_Borreani%20and%20Tabacco.pdf). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218303205>.

( Canfield et Butler<sup>36</sup>). Intellectual Impairment and Blood Lead Levels | NEJM, <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM200307313490515>.

( Goff, J.P.; Hohman, A.; Timms, L.L 2020). Effect of subclinical and clinical hypocalcemia and dietary cation-anion difference on rumination activity in periparturient dairy cows. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31980230/>, Journal of dairy science. <https://europepmc.org/article/MED/32756296>, Europe PMC.

( Nielsen et Ingvarsen, 2004), Effects of feeding propylene glycol on dry matter intake, lactation performance, energy balance and blood metabolites in early lactation dairy cows. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175173110999036X>. December 07, 2020.

( Sahoo et Jena, 2014). Cycle de l'acide citrique : récolter l'énergie des aliments, <https://www.greelane.com/fr/science-technologie-math%C3%A9matiques/science/citric-acid-cycle-373397/>, November 04, 2019.

(2002).Composition,Propriétés Physicochimiques, Valeur Nutritive, Qualité

(Barnouin et al., 1994),  
[https://www.researchgate.net/publication/274721499\\_Contribution\\_de\\_l'approche\\_ecopat\\_hologique\\_a\\_l'etude\\_des\\_relations\\_nutrition-sante\\_chez\\_la\\_vache\\_laitiere](https://www.researchgate.net/publication/274721499_Contribution_de_l'approche_ecopat_hologique_a_l'etude_des_relations_nutrition-sante_chez_la_vache_laitiere).

(Bassett, 1972). the effects of hay or grain diets on plasma insulin levels that the changes in insulin were related to the effects of the diets on the relative amounts of the individual VF A in the rumen. Diurnal Patterns of Plasma Insulin, Growth Hormone, Corticosteroid,  
<https://www.publish.csiro.au/bi/pdf/BI9740167>.

[https://www.researchgate.net/publication/11178440\\_Metabolism\\_of\\_propionate\\_and\\_12\\_propanediol\\_absorbed\\_from\\_the\\_washed\\_reticulorumen\\_of\\_lactating\\_cows](https://www.researchgate.net/publication/11178440_Metabolism_of_propionate_and_12_propanediol_absorbed_from_the_washed_reticulorumen_of_lactating_cows). Bassett et al. (1971) showed that insulin levels in sheep fed.

(BAZIN, 1984). Facteurs influencants les performances de reproduction,  
<https://agronomie.info/fr/facteurs-influencants-les-performances-de-reproduction/>.

Agronomie, September 14, 2019. Institut National de la Recherche Agronomique ... Body condition was scored on a scale from 0 for an emaciated cow to 5 for a fat cow with 0.25 unit increments.

(BEDFORD et al, 2018). Volume 4, Issue 2, June 2018, Pages 151-159. Review Article. Implications of butyrate and its derivatives for gut health and animal production.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405654517301397>, Animal Nutrition, September 13, 2017.

(BEDOUE, 1994). BEDOUE J., 1994. La visite de reproduction en élevage laitier. Bull. Group. Tech. Vét., 5B,489, 109-129.

(BOUDJENANE, 2010). BOUJENANE I., 2010. La courbe de lactation des vaches laitières et ses utilisations Institut

(BROCARD et al, 2010). BROCARD, V; BRUNSCHWIG, Ph; LEGARTO, J; PACCARD, P; ROUILLE, B; BASTIEN, D;

(Bryce et al, 1975). La perfusion de propionate et malate. Concepts in Biotechnology, Google Books,  
[https://books.google.com/books/about/Concepts\\_in\\_Biotechnology.html?id=kFC3-RSN4RcC](https://books.google.com/books/about/Concepts_in_Biotechnology.html?id=kFC3-RSN4RcC).

(Cheng et al 1998, Enemark et al 2002). Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects,  
[https://www.researchgate.net/publication/285050603\\_Rumen\\_acidosis\\_with\\_special\\_emphasis\\_on\\_diagnostic\\_aspects\\_of\\_subclinical\\_rumen\\_acidosis\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/285050603_Rumen_acidosis_with_special_emphasis_on_diagnostic_aspects_of_subclinical_rumen_acidosis_A_review).

(CRAPLET et al, 1973). CRAPLET C., THIBIER M., DUPLAN J.M., 1973. La vache laitière. Edition Vigot frère. Paris. 726p. cultures on ruminal fermentation in dairy cows. J. Dairy Sci. 79: 411–417.

(CUVELIER et DUFRASNE, 2015). CUVELIER C et DUFRASNE I., 2015. L'ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIÈRE : Aliments, calculs CUVELIER, CH; HORNICK, J-L; BECKERS, Y; FROIDMONT, E; KNAPP, E; ISTASSE, L; D.J.A. Cole), London, Butterworth, pp. 211–27.

(Dairy Sci. 2020, 103, 2591–2601.)

(Daniel et al., 2016; Oliveira et al., 2017). Food Chemistry, Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds, December 13, 2019.

(Daniel et al., 2016; Oliveira et al., 2017). Food Chemistry, Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds, December 13, 2019.

(DEVUN et al, 2012). DEVUN, J; BRUNSCHWIG et GUINOT. (2012). Alimentation des bovins. Rations

(DROGOUL et al, 2004). DROGOUL, C., & GADOUD, R. (2004). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage

(DROGOUL et al, 2004). DROGOUL, C., & GADOUD, R. (2004). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage

(ENJALBERT, 2006). ENJALBERT F., 2006. Réduction de la durée de tarissement : Quels effets

(GADOUD et al, 1992). GADOUD R., JOSEPH M.M., JUSSIAU R., LISBERNEY M.J., MANGEOL B., MONTMEAS L.,

(Gottschalk, 1986 ; Martin et Streeter, 1995 ; Nelson et Cox, 2000, Fig. 1). Fumarate and malate, salts of the four-carbon dicarboxylic acids, are commonly found in biological tissues as intermediates of the citric acid cycle, Organic acids as a substitute for monensin in diets for beef cattle. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840104000355>, Animal Feed Science and Technology, March 28, 2004.

(Gottschalk, 1986 ; Martin et Streeter, 1995 ; Nelson et Cox, 2000, Fig. 1). Fumarate and malate, salts of the four-carbon dicarboxylic acids, are commonly found in biological tissues as intermediates of the citric acid cycle, Organic acids as a substitute for monensin in diets for beef cattle. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840104000355>, Animal Feed Science and Technology, March 28, 2004.

(HANZEN C, HOUTAIN JY, LAURENT Y, FALL A, DRAME ED., 1999). Profil de l'état corporel au cours du postpartum chez la vache laitière – Ann Med Vet; 143 : 265-

(HANZEN CH., 2008). Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache

(HANZEN, 2008). HANZEN C., 2008. Propédeutique de l'appareil génital de la vache. Faculté de médecine vétérinaire. Service de Thériogénologie des animaux de production. Université de Liège.

(Huber 1976). Ruminal acidosis: Strategies for its control - ResearchGate, [https://www.researchgate.net/publication/320046362\\_Ruminal\\_acidosis\\_Strategies\\_for\\_its\\_control](https://www.researchgate.net/publication/320046362_Ruminal_acidosis_Strategies_for_its_control).

(Ingvartsen et Andersen 2000). Lactation and gestation in dairy cows: flexibility avoids nutritional, <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/9C12F92DB14A5E53528F8F17E0B66DF0/S0029665101000611a.pdf/lactation-and-gestation-in-dairy-cows-flexibility-avoids-nutritional-extremes>.

(Ingvartsen et Andersen 2000). Lactation and gestation in dairy cows: flexibility avoids nutritional, <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/9C12F92DB14A5E53528F8F17E0B66DF0/S0029665101000611a.pdf/lactation-and-gestation-in-dairy-cows-flexibility-avoids-nutritional-extremes>.

(KOLB, 1975), KOLB E. (1975). Physiologie de la digestion et de l'absorption. Chapitre IV. In : Physiologie des animaux domestiques. Editeurs Vigot Frères, Paris, France. pp 251-284.

(Lucy, 2001). Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle, [https://www.researchgate.net/publication/284756820\\_Bilan\\_phenotypique\\_de\\_la\\_fertilite\\_a\\_l'insemination\\_artificielle\\_dans\\_les\\_trois\\_principales\\_races\\_laitieres\\_francaises](https://www.researchgate.net/publication/284756820_Bilan_phenotypique_de_la_fertilite_a_l'insemination_artificielle_dans_les_trois_principales_races_laitieres_francaises).

(Lucy, 2001). Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle, [https://www.researchgate.net/publication/284756820\\_Bilan\\_phenotypique\\_de\\_la\\_fertilite\\_a\\_l'insemination\\_artificielle\\_dans\\_les\\_trois\\_principales\\_races\\_laitieres\\_francaises](https://www.researchgate.net/publication/284756820_Bilan_phenotypique_de_la_fertilite_a_l'insemination_artificielle_dans_les_trois_principales_races_laitieres_francaises).

(MASSELIN et al, 1987). MASSELIN S., SAUVANT D., CHAPOUTOT P., MILAN D., 1987. Ann. Zootech., 36,171-206.

(Mathieu,1998).

[https://www.researchgate.net/publication/330312476\\_Etude\\_De\\_La\\_Qualite\\_Physico-Chimique\\_Et\\_Microbiologique\\_De\\_Laits\\_Crus\\_De\\_Vache\\_Dans\\_Deux\\_Fermes\\_De\\_La\\_Wilaya\\_De\\_Tissemsilt\\_Algerie](https://www.researchgate.net/publication/330312476_Etude_De_La_Qualite_Physico-Chimique_Et_Microbiologique_De_Laits_Crus_De_Vache_Dans_Deux_Fermes_De_La_Wilaya_De_Tissemsilt_Algerie). Mathieu J.1998. Initiation à la physico-chimie du lait. Technique et documentation.Edition

(Montano et al. (1999). Ruminal Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological.

(Mulligan et al., 2006a et Goff 2008). Study of the incidence of milk fever in Jersey and Holstein, [https://www.researchgate.net/publication/341165307\\_A\\_Study\\_of\\_the\\_incidence\\_of\\_milk\\_fever\\_in\\_Jersey\\_and\\_Holstein\\_cows\\_at](https://www.researchgate.net/publication/341165307_A_Study_of_the_incidence_of_milk_fever_in_Jersey_and_Holstein_cows_at)

\_a\_dairy\_farm\_in\_Beatrice\_Zimbabwe. Successful Management of Milk Fever in Dairy Cattle: A Case Report - IJSR, <https://www.ijsr.net/archive/v11i2/MR22222234435>.

(Nagaraja et Chengappa 1998). ASAS Centennial Paper: Contributions in the - Oxford Academic, Contributions in the Journal of Animal Science to understanding cattle metabolic and digestive disorders1, <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/86/7/1711/4789251>. OUP Academic, July 01, 2008.

(Nocek 1997). Feeding to Minimize Acidosis and Laminitis in Dairy Cattle, <https://dairy-cattle.extension.org/feeding-to-minimize-acidosis-and-laminitis-in-dairy-cattle/>. DAIReXNET, October 07, 2019.

(POUGHEO, 2001). POUGHEON S.I.A.S., 2001. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse pour le diplôme de docteur

(Sahoo et Jena, 2014). Cycle de l'acide citrique : récolter l'énergie des aliments, <https://www.greelane.com/fr/science-technologie-math%C3%A9matiques/science/citric-acid-cycle-373397/>, November 04, 2019.

(Sapag et al., 2012). Stigma and discrimination related to mental health and substance use issues in primary health care in Toronto, Canada: a qualitative study. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7170302/>. International journal of qualitative studies on health and well-being.

(Scheifinger et al, 1975). Scheifinger , B. Linehan , M.J. Wolin H 2 production by *Selmonomonas ruminantium* in the absence and presence of methanogenic bacteria, Methanogenesis in thermal reactor effluents, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0306456580900170>. Journal of Thermal Biology, January 15, 2003.

(SERIEYS, 1997). SERIEYS F. 1997. Le tarissement de la vache laitière. 2ème édition. France Agricole Paris.224 p.

(SOLTNER, 2001). SOLTNER D. 2001. Zootechnie générale, Tome I : La reproduction des animaux d'élevage. Edition Sciences et Techniques Agricoles. 224p. Some metabolic characteristics of dairy cows with different post-partum ovarian function Journal of Veterinary Medicine. 35:506-515.

(Stockham et Scott, 2002 (a)), Fundamentals of veterinary clinical pathology / Steven L. Stockham, Michael A. Scott. <https://catalog.lib.msu.edu/Record/folio.in00006558767>. Website, Holdings: Fundamentals of veterinary clinical pathology / Steven L. Stockham, Michael A. Scott. :: Library.

(Thomas et al, 2008). Thomas C., Romain J., Gérard B. 2008. Fondement physico-chimique de la technologie laitière. Edition Tec et Doc. Lavoisier. 161p.

(Vol. 2). Educagri Editions. E.

(Vol. 2). Educagri Editions. E.

(WATTIAUX et HAWORD (1996). Digestion chez la vache laitière.

(WOLTER, 1997). WOLTER, R., 1997. Alimentation de la vache laitière. 3eme Ed: France Agricole, Paris. 263P (118-139, 180-199).

.les sources de variation et les implications. Symposiums sur les bovins laitiers, conseil des productions animales du québec, pp 78-87.

« Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units », 2e rév., dans Pure Appl. Chem. no 51, p. 1, 1979.

270

32, p. 87-108.

46: 2444-2452.

A., Risk factors for post-partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in belgium: a field study. Theriogenology, 1999,53: p. 841-857

ABDUL-AZIZ MAJULLI. (2000). Studies in some serum constituents of dairy cow

acid-based products added to total mixed ration on performance and ruminal fermentation of dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 2020, vol. 261, p. 114406.

acid-based products added to total mixed ration on performance and ruminal fermentation of dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 2020, vol. 261, p. 114406.

acid-based products added to total mixed ration on performance and ruminal fermentation of dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 2020, vol. 261, p. 114406.

acute phase proteins as markers of diseases in animals. Ann. Rech. Vet. 151. (7), pp577-584.

additive on short-term ensiling characteristics of whole plant maize and on dairy cow performance. Animal feed science and technology, 2009, vol. 152, no 1-2, p. 21-32.

Agronomique et Vétérinaire Hassan II L'Espace Vétérinaire N° 92 Mai – Juin 2010.

alternative on growth performance nutrient digestibility, blood profiles, excreta microflora,

Alternatives to antibiotics for farm animals. CAB Rev, 2013, vol. 8, no 32, p. 1-15.)

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R., Turgeon H.,  
and carcass quality in broilers. Poult. Sci. 2018, 97, 4351–4358.

and S. Kumar. 2013. Trends in diagnosis and control of bovine mastitis: A review.  
and hormones, and reproduction. J. Dairy Sci. 85 : 1738-51.

Application : the development of yeast cultures as feed additives. In : Alltech Technical  
application: the development of yeast cultures as feed additives. In: Alltech Technical

BARNOUIN J, CHACORNAC JP. (1992). A nutritional risk factor for early metritis in  
dairy farms in France. Prev. Vet. Med., 13, 27-37.

Bennett et Klich, 2003 . Analysis of ochratoxin A in foods. Consumed by inhabitants from  
an area with Balkan endemic nephropathy: a 1 month follow-up study, J Agric Food  
Chem., 52 (8):2404-2410.

bioregulators and gut growth promoters in nonruminants. In : Biology of growing animals.  
Elsevier, 2006. p. 81-133.

bioregulators and gut growth promoters in nonruminants. In : Biology of growing animals.  
Elsevier, 2006. p. 81-133.

Biotronic® aide vos animaux et les performances de l'élevage dans son ensemble en  
: améliorant la conservation, la stabilisation et l'hygiène des aliments améliorant la qualité  
et l'hygiène de l'eau.

BLOCK, E; DEPATIE, C; LEFEBVRE, D; PETITCLERC, D .(1998). L'urée du lait

BOUDEBZA A. (2003). Contribution à l'étude des profils biochimiques chez les vaches  
laitières dans la région de Constantine (Relation entre profils biochimiques-stades  
physiologiques et intervalle vêlage-vêlage). Mémoire de Magister, Université de  
Constantine, pp 93. Nutrition society 2000, T.59, P: 119 –126.

BRAND et COLL 1996. Score corporel in: H. GUYOT, L. THERON, A. SIMON,  
C. HANZEN, F.

Brugere-Picoux J., Remy D., Baisse De La Disponibilité En Glucose. La Dépêche  
Technique, 1995, Supplément Technique 46 A La Dépêche Vétérinaire, 9-21.

Callaway TR, Martin SA (1996) Effects of organic acid and monensin treatment on in  
vitro mixed ruminal microorganism fermentation of cracked corn. J Anim Sci 74:1982–  
1989. Utilization of Organic Acids to Manipulate Ruminal Fermentation and Improve  
Ruminant Productivity, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-2401-3\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-2401-3_13),  
January 01, 1970.

CASSELEUX G. D. E., 2007. Détermination des valeurs usuelles biochimiques et hématologiques du chiot âgé de zéro à huit semaines. Thèse : Méd. Vét. : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

CHARRON (1986). CHARON G., 1986. Les productions laitières : les bases de la production. Ed. Lavoisier (Paris) ,347p.

Chaucheyras-Durand, 2006) .Effects and modes of action of live yeasts in the rumen - *Biologia*, <https://link.springer.com/article/10.2478/s11756-006-0151-4>. SpringerLink.

Chaucheyras-Durand, 2006) .Effects and modes of action of live yeasts in the rumen - *Biologia*, <https://link.springer.com/article/10.2478/s11756-006-0151-4>. SpringerLink.

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.

CORBIERE, F., 2002, Les marqueurs de l'inflammation chez les bovins: nature,

Counotte et al. (1981), Dec;5(2):101-15. doi: ... G H Counotte, R A Prins. PMID: 7048723 DOI: 10.1007/BF02214975 Abstract The regulation of lactic acid production, the regulation of lactate fermentation and the role of lactate as intermediate in the rumen metabolism was studied, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7048723/>. Veterinary research communications.

Counotte et al. (1981), Dec;5(2):101-15. doi: ... G H Counotte, R A Prins. PMID: 7048723 DOI: 10.1007/BF02214975 Abstract The regulation of lactic acid production, the regulation of lactate fermentation and the role of lactate as intermediate in the rumen metabolism was studied, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7048723/>. Veterinary research communications.

CRAPLET et al. (1973). CRAPLET C., THIBIER M., DUPLAN J.M., 1973. La vache laitière. Edition Vigot frère. Paris. 726p. cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79: 411–417.

Creppy, 2002, Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Prod. Anim.* 2002; 15(1): pp 3-16

Crespo et al. (2002) et Carro et Ranilla (2003). Effects of disodium fumarate on in vitro rumen.

[https://www.researchgate.net/publication/7646109\\_Effects\\_of\\_disodium\\_fumarate\\_on\\_in\\_vitro\\_rumen\\_microbial\\_growth\\_methane\\_production\\_and\\_fermentation\\_of\\_diets\\_differing\\_in\\_their\\_forage\\_Concentrate\\_ratio](https://www.researchgate.net/publication/7646109_Effects_of_disodium_fumarate_on_in_vitro_rumen_microbial_growth_methane_production_and_fermentation_of_diets_differing_in_their_forage_Concentrate_ratio).

Cuveier C., Cabaraux J. F., Dufrasne I., Isttass L. & Hornick J. L. (2005) Transport Sanguine Et Métabolisme Hépatique Des Acides Gras Chez Le Ruminant. Annales De Medicines Vétérinaire, 149, 117-131.

CUVELIER C et DUFRASNE I., 2015. L'ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIERE : Aliments, calculs CUVELIER, CH; HORNICK, J-L; BECKERS, Y; FROIDMONT, E; KNAPP, E; ISTASSE, L;D.J.A. Cole), London, Butterworth, pp. 211–27.

dairy cattle.Vet. J., 188, 216-220.

Damien, Thomas A. 2005. Exploration des affections hépatiques chez la vache laitière, thèse doctorat vétérinaire, la faculté de médecine de Nantes.

De Lange, C.F.M.; Pluske, J.; Gong, J.; Nyachoti, C.M. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. Livest. Sci. 2010, 134, 124–134.

Deb, R., A. Kumar, S. Chakraborty, A. K. Verma, R. Tiwari, K.Dhama, U. Singh, Dec; 65(12):1616-20.

Diaz, D., B. Hopkins, L. Leonard, W. Hagler Jr et L. Whitlow. 2000. Effect of fumonisin on lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science 83(1171):138-150.

Diaz, D., W. Hagler Jr, B. Hopkins, R. Patton, C. Brownie et L. Whitlow. 2001. The effect of inclusion of a clay type sequestering agent on milk production of dairy cattle consuming

DIBNER, J. J. et BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut dietary additive for pigs—a review. Animals, 2020, vol. 10, no 6, p. 952

dietary additive for pigs—a review. Animals, 2020, vol. 10, no 6, p. 952.

diets. Nutrition Research Reviews. 1999;12(1):117–145.

Dijon, France, 17-18-19 mai 2006, pp. 709-713.

DRAME E.D., HANZEN C., HOUTAIN J.Y., LAURENT Y., FALL A., 1999. Profil de l'état corporel .

DROGOUL, C; GADOUD, R; JOSEPH, M-M; JUSSIAU, R; LISBERNEY, M-J;MANGEOL, B;

during gestation period in Sahiwal cows. Veterinary World. 3. (1), pp 26-28.

ECKERSALL, P.D. (2000). Recent advances and future prospects for the use of

Edited by LYONS T. P. p 173-192.

Edited by LYONS T. P. p 173-192.

EDMONSON AJ, LEAN IJ, WEAVER LD, FARVER T, WEBSTER G., 1989. A body condition scoring.

endosymbionts of filarial nematodes. *Advances in parasitology*, 2005, vol. 60, p. 245-284.

endosymbionts of filarial nematodes. *Advances in parasitology*, 2005, vol. 60, p. 245-284.

ENNUYER M., 1994. Utilisation des courbes de lactation comme un élément de diagnostic en élevage laitier.

et al. Role of acidifiers in livestock nutrition and health: A review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 2020, vol. 104, no 2, p. 558-569.

FAO, 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control. FAO Food and Nutrition Paper 73. FAO, Rome, Italy. Available at: <http://www.fao.org/3/a-y1390e.pdf>  
Références bibliographiques 49.

FAO, 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed. Available at: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/y5499e/y5499e00.pdf> (Accessed on March 2021).

flora and probiotics. *International journal of food microbiology*.

FONTAINE, M. (1987). *Vadé-mécum du vétérinaire*. 15ème édit Vigot-Paris, 1642p.

Freitag M. Organic acids and salts promote performance and health in animal husbandry. In: *Acidifiers in animal nutrition, A guide for feed preservation and acidification to promote animal performance*. Nottingham University Press; 2007. p. 89.

Fuenzalida, M. J., P. M. Fricke, and P. L. Ruegg. 2015. The association between

GALINDO, C. E. (2015). Effet des sources protéiques sur les métabolismes

GERLOFF B.J., 1987. Body condition scoring in dairy cattle. *Agri-practice*, 8 (7): p. 31-36.

GHELLER, Larissa S., GHIZZI, Lucas G., MARQUES, Júlia A., et al. Effects of organic

GHELLER, Larissa S., GHIZZI, Lucas G., MARQUES, Júlia A., et al. Effects of organic

GHELLER, Larissa S., GHIZZI, Lucas G., MARQUES, Júlia A., et al. Effects of organic

GUYOT H., L. THERON, A. SIMON, C. HANZEN, F. ROLLIN, G. LAMAIN. 2011 Carnet Clinique de médecine de troupeau Liège, Juillet 2011 3ème édition Office des Cours –FMV p 101

H. Overview of gut flora and probiotics. International journal of food microbiology, 1998, vol. 41, no 2, p. 85-101.

H. Overview of gut flora and probiotics. International journal of food microbiology, 1998, vol. 41, no 2, p. 85-101.

HADY PJ, DOMEQ JJ, KANEENE JB., 1994. Frequency and precision of body condition scoring in dairycattle - J Dairy Sci ; 77 : 1543-1547.

HAGAWANE, S-D; SHINDE, S-B et RAJGURU. (2009). Haematological and Blood Biochemical Profile in Lactating Buffaloes in and around Parbhani city. Veterinary World, Vol.2(12):467-469 p.

Hajati, H. 2019. Application of organic acids in poultry nutrition. International Journal of Avian & Wildlife Biology 3(4): 324-329.

HAJATI, Hosna. Application of organic acids in poultry nutrition. International Journal of Avian & Wildlife Biology, 2018, vol. 3, no 4, p. 324-329.

HAJATI, Hosna. Application of organic acids in poultry nutrition. International Journal of Avian & Wildlife Biology, 2018, vol. 3, no 4, p. 324-329.

Hanzen, Ch. 2010. Lait et production laitière. Cours.

HANZEN, CH., 2010. Lait et production laitière. Cours. Université de Liège

HARVEY JW, BRUSS ML. (1997). editors. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th edition. San Diego : Academic Press, 885–905.

Hertelendy et al. (1969). L-Arginine Nutrition and Metabolism in Ruminants, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-85686-1\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-85686-1_10), SpringerLink. January 01, 1970.

HOLZAPFEL, W. H., HABERER, P., SNEL, J., SCHILLINGER, U., et in't Veld, J. H.

HOLZAPFEL, W. H., HABERER, P., SNEL, J., SCHILLINGER, U., et in't Veld, J. H.

HOLZAPFEL, Wilhelm H., HABERER, Petra, SNEL, Johannes, et al. Overview of gut

[http://oregonstate.edu/vetmed/sites/default/files CP\\_Biochemistry\\_Reference\\_Ranges\\_04\\_09.pdf](http://oregonstate.edu/vetmed/sites/default/files_CP_Biochemistry_Reference_Ranges_04_09.pdf) Accessed 4/5/2012.

<https://journals.co.za/doi/epdf/10.10520/EJC-1fcac5c448>.

<https://journals.co.za/doi/epdf/10.10520/EJC-1fcac5c448>.

<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/D4904C4C609EA0390000F3BA4B8E5C5D/S0022029916000145a.pdf/effect-of-postpartum-propylene-glycol-allocation-to-over-conditioned-holstein-cows-on-concentrations-of-milk-metabolites.pdf>.

humaine. Les profils métaboliques chez les bovins. Rev. Med. Vét., 1977, 128, 6, 878-885.

HUNGATE R. E. (1966). The Rumen and its Microbes. Academic Press, New York and London.

in Saudi128. Arabia. Scientific Journal of king Feisal University basic and applied sciences. vol 9 N°(2), 1429 ,pp:105-113.

Influence des paramètres énergétiques, protéiques et minéraux sur la réussite de interactions durant la gestation et la lactation. Reproduction Nutrition Développement, 1986,26 (1B).205-226 p.

JARRIGE R., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA, Paris, 476 p (18-56).

Jean C., et Dijon C., (1993) Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.GEDILAGHINE V. La Journées nationales des GTV, le pré troupeau : Préparer à produire et reproduire,

KANEKO JJ, HARVEY JW, BRUSS ML. APPENDIXES. In: KANEKO JJ, Khamis et coll., 1986, Fink-Gremmels et Malekinejad, 2007

KOLB E. (1975). Physiologie des animaux domestiques. Vigot frères éditions.Paris,974.

KOUAMO J. A.; LEYE G.A. ; OUEDRAOGO G.J.; SAWADOGO.(2011).

l'insémination artificielle bovine en élevage traditionnel dans la région de Thiès au

LABOUCHE, Cl., 1964. La protéinémie chez la vache. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 1964, Vol. 17, pp. 721 745.

laitière. Faculté de Médecine vétérinaire, service d'obstétrique et de pathologie de la laitières. Thèse magister(Batna), page : 48-56.

le développement international du secteur laitier. UW- maison, WISCONSIN. USA. Résumé N°1.

Lebeda, M. (1983) "Blood Sugar In Dairy Cow" VETMED (PARHA), 28 (1): 1-12 (Résumé). Les Ruminants. Le Point Vétérinaire, 1995, 27 (Numéro Spécial « Maladies Métaboliques Des Ruminants »), 689-696.

LEVITAL, T., MUSTAFA, A. F., SEGUIN, P., et al. Effects of a propionic acid-based additive on short-term ensiling characteristics of whole plant maize and on dairy cow performance. Animal feed science and technology, 2009, vol. 152, no 1-2, p. 21-32.

LEVITAL, T., MUSTAFA, A. F., SEGUIN, P., et al. Effects of a propionic acid-based

Lückstädt 2014 Effects of dietary potassium diformate on growth and gastrointestinal health in weaned piglets in Vietnam. [https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-dietary-potassium-diformate-on-growth-in-](https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-dietary-potassium-diformate-on-growth-in-L%C3%BCckst%C3%A4dt/0639d69a7dff31f9902872ddba35ee8a2219223a)

L% C3% BCckst% C3% A4dt/0639d69a7dff31f9902872ddba35ee8a2219223a. January 01, 1970.

MARTINOT Y., 2006. TP mini : Un outil de mesure du déficit énergétique. In :

MERCK, VETERINARY MANUAL. (2011). Metabolic disorders. Hepatic lipidosis. Fatty liver disease of cattle.

Michel M., Romain J., Gerard (2000) : Initiation à la technologie fromagère .Edition technique et documentaire .Lavoisier .Paris .Codex 08. 180 pages.

MICHEL, MC. (1977). Profils métaboliques en médecine vétérinaire et en médecine humaine. Les profils métaboliques chez les bovins. Rev. Med. Vét., 1977, 128, 6, 878-885. microcin 24-producing Escherichia coli on shedding and multiple-antimicrobial resistance of Salmonella enterica serotype typhimurium in pigs. Am J Vet Res. 2004

MICHEL, MC. (1977). Profils métaboliques en médecine vétérinaire et en médecine

microflora on nutrition and metabolism. Journal of Applied Poultry Research, 2002, vol. 11, no 4, p. 453-463.

Miller, H.M. and Slade, R.D. (2006) Organic acids, pig health and performance. The Pig Journal, 57, 140-149.

Mohebbi-Fani M., Nazif S., Shekakforush S. S & Fathi S. (2005) Changes Of Proteins Fractions, Lipoproteins, Ceruloplasmin And Urea Nitrogen In Serum Of Periparturient Cow, Receiving Dietary Monosin. Revue De Médecine Vétérinaire, 156 (3): 170-174.

MOORBY, J.M; DEWHUREST, R.J; TWEED, J.K.S; DHANOA, M .S; BECK F.G. (2002). Effet of altering the energy and protein supply to dairy cow during the dry period 2. Metabolic and hormonal response. J. Dairy. Sci. 83, pp 1795-1805.

MORRIS DD., 2002c. Alteration in plasma fibrinogen, (496-497). In: Smith BP editor, Large Animal Internal Medicine.-3<sup>ème</sup> éd.-, Saint Louis: Mosby, (Etats-Unis).

moyennes et autonomie alimentaire. Institut d'élevage. dietary crude protein, breed, parity and health status on the fertility of dairy cows. J Dairy Sci, 79: pp 2225- 2236.

MROZ, Zdzislaw, KOOPMANS, S.-J., BANNINK, André, et al. Carboxylic acids as

MROZ, Zdzislaw, KOOPMANS, S.-J., BANNINK, André, et al. Carboxylic acids as

Munson & Cooper, 1967). 3 METABOLIC CONSEQUENCES OF INCREASING MILK YIELD – REVISITING LORNA, [https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/50A511321685C17E73570C00CB7AFDE3/S0263967X00040052a.pdf](https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/50A511321685C17E73570C00CB7AFDE3/S0263967X00040052a.pdf/metabolic-consequences-of-increasing-milk-yield-revisiting-lorna.pdf)

/metabolic-consequences-of-increasing-milk-yield-revisiting-lorna.pdf.

mycotoxins contaminated feeds. Journal of Dairy Science 84:1554. Halewyn et Khamis et coll., 1986, Fink-Gremmels et Malekinejad, 2007)

NAGARAJA T. G., T. B. AVERY, S. J. GALIZTER, D. L. HARMON (1985). Effect

Neville M.C Et Jensen R.G., (1995) The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R., Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc: 82 (919 pages) .

Nguyen, D.H.; Lee, K.Y.; Mohammadigheisar, M.; Kim, I.H. Evaluation of the blend of

NGUYEN, Dinh Hai, SEOK, Woo Jeong, et KIM, In Ho. Organic acids mixture as a dietary additive for pigs—a review. Animals, 2020, vol. 10, no 6, p. 952.

NGUYEN, Dinh Hai, SEOK, Woo Jeong, et KIM, In Ho. Organic acids mixture as a

NGUYEN, Dinh Hai, SEOK, Woo Jeong, et KIM, In Ho. Organic acids mixture as a

Nisbet et Martin (1990, 1991, 1994), [https://www.researchgate.net/publication/7422394\\_Effect\\_of\\_Dicarboxylic\\_Acids\\_and\\_Aspargillus\\_oryzae\\_Fermentation\\_Extract\\_on\\_Lactate\\_Uptake\\_by\\_the\\_Ruminal\\_Bacterium\\_Selenomonas\\_ruminantium](https://www.researchgate.net/publication/7422394_Effect_of_Dicarboxylic_Acids_and_Aspargillus_oryzae_Fermentation_Extract_on_Lactate_Uptake_by_the_Ruminal_Bacterium_Selenomonas_ruminantium), Utilization of Organic Acids to Manipulate Ruminal Fermentation and Improve Ruminant Productivity. Fumarate: Multiple functions of a simple metabolite, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003194221100118X>, March 26, 2011.

Nisbet et Martin (1990, 1991, 1994), [https://www.researchgate.net/publication/7422394\\_Effect\\_of\\_Dicarboxylic\\_Acids\\_and\\_Aspargillus\\_oryzae\\_Fermentation\\_Extract\\_on\\_Lactate\\_Uptake\\_by\\_the\\_Ruminal\\_Bacterium\\_Selenomonas\\_ruminantium](https://www.researchgate.net/publication/7422394_Effect_of_Dicarboxylic_Acids_and_Aspargillus_oryzae_Fermentation_Extract_on_Lactate_Uptake_by_the_Ruminal_Bacterium_Selenomonas_ruminantium), Utilization of Organic Acids to Manipulate Ruminal

Fermentation and Improve Ruminant Productivity. Fumarate : Multiple functions of a simple metabolite,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003194221100118X>, March 26, 2011.

Nutrition et alimentation. Guide technique laitier. Institut babcock pour la recherche et nutrition: progress and problems. Journal of Animal Science 72: 2992-3003.

occurrence and severity of subclinical and clinical mastitis on pregnancies per artificial insemination at first service of Holstein cows. J. Dairy Sci. 98:3791–3805. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8997>.

of ionophores antibiotic on experimentally induced lactic acidosis in cattle. Am. J. Vet. Res.

online:

<https://pdfs.semanticscholar.org/3529/208446f1fd200efad0050191b0e3effd420c.pdf> (consulté le 12 décembre 2021).Thèse pour le doctorat vétérinaire. École nationale vétérinaire d'alfort, pp 17-19, 22, 34.

OPSOMER G., GROHN Y.T., HERTL J., CORYN M., DELUYKER H., DE KRUIF OREGON, STATE UNIVERSITY. (2011). College of veterinary medicine.

organic acids and medium-chain fatty acids in matrix coating as antibiotic growth promoter

Pak. J. Biol. Sci. 16:1653–1661. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.1653.1661>

PAPATSIROS, V. G., KATSOULOS, Panagiotis-Dimitrios, KOUTOULIS, K. C., et al.Alternatives to antibiotics for farm animals. CAB Rev, 2013, vol. 8, no 32, p. 1-15.).

PAPATSIROS, V. G., KATSOULOS, Panagiotis-Dimitrios, KOUTOULIS, K. C., et al.

PARENTE, E., RICCIARDI, A., et ADDARIO, G. Influence of pH on growth and bacteriocin production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 14ONWC during batch fermentation. Applied Microbiology and Biotechnology, 1994, vol. 41, no 4, p. 388-394.

Partanen KH, Mroz Z. Organic acids for performance enhancement in pig

Partanen, K. 2001. Organic acids—Their efficacy and modes of action in pigs. Page 201 in Gut Environ-ment of Pigs. A. Piva, K. E. Bach Knudsen, and J. E. Lindberg, eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Partanen, K. 2001. Organic acids—Their efficacy and modes of action in pigs. Page 201 in Gut Environ-ment of Pigs. A. Piva, K. E. Bach Knudsen, and J. E. Lindberg, eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

PAYNE, J.M; SALLY, M; MANSTON, R; FAUILKS, M. (1970). The use of metabolic profile test in dairy herds Vet. Rec. 87, pp 150-158.

PEARLIN, Beulah Vermilion, MUTHUVEL, Shanmathy, GOVIDASAMY, Prabakar, physiopathologie et intérêt diagnostique, Thèse d'exercice vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2002.

Plet J. (2007) Interêt De Données Commemoratives, Clinique Et Biochimique Pour Le Diagnostic Etiologique Et Le Prognostic Des Maladies Métaboliques Bovines Du Peripartum A L'origine De Décubitus. Etude De 91 Cas Clinique. These De Docteur Vétérinaire De L'école National Vétérinaire De Nantes (France) N-2007-053, 134 Pages. Production Variables In High Producing Holstein Dairy Cattle - J Dairy Sci, 1993 ; 76 : 3410-3419.

Pointurier H., (2003).La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc.

Publications. Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, Kentucky, U.S.A.

Publications. Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, Kentucky, U.S.A.

Ramasubba Reddy V. The Role of Acidifiers in Poultry Nutrition. Avitech technical bulletin. 20.

rationalisation du traitement des mammites en exploitation laitière.(<https://www.fao.org/es/ESN/probio/probio.htm>.).

Reist M., Erdin D., Von Euw D., Tschvemperfin K., Et Al. Estimation Of Energy Balance At The Individual And Herd Level Using Blood And Milk Traits In High Yielding Dairy Cows. Journal Dairy Science, 2002, 85 : 3314-3327.

REMESY, Y; CHILLIARD, Y; RAYSSIGUIER, A; MAZUR, C; DEMIGNE. (1986).Le métabolisme hépatique des glucides et des lipides chez les ruminants: principales

reproduction des ruminants, équidés et porcs, Université de Liège, 49 p

Roger W. et Andrew P. 2012. Alimentation de la vache laitière, 4eme édition, p273.

ROSENBERGER, G. (1979).Examenclinique des bovins. Edit. Du point vétérinaire, 526P.

ROY, S; ROY, M; MISHRA, S. (2010). Hematological and biochemical profile

Russell JB & Strobel HJ (1989) Effect Of Ionophores On Ruminal Fermentation. Appl. Environ. Microbiol. 55, 1-6.

Russell JB, Diez Gonzalez F. 1998. The effects of fermentation acids on bacterial growth. Adv Microbial Physiol. 39:205–234.

Russell, J. B., & Diez-Gonzalez, F. (1998). The effects of fermentation acids on bacterial growth. *Advances in Microbial Physiology*, 39, 205–234.

SAFSAF (2001). L'urée du lait e relation avec le rationnement azoté des vaches

SEIFI HA.(2011). Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in Sénégal. *Revue .Méd. Vét.* (8-9), 425-431.

SHAHIDI, S., YAHYAVI, M., ZARE, D. N. Influence of dietary organic acids

Shearer et al. 2012). Shearer, J. K., S. R. Van Amstel, and B. W. Brodersen. 2012. Clinical diagnosis of foot and leg lameness in cattle. *Vet. Clin.North Am. Food Anim. Pract.* 28:535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.07.003>.

SILLIART B, JAILLARDON L. (2012). Petit mémento de biochimie, Oniris[http://ldhvet.onirisanter.fr/fileadmin/redaction/LDHVet/fichiers\\_pdfmemento2012\\_site.pdf](http://ldhvet.onirisanter.fr/fileadmin/redaction/LDHVet/fichiers_pdfmemento2012_site.pdf) (Consulté le 15/06/16).

Søren Peder Lauritz Sørensen, « Enzymstudien. II: Mitteilung. Über die Messung und die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei enzymatischen Prozessen », dans *Biochemische Zeitschrift*, vol. 21, 1909, p. 131-304

splanchnique et mammaire des vaches laitières. Thèse doctorat en sciences animales.Université Lava. Canada, pp 26.

supplementation on reproductive performance of freshwater Angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Global Veterinaria*, 2014, vol. 13, no 3, p. 373-377.

Tasker J. B. (1978) Reference Values For Clinical Chemistry Using The Coulter Chemistry System. *Cornell Vet.*, 68 (4): 729-753.

TAYLOR, Mark J., BANDI, Claudio, et HOERAUF, Achim. *Wolbachia. Bacterial*

TAYLOR, Mark J., BANDI, Claudio, et HOERAUF, Achim. *Wolbachia. Bacterial*

Tec et Doc Lavoisier.220p.

Technologie Du Lait, Isbn : 3-25 29, EcolePolytechnique De Montréal, Pp.600

Technologique Et Techniques d'analyses Du Lait. In Vingnola C.L, *Science Et*

Theobald, P. *Principles of Using Organic Acids in Animal Nutrition*. 2015. Available

Vagneur M. *Biochimie De La Vache Laitière Appliquée A La Nutrition*. La Dépêche Technique, 1992, 28, 26 P.

Van Immerseel F, Russell JB, Flythe MD, Gantois I, Timbermont L, Pasmans F, Haesebrouck F, Ducatelle R. 2006. The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathol.* 35:182–188.

Varriel F. (1999). Les Examens Sanguins Chez Les Bovines. Des Clés Pour Utiliser La Biochimie Clinique. *Point Vétérinaire*, 30 (202): 25-30.

Vassault, A. (2007). Urate. *elsevier masson consulter (elsevier masson sas, paris), biologie clinique*, 90-10-0950.

vétérinaire (thèse d'état). Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 102p. Propionibacteria fed todairy cows : effect on energy balance, plasma metabolits

Veterinary diagnostic laboratory. Reference ranges. Biochemistry reference interval.

Voet, D. and Voet, J.G. (1995) *Biochemistry*. John Wiley and Sons Inc. New Jersey, Second edition.

WALLACE R. J. et C. J. NEWOLD (1993). Rumen fermentation and its

WALLACE R. J. et C. J. NEWOLD (1993). Rumen fermentation and its

WALLACE RJ., (1994). Ruminant microbiology, biotechnology and ruminant Nutrition : progress and problems. *Journal of Animal Science* 72 : 2992-3003.

WALLACE RJ., (1994). Ruminant microbiology, biotechnology and ruminant

WITTWER, F; BOHMWALD, H; CONTRERAS, P.A; PHIL, M; FILOZA, J. (1987). Analisis de los resultados de perfiles metabolicos en rebanos lecheros en chile. *Arch. Med. Vet.*, v 19. 35-45.

YIANNIKOURIS A., & JOUANY J.P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants,leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Prod. Anim.* 2002; 15(1): pp 3-16

Zhang H, Zhang J, Jiang A, Ni Gastric peroral endoscopic myotomy for gastroparesis: A systematic review of efficacy and safety. *Gastroenterol Hepatol.* 2019 Aug – Sep;42(7):413-22. ( Flatt, Moe, Moore, Hooven, Lehman, Hemken & Orskov, 1967; Flatt, Moe, Munson & Cooper, 1967). 3 METABOLIC CONSEQUENCES OF INCREASING MILK YIELD – REVISITING LORNA, <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/50A511321685C17E73570C00CB7AFDE3/S0263967X00040052a.pdf/metabolic-consequences-of-increasing-milk-yield-revisiting-lorna.pdf>.

Zinedine 2004. Analysis of ochratoxinA in foods. Consumed by inhabitants from an area with Balkan endemic nephropathy: a 1 month follow-up study, *J Agric Food Chem.*, 52

(8):2404-2410. Van Egmond et Speijers, 1999)  
Peers et Linsell (1975))

ZINEDINE A., SORIANO J.M., JUAN C., MOJEMMI B., MOLTÓ J.C., BOUCLOUZE A., CHERRAH Y., IDRISSE L., AOUAD R., MAÑES J. 2007: Incidence of Ochratoxin A in rice and dried fruits from Rabat and Sale area, Morocco. Food Additives & Contaminants, 24: 285– 291.

Zinedine, A., Idrissi, L. (2007) Présence et réglementation des mycotoxines dans les aliments au Maroc: Situation actuelle et perspectives. LES TECHNOLOGIES DE LABROTOIRE N° 7 NOV-DEC.

ZINPRO. Performance Panel. (2011). “AskZinpro” computer program.

zootechniques et métaboliques. Le nouveau praticien vétérinaire, élevage et santé. N°1, pp.59.

## **Résumé :**

L'objectif de ce travail était d'évaluer si l'incorporation de cet additif alimentaire, composé d'un mélange d'acides organiques et capteur de mycotoxines, pouvait améliorer la production laitière chez les vaches laitières. L'efficacité de cet additif alimentaire peut varier en fonction de nombreux facteurs, tels que la qualité de l'alimentation, les conditions d'élevage, la génétique des vaches et d'autres facteurs environnementaux. Par conséquent, les résultats de cette étude peuvent fournir des informations précieuses sur les performances et la productivité après ajout de cet additif, mais ils doivent être interprétés avec prudence.

Dans une première partie bibliographique, nous présentons une synthèse qui concerne l'impact hygiénique, sanitaire, économique d'utilisation d'un additif alimentaire et son effet positif sur la production lactée, Elle a été acquise à base de données tirées à partir des thèses et d'articles.

La deuxième partie est un master, basée sur une méthode expérimentale en utilisant 23 échantillons.

## **ملخص:**

كان الهدف من هذا العمل هو تقييم ما إذا كان دمج مضافات الأعلاف ، المكونة من خليط من الأحماض العضوية وجهاز استشعار السموم الفطرية ، يمكن أن يحسن إنتاج حليب الأبقار الحلوب.

يمكن أن تختلف فعالية هذه المادة المضافة إلى الأعلاف اعتمادًا على العديد من العوامل، مثل جودة العلف وظروف التربية ووراثة الأبقار وعوامل بيئية أخرى. لذلك، قد توفر نتائج هذه الدراسة نظرة ثاقبة للأداء والإنتاجية بعد إضافة هذه المادة المساعدة ، ولكن يجب تفسيرها بحذر. في الجزء الببليوغرافي الأول ، نقدم تجميعًا ببليوغرافيًا يتعلق بالتأثير الصحي والاقتصادي لاستخدام حمض عضوي ومستشعر السموم الفطرية وتأثيرهما الإيجابي على إنتاج الحليب ، وقد تم الحصول عليه على أساس البيانات المستمدة من أطروحات و مقالات سابقة. أما الجزء الثاني الذي يمثل في الماستر فقد اعتمد على الطريقة التجريبية مع 23 عينة من أبقار الألبان.

**Summary:**

The aim of this work was to evaluate whether incorporation of this feed additive, consisting of a mixture of organic acids and a mycotoxin sensor, could improve milk production in dairy cows. The effectiveness of this additive can vary depending on many factors, such as feed quality, rearing conditions, cow genetics, and other environmental factors. Therefore, the results of the study may provide insight into performance and productivity after the addition of this additive, but should be interpreted with caution. In the first bibliographic part, we present a bibliographic compilation related to the sanitary, hygienic and economic impact of the use of an organic acid and a mycotoxin sensor and their positive effect on milk production, obtained on the basis of data drawn from theses and articles.

The second part, which was a master, was based on the experimental method with 23 samples from dairy cows.