



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



UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA -1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master

Spécialité : Production et nutrition animale

Utilisation des phytobiotiques dans l'alimentation des ruminants.

Présenté par : FEKIRI Khadidja
et KEHAL Abdelrahim Khalil

Devant le jury composé de :

Mme. BOUBEKEUR. S	MCB	USDB	Présidente de jury
Mr. BENCHERCHALI. M	MCA	USDB	Promoteur
Mme. BABA ALI. A	MAA	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2019/2020

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH EL KARIM** le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes les années d'études.

Nos sincères remerciements à **Mr BENCHERCHALI M** pour la confiance, les conseils que vous nous avez accordés tout le long de ce travail. Merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse monsieur.

Nos remerciements vont également aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

On remercie **Mme BOUBKEUR S** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nos gratitudes vont aussi à **Mme BABA ALI A** pour avoir accepté de juger et d'examiner ce travail.

Nous souhaitons vraiment remercier **Mme KALLI S** pour son encouragement, son aide et sa disponibilité durant toute la période de notre travail.

Nos vifs remerciements s'adressent également à nos enseignants de l'université Saad Dahleb Blida.

A tous ceux qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Merci.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents, vous avez toujours été présents et m'avez toujours soutenu. Merci de tout cœur, sans votre aide et votre patience, je n'en serais pas là aujourd'hui.

A toute ma famille.

A mon binôme KEHAL Abdelrahim et sa famille

A ma chère sœur et amie Keltouma Hennaoui, tu étais toujours là pour me soutenir et m'encouragé j'ai vraiment de la chance de t'avoir dans ma vie.

A tous mes amis et mes proches que j'aime :

Asma, Khadidja et Cherifa.

A toute l'équipe production animale avec qui j'ai passé des moments inoubliables et dont je garde d'excellents souvenirs.

Merci à tous ceux qui m'ont encouragé et m'ont Apporté leur soutien.

FEKIRI Khadidja

Dédicace

Avant de commencer, je tiens d'abord à remercier le bon dieu pour m'accorder la patience et la sérénité pour la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail à mes très chers parents, que Dieu les gardes pour moi. Ils m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs encouragements, par leurs dévouements exemplaires et les énormes sacrifices qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont toujours aimé me voir réussir, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes sentiments les plus respectueux.

A mon frère : Wassim

A ma sœur : Leila

A ma Binôme : FEKIRI Khadidja et sa famille.

A mes Amis : Halim, Métchi, Mohamed, Brahim, Imad et Houssein

A toute l'équipe production animale avec qui j'ai passé des moments inoubliables

A toutes les personnes qui m'ont fasciné par leur savoir, leur curiosité d'esprit et leur Influence.

KEHAL Abdebrakim Khalil

Liste des abréviations

AESA : Agence européenne de la sécurité alimentaire

AFC : Antibiotiques facteurs de croissance

AG : Acide gras

AGV : Acides gras volatiles

BHA : Bactéries Hyper productrices d'ammoniac

B.H.A : Butyle Hydroxy Anisol

B.H.T : Butyle Hydroxy Toluè

B12 : Cobalamine

B6 : pyridoxine

CE : Communauté Européenne

CH₄ : Méthane

CLA : Acide linoléique conjugué

CMV : Complément Minéralo-Vitaminé

C2 : Acide acétique

C3 : Acide propionique

C4 : Acide butyrique

FAO : Food and Agriculture Organisation

GES : Gaz à effet de serre

GMQ : Gain moyen quotidien

g : gramme

HE : Huiles essentiels

IC : Indice de consommation

INRA : institut national de la recherche agronomique (France)

jr : Jour

Kg : Kilogramme

MG : Matières grasses

mg : Milligramme

MS : Matière sèche

MO : Matière Organique

MSI : Matière sèche ingérée

MSVI : Matière sèche volontairement ingérée

MUFA : Acide gras mono insaturé

N : Azote

N-NH3 : Ammoniac

OMC : Organisation Mondiale du Commerce

P : Probabilité

Ph : Potentiel hydrogène

PNA : Polysaccharide non amylacé

PL : Production laitière

PUFA : Acide gras polyinsaturé

PV : Pois vif

SFA : Acide gras saturé

TP : Taux protéique

UE : Union Européenne

UFA : Acide gras insaturé

%: pourcentage

Liste des tableaux

Tableau 01 : Apports recommandés en oligo-éléments et seuils de carence et de toxicité (exprimés en mg/kg MS ration) chez la génisse laitière	8
Tableau 02 : Différences entre les antibiotiques et les phytobiotiques.....	33

Liste des figures

Figure 01 : Les mécanismes d'acquisition de la résistance bactérienne	10
Figure02 : Les trois types des probiotiques utiliser chez les ruminants	11
Figure 03 : Voies d'extraction de la plante et ses constituants actifs... ..	18
Figure 04 : Le thym (<i>Thymusvulgaris</i>)	19
Figure 05 : Lavande (<i>Lavandula angustifolia</i>).....	.20
Figure 06 : La belladone (<i>Atropa belladonna</i>).....	21
Figure 07 : L'aubépine	22
Figure 08 : La séné (<i>Senna alexandrina</i>).....	23
Figure 09 : L'absinthe (<i>Artemisia absinthium</i>).....	25
Figure 10 : Le réglisse (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	26

Sommaire

Introduction.....01

Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Les additifs alimentaires.....03

Chapitre II : Les plantes aromatiques et médicinales..... 16

Chapitre III : Les phytobiotiques..... 29

Chapitre IV : Utilisation des phytobiotiques en alimentation animale..35

Conclusion..... 45

Références bibliographiques

Résumé

Depuis plus d'une décennie, les antibiotiques facteurs de croissance ont été critiqués et débattus, ceci a conduit finalement à leur interdiction de part le monde à cause de l'émergence de l'antibio-résistance et la persistance des résidus chimiques dans les produits carnés et leur substitution par une nouvelle gamme d'additifs alimentaires naturels tels que les phytobiotiques.

Nous voulons exposer l'avancement des recherches concernant l'utilisation des phytobiotiques comme alternative aux antibiotiques chez les ruminants et leurs bienfaits sur les performances des animaux, sur leur bien-être et sur la répercussion écologique des élevages, en se basant sur une base de données bibliographiques diversifiée.

D'après les études antérieures, il s'avère que les phytobiotiques ont bien prouvés leur utilité dans l'amélioration des performances des ruminants, garder un bon état de santé des animaux et atténuer l'impact environnemental des élevages.

Les phytobiotiques peuvent être une bonne solution pour substituer les antibiotiques promoteurs de croissance afin de se diriger vers les élevages «Bio» et «Eco-friendly».

Mots clés : Additifs alimentaires ; Antibiotiques ; Phytobiotiques ; Ruminants ; Performances.

Abstract : Use of phytobiotics in ruminant feed

For more than a decade, antibiotics growth factors have been criticized and debated, eventually leading to their worldwide ban because of the emergence of antimicrobial resistance and the persistence of chemical residues in animal products and their substitution with a new range of natural food additives such as phytobiotics.

We want to present the progress of research concerning the use of phytobiotics as an alternative to antibiotics in ruminants and their benefits on animal performance, on their well-being and on the ecological impact of livestock, based on a diverse bibliographic data base.

According to previous studies, it appears that phytobiotics have proven their usefulness in improving ruminant performance, keeping animals in good health and reducing the environmental impact of farms.

Phytobiotics can be a good solution to replace antibiotics which promote growth in order to move towards "organic" and "eco-friendly" farms.

Keywords: Food Additives; Antibiotics; Phytobiotics; Performances; Ruminants.

المخلص : استخدام النباتات الحيوية في تغذية المجترات

لأكثر من عقد من الزمان، تم انتقاد ومناقشة المضادات الحيوية المعززة للنمو، مما أدى في النهاية إلى حظرها في جميع أنحاء العالم بسبب ظهور مقاومة المضادات الحيوية واستمرار المخلفات الكيميائية في منتجات اللحوم واستبدالها بمجموعة جديدة من المضافات الغذائية الطبيعية مثل النباتية الحيوية.

نريد أن نقدم التقدم المحرز في البحث المتعلق باستخدام النباتات الحيوية (الفيتبوتيك) كبديل للمضادات الحيوية في الحيوانات المجترة وفوائدها على أداء الحيوانات، وعلى رفاهيتها وعلى الأثر البيئي للماشية، بناء على قاعدة بيانات ببيولوجرافية متنوعة.

بحسب الدراسات السابقة، اتضح أن النباتات الحيوية أثبتت فائدتها في تحسين أداء المجترات، والحفاظ على صحة الحيوانات وتقليل التأثير البيئي للمزارع.

يمكن أن تكون النباتات الحيوية حلاً جيداً لاستبدال المضادات الحيوية التي تعزز النمو من أجل الانتقال إلى مزارع "عضوية" و "صديقة للبيئة".

الكلمات الدالة : إضافات ؛ مضادات حيوية ؛ فيتبوتيك ؛ المجترات ؛ الأداء .

Introduction

Introduction

Aujourd'hui, et partout dans le monde les productions animales font face à de nouveaux challenges. La demande en produits animaux augmente rapidement en relation avec l'accroissement de la population de la planète et l'élévation du pouvoir d'achat. De ce fait, l'alimentation animale fait appel à des produits plus ou moins élaborés appelés « additifs ». Ces nouveaux ingrédients sont des produits ayant un effet favorable sur les aliments auxquels ils sont incorporés ainsi que sur les productions animales, capables d'améliorer l'efficacité des rations, d'améliorer les performances de croissance et de maintenir une bonne santé des animaux.

Toutefois, leur utilisation en nutrition animale est devenue indispensable dans les quatre coins du monde tout en respectant les conditions qui sont établies par des règlements qui sont conçus pour but d'éclaircir ce qui est autorisé et interdit à être utilisé comme étant additif à incorporer dans l'alimentation animale tel que le règlement de la commission européenne (CE) n°1831/2003.

Le monde de l'alimentation animale actuel s'intéresse beaucoup plus à la surveillance de l'utilisation des antibiotiques et des facteurs de croissance dans la supplémentation alimentaire en nutrition animale qui est strictement interdite sauf pour le cas de quelques anticoccidiens avec des doses bien limitées. Pour les autres catégories d'additifs la science encourage leur utilisation tout en respectant le cadre de l'éthique et en prenant en considération la santé de l'animal d'un côté et celle du consommateur d'un autre côté (Immoune ,2015).

Parmi ces additifs, les phytobiotiques ou phytogéniques, des additifs classés dans la catégorie des facteurs promoteurs de croissance se révèlent comme une solution prometteuse (Hashemi et Davoodi, 2010).

Cette catégorie d'additifs a prouvé son avantage dans la stimulation de la croissance des animaux, en induisant des modifications notables sur la dynamique de l'écosystème ruminal et le microbiote qui y pullule en améliorant le métabolisme de l'organisme animal via l'amélioration de la digestion et l'absorption des nutriments, stimulation de l'activité immunitaire et l'activité antioxydante et en conséquence les performances et le bien-être des animaux (Zeweil et al., 2016).

Ce présent travail, a pour objectif d'étudier les additifs alimentaires utilisés en alimentation animale ainsi que leur caractéristique tout en attirant l'attention sur les phytobiotiques, leur émergence, leur intérêt réel et mettre en état les preuves de l'utilité des phytogéniques chez les ruminants en se basant sur une base de données bibliographiques diversifiée.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Les additifs alimentaires

I.1. Généralités

Les additifs utilisés en alimentation animale jouent un rôle non négligeable dans l'élevage moderne (FAO/OMC, 2014).

D'après Couailler (2004), Ils sont considérés comme un des facteurs essentiels de l'efficacité de l'alimentation des animaux d'élevage, les additifs suscitent par ailleurs depuis quelques années de nombreuses critiques, notamment de la part des consommateurs et de leurs associations.

I.2. Définition

Les additifs utilisés en alimentation animale peuvent être définis comme des substances chimiques pures d'origine naturelle ou synthétique, des préparations enzymatiques ou des micro-organismes qui sont ajoutés intentionnellement aux aliments en faible quantité pour modifier ou améliorer leurs propriétés technologiques, ou augmenter leur efficacité zootechnique (Blain, 2002).

I.3. Origine des additifs alimentaires

Les additifs peuvent avoir trois origines différentes (Immune, 2015) :

- **Les additifs naturels** : il s'agit de produits issus du monde minéral, végétal ou animal.
- **Les additifs synthétiques** : ce sont des substances existant à l'état naturel qu'il est nécessaire, voir préférable de fabriquer pour des raisons de réduction des coûts liés aux traitements des substances naturelles. Les conditions de fabrication doivent être rigoureuses, car leur production exige parfois l'utilisation de solvants néfastes pour la santé qui ne sont pas entièrement éliminés.
- **Les additifs artificiels** : il s'agit d'additifs qui n'existent pas dans la nature et qui doivent être fabriqués.

I.4. Intérêt de l'utilisation des additifs alimentaires dans l'alimentation animale

Selon le Journal officiel de l'Union européenne du 22 septembre 2003 relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux, ceux-ci doivent avoir au moins des intérêts suivants pour appartenir à une famille d'additifs :

- Influencer favorablement les caractéristiques des matières premières pour aliments des animaux ou des aliments composés pour animaux ou des produits animaux.

- Satisfaire les besoins nutritionnels des animaux ou améliorer la production animale notamment en influençant la flore gastro-intestinale ou la digestibilité des aliments pour animaux.
- Apporter dans l'alimentation des aliments favorables pour atteindre des objectifs, nutritionnels particuliers, ou pour répondre aux besoins nutritionnels spécifiques momentanés des animaux.
- Prévenir ou réduire les nuisances provoquées par des déjections animales ou d'améliorer l'environnement des animaux.
- Améliorer la production, le rendement ou le bien-être des animaux
- Avoir un effet coccidiostatique ou histomonostatique.

I.5. Différentes catégories d'additifs alimentaires

Il existe actuellement cinq catégories d'additifs (subdivisées en plusieurs groupes fonctionnels) fixées par le règlement (CE) N° 1831/2003 (art 6) :

- **Additifs Technologiques** : toutes les substances ajoutées aux aliments des animaux pour faciliter la fabrication des aliments ou améliorer leur conservation.
- **Additifs Sensoriels** : toutes les substances qui ajoutées à l'alimentation animale améliorent ou modifient les propriétés organoleptiques des aliments pour animaux.
- **Additifs Nutritionnels** : en font partie les vitamines, oligo-éléments, acides aminés, urée et ses dérivés... Ces nutriments sont présents dans les ingrédients naturels mais leur apport dans l'aliment préparé n'est pas toujours suffisant pour satisfaire les besoins de l'animal à nourrir. C'est pourquoi la quantité manquante est ajoutée sous forme d'additifs.
- **Additifs Zootechniques** : Regroupent les substances qui ont un intérêt pour le bien être de l'animal, l'efficacité de son système digestif ou pour l'environnement.
- **Coccidiostatiques ou Histomonostatiques.**

I.5.1. Les Additifs Technologiques

I.5.1.1. Les conservateurs

Les conservateurs, sont des substances qui assurent la conservation des aliments en les protégeant des altérations microbiologiques qui peuvent entraîner notamment le développement de toxines. Principalement composés d'acides organiques ou de sels d'acides organiques, ils opèrent une action antibactérienne

(salmonelles) et antifongique dans l'alimentation de toutes les espèces animales. Ils servent donc non seulement à assurer la sécurité sanitaire mais aussi à garantir la stabilité organoleptique des aliments (UE, 2007).

I.5.1.2. Les antioxydants

Les antioxydants sont des molécules qui aident à protéger et à préserver la qualité nutritionnelle des aliments contre les réactions d'oxydation qui accélèrent le vieillissement et le rancissement des produits renfermant des matières grasses ; notamment les acides gras insaturés et les vitamines. (exemple : B.H.T ; B.H.A ; Gallate de propyle et Ethoxyquine) (Elatyqy, 2011).

I.5.1.3. Les émulsifiants et les stabilisants

Les émulsifiants, sont des substances qui jouent un rôle fondamental dans la formulation des aliments et influent sur leurs caractéristiques physiques et organoleptiques. Ils sont indispensables dans les procédés de fabrication utilisant des matières grasses ou des huiles et de l'eau. Ils permettent de mélanger et de stabiliser plusieurs phases telles que l'huile et l'eau qui ne peuvent être mélangés qu'en leur présence (UE, 2007).

Les stabilisants, permettent aussi de maintenir l'état physicochimique de l'aliment auquel ils sont rajoutés (Synpa, 2014).

I.5.1.4. Les épaississants et gélifiants

Se sont des substances qui, ajoutées à un aliment pour animaux, en augmentent la viscosité, lui confère de la consistance par la formation de gel (Synpa, 2014).

I.5.1.5. Les liants

Les liants, sont des substances qui agissent sur la texture des aliments principalement solides pour en faciliter l'utilisation. Ils interviennent sur leur structure physique pour une meilleure agrégation des matières premières mises en œuvre, ce qui permet de limiter la présence de particules fines sous forme de poussières d'aliments préjudiciables à la présentation et à la consommation de l'aliment (UE, 2007).

I.5.1.6. Les Correcteurs d'acidité

Substances qui modifient ou limitent le pH d'un aliment pour animaux (Synpa, 2014).

I.5.1.7. Les additifs pour l'ensilage

Ce sont des Substances, comprenant les acides organiques et minéraux, les enzymes et les micro-organismes, qui favorisent la conservation des fourrages par fermentation lactique. L'utilisation des additifs pour l'ensilage permet de réduire les pertes en qualité et en quantité, contribuant ainsi à préserver la valeur alimentaire et gustative des fourrages, à limiter le développement de micro-organismes indésirables (clostridies, listeria, moisissures, etc.) et à améliorer la stabilité anaérobie et parfois aérobie (retarder les reprises de fermentation à l'ouverture des silos) (Immoune, 2015).

I.5.1.8. Les substances destinées à réduire la contamination des aliments pour animaux par les mycotoxines (Capteurs de mycotoxines)

Substances permettant de supprimer ou de réduire l'absorption des mycotoxines, d'en favoriser l'excrétion ou d'en modifier le mode action (Synpa, 2014).

I.5.1.9. Les enzymes

Les enzymes, agissent sur les composants de la ration en améliorant la digestibilité des matières premières. Elles rendent davantage de nutriments accessibles à l'animal. En améliorant l'assimilation des aliments, les enzymes contribuent à une production animale respectueuse de l'environnement, en diminuant notamment les rejets de phosphore. Les enzymes appartiennent à deux catégories : Celles qui viennent renforcer les enzymes digestives déjà produites par l'animal (protéases et amylases chez les jeunes animaux) ; Celles, non synthétisées par l'animal, qui permettent la dégradation des constituants des matières premières non hydrolysées par les enzymes endogènes de l'animal et leur transformation en nutriments absorbables (phytases et xylanase) (Drogoul, 2014).

I.5.2. Les Additifs Sensoriels

I.5.2.1. Les colorants

Les pigments caroténoïdes et xanthophylles, naturels ou de synthèse, sont utilisés dans les aliments destinés aux volailles en raison de leur influence sur la couleur du jaune d'œuf ou des pattes et de la peau des poulets. Ces pigments interviennent également dans la coloration des saumons et des truites. Leur rôle va au-delà de la couleur, certains caroténoïdes sont convertis en vitamine A indispensable à la vision ou au système immunitaire. La canthaxantine, améliore la

fertilité des poules pondeuses et augmente les chances de survie de l'embryon, tandis que le bêta-carotène prépare les animaux à la reproduction. Quelques autres colorants sont autorisés dans des conditions très restrictives (Drogoul, 2004 ; Synpa, 2014).

I.5.2.2. Les substances aromatiques

C'est des substances extraites du monde végétal ou synthétisées ; qui, ajoutées à un aliment pour animaux, en augmentent l'odeur et la palatabilité.

I.5.2.3. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles, sont extraites des végétaux, elles ont des propriétés antimicrobiennes et antiseptiques. Elles stimulent également l'appétit, les sécrétions digestives et améliorent la digestion (Drogoul, 2004).

I.5.3. Les Additifs Nutritionnels

I.5.3.1. Vitamines, provitamines et substances à effet analogue chimiquement bien définies

Ces micronutriments de la famille sont des additifs nutritionnels essentiels à la vie. Ils jouent un rôle primordial dans les grandes fonctions de l'organisme. Compte-tenu de la variabilité des apports par les matières premières, une supplémentation en vitamines à chaque espèce et stade physiologique est nécessaire. Aujourd'hui, les nutritionnistes prennent en compte de plus en plus les bienfaits d'un apport optimal en vitamines pour la production d'aliments sains et nutritifs contribuant au bien-être animal (Synpa, 2014).

I.5.3.2. Les composés d'oligo-éléments

Les composés d'oligo-éléments, sont au nombre de 8 (fer, zinc, sélénium, iode, cobalt, cuivre, manganèse et molybdène) et apportés en très faibles quantités, ces minéraux « trace » interviennent dans un grand nombre de processus vitaux (immunité, stress oxydatif, reproduction, ossification,) (Rollin, 2002, cité par Boussair, 2016) (tableau 1).

Des études scientifiques, ont montré qu'il existerait une relation entre les carences en sélénium et en vitamine E et la prévalence des mammites. Les oligo-éléments existent classiquement sous forme minérale et sous forme organique souvent plus disponible pour l'animal, permettent ainsi une meilleure assimilation et moins de pertes (Synpa, 2014).

Ces composés d'oligo-éléments et les vitamines sont apportés sous forme

d'un Complément Minéralo-Vitaminé appelé CMV, qui représente une faible part dans l'alimentation des animaux mais est essentiel au bon fonctionnement de leur organisme. Les CMV se présentent généralement sous forme de poudre incorporée dans l'aliment ou de pierres à lécher (Normand et al., 2005).

Tableau 1 : Apports recommandés en oligo-éléments et seuils de carence et de toxicité (exprimés en mg/kg MS ration) chez la génisse laitière

Élément	Limite de carence	Apport recommandé	Limite de toxicité
Cuivre	7	10	30
Zinc (Zn)	45	50	250
Manganèse	45	50	1000
Sélénium	0,1	0,1	0,5
Iode	0,15	0,5	8
Cobalt	0,07	0,3	10
Molybdène	-	0,1	3

(Meschy, 2007).

I.5.3.3. Les acides aminés, leurs sels et produits analogues

Les acides aminés, sont les constituants des protéines, ils sont indispensables à la régénération cellulaire et à de nombreux processus biologiques. Il en existe plus de 20. Certains sont dits « essentiels » : l'animal ne peut pas les synthétiser. Pour répondre aux besoins nutritionnels des animaux, les fabricants d'aliments bénéficient d'une gamme d'acides aminés, classés comme additifs nutritionnels (exemple : Méthionine et Lysine). En outre, ils permettent de limiter les apports en protéines par les matières premières et ainsi de réduire l'excrétion d'azote (Synpa, 2014).

I.5.3.4. Urée et ses dérivés

C'est un nutriment azoté indispensable du métabolisme des protéines. Dans l'alimentation des animaux, l'azote est apporté sous forme protéique ou non protéique. L'urée est une des sources possibles d'azote non protéique qui vient en complément des protéines végétales. Les ruminants présentent la particularité de posséder une flore microbienne dans le rumen qui utilise l'urée comme source d'azote pour la synthèse de leurs protéines (muscle, lait). La transformation de l'urée en ammoniac et gaz carbonique s'effectue spontanément grâce à l'uréase, une enzyme spécifique

naturellement présente dans le rumen. Les micro-organismes du rumen utilisent ensuite cet ammoniac pour la synthèse de leurs protéines (Jouany, 1994).

I.5.4. Les Additifs Zootechniques

I.5.4.1. Additifs de croissance et prévention des maladies

a- Les antibiotiques

Un antimicrobien, est une substance d'origine naturelle fabriquée par des champignons, semi-synthétique ou synthétique qui, à faible concentration, tue ou inhibe la croissance de micro-organismes, mais n'affecte pas ou peu l'hôte, on parle alors d'effet bactéricide ou bactériostatique. Tous les antibiotiques sont bactériostatiques à faible dose et bactéricides à dose plus élevée. C'est l'écart entre leur concentration bactériostatique et bactéricide qui permet leur classification dans l'un ou l'autre des deux groupes (Jussiau et Papet, 2015).

Un antibiotique utilisé comme additif alimentaire est administré à faible dose dans l'alimentation animale tout au long de sa vie. Il peut avoir un effet préventif sur certaines infections bactériennes mais aussi modifier la composition de la microflore intestinale entraînant alors une meilleure assimilation des aliments par les animaux et une augmentation de leur vitesse de croissance assez relative. L'usage des antibiotiques dans l'aliment à titre d'additifs en vue d'améliorer la croissance a fait l'objet de nombreuses critiques. Ces antibiotiques régulateurs de flore ou promoteurs de croissance sont utilisés à des doses très faibles, non curatives et sont tous des agents chimiothérapeutiques mais jamais utilisés en médecine humaine pour limiter les risques de résistance aux molécules d'intérêt médical majeur (Sanders, 2005).

Depuis 2006, l'usage d'antibiotiques en vue d'améliorer la croissance et les performances des animaux, toutes espèces confondues, est formellement interdit dans l'Union européenne. Cet usage est en revanche toujours autorisé en Amérique du Nord et du Sud et en Asie (Trystram et al., 2012).

Les antibiotiques à usage vétérinaire sont retirés des aliments préalablement à l'abattage des animaux de façon à ne pas retrouver de résidus dans la viande, le temps de retrait variant d'un antibiotique à l'autre (Cloutier, 2015).

b- Les mécanismes d'acquisition de la résistance bactérienne

Toute utilisation d'antibiotique engendre un effet de sélection des bactéries résistantes et crée une pression favorable à leur développement. Ces bactéries vont persister, se multiplier et devenir prépondérantes (Trystram et al., 2012). Cette résistance, peut se manifester par voies différentes (figure 1) :

- Par modification de la cible de l'antibiotique. Ce changement peut porter sur la structure même de la cible ou sur le développement d'une voie métabolique alternative. Par exemple les bactéries peuvent opérer une mutation des gènes codant le ribosome, ce qui empêche l'antibiotique de le reconnaître.

La modification de la cible est une stratégie utilisée contre toutes les familles d'antibiotiques. Ce mécanisme est bien développé par les bactéries Gram négatif, qui grâce à des modifications dans les cibles primaires et secondaires parviennent à développer des hauts niveaux de résistance (Guérin-Faublée, 2010).

- Par inactivation enzymatique via la production d'enzymes détruisant ou modifiant l'antibiotique. Ce dernier ne peut plus se fixer sur sa cible (Guérin-Faublée, 2010).

- Par inaccessibilité de la cible. Il consiste en la diminution de la perméabilité membranaire. Cette modification peut passer par une mutation des gènes codant les porines membranaires. Ces dernières contrôlent les molécules passant la paroi. Elles constituent la porte d'entrée des antibiotiques. La modification des porines passe souvent par une réduction de leur taille empêchant ainsi le passage des antibiotiques (Guérin-Faublée, 2010).

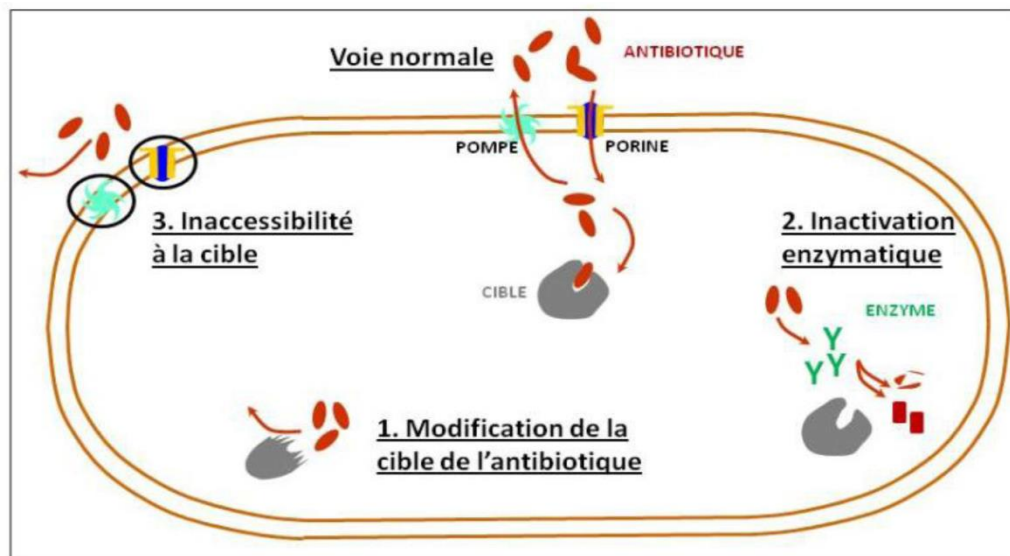


Figure 1 : Les mécanismes d'acquisition de la résistance bactérienne

(Millemann, 2010)

c- Alternatives aux antibiotiques

- **Les probiotiques**

Le terme probiotique, dérive des deux mots grecs 'pro' et 'bios' et signifie littéralement « en faveur de la vie » par opposition au terme antibiotique signifiant « contre la vie ». Ce terme a été proposé par Parker (1974), pour désigner les micro-organismes et substances microbiennes qui contribuent au maintien de l'équilibre de la microflore intestinale.

Les microorganismes administrés dans l'alimentation (figure 2) des animaux ont pour fonction d'améliorer la flore intestinale, soit en colonisant le tractus digestif, soit en entrant directement en compétition avec les bactéries pathogènes ou, encore, en détruisant ces dernières (Broadway et al., 2014).

Un probiotique ne peut pas remplacer efficacement un antibiotique lorsque l'infection s'est déclarée, mais certains de ces produits pourraient constituer une mesure prophylactique qui n'est pas négligeable. Certaines souches de bactéries lactiques peuvent directement inhiber une infection par une bactérie pathogène, tout en stimulant les défenses immunitaires de l'hôte, limitant ainsi le risque que le pathogène puisse développer une résistance au traitement (Nicolas et al., 2007).

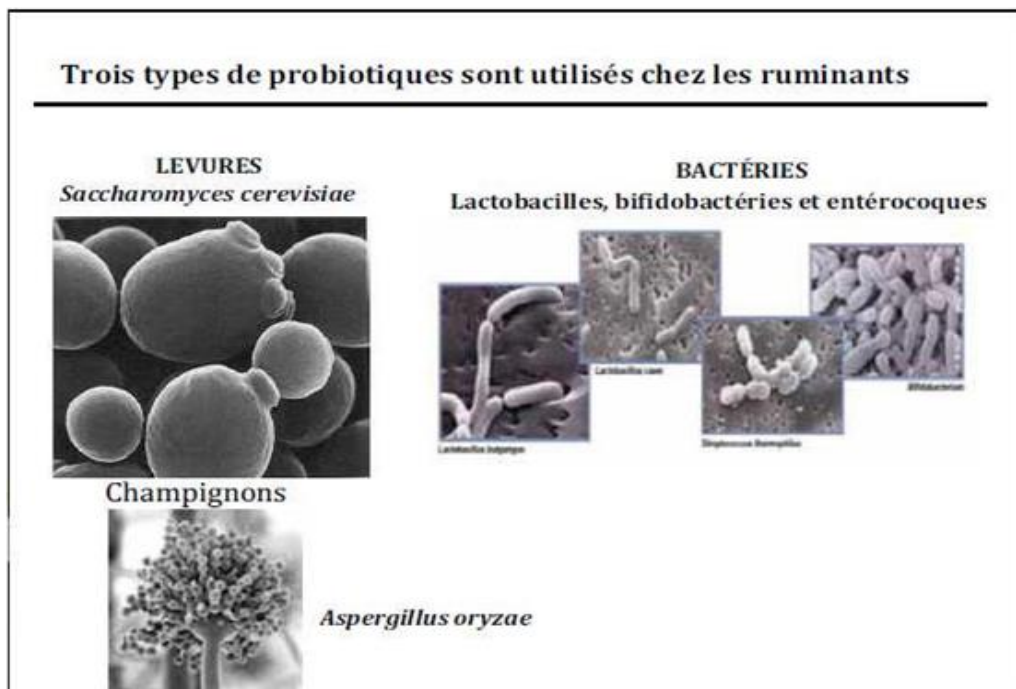


Figure 2 : les trois types de probiotiques utilisés chez les ruminants (Chiquette, 2010)

- **Les enzymes**

Selon une étude de Dierick et al. (2008), ce sont des améliorateurs de la digestibilité de certains constituants (polyosides...)

- **Les acidifiants (acides organiques)**

Ce sont des additifs utilisés dans l'alimentation animale pour leur effet antimicrobien prononcé. Bien que n'étant pas des antibiotiques, ils sont capables d'inhiber ou de bloquer la croissance et la prolifération des bactéries pathogènes ainsi que des champignons ou levures indésirables en abaissant le pH de l'estomac (Suryanarayana et al., 2012).

- **Les prébiotiques**

Ce sont des additifs alimentaires non digestibles qui exercent un effet bénéfique sur l'hôte en stimulant sélectivement la prolifération et/ou l'activité d'une ou d'un nombre limité de souches bactériennes dans l'intestin, améliorant ainsi la santé de l'hôte. Les fructo-oligosaccharides provenant de l'hydrolyse de l'inuline en sont un exemple (Nicolas, 2007). Par conséquent, un produit sera classé comme prébiotiques dès qu'il répond aux trois conditions suivantes (Fooks et Gibson, 2002, cités par Megheni et Hamrani, 2017)

- ✓ ni être hydrolysé, ni absorbé dans le tractus gastro-intestinal.
- ✓ être sélectif pour un nombre limité de bactéries endogènes.
- ✓ modifier la microflore intestinale en améliorant sa composition.

Tout ceci doit nécessairement induire une modification de la composition de la flore améliorant ainsi l'état de la santé de l'hôte.

- **Phytobiotiques**

Les préparations à base de plantes ou extraits de plantes, portent de nombreuses appellations commerciales incluant phytobiotiques ou phytogéniques. Elles sont généralement définies comme étant des parties de plantes ou leurs extraits incorporés à l'alimentation des animaux de rente afin d'améliorer leur productivité et les qualités des produits alimentaires issus de ces animaux (Windisch et al., 2008).

I.5.4.2. Améliorateurs de la digestibilité

Ils ne sont pas destinés à combler les besoins nutritionnels des animaux. Ce type d'additif a pour principale fonction de favoriser une meilleure assimilation des nutriments contenus dans les aliments. Ce type d'additif peut favoriser de

meilleures performances de croissance ou une meilleure santé digestive (Cloutier et al., 2015).

Les plus répandus sont les enzymes, on retrouve principalement :

- **Phytase** : hydrolyse les phytates favorisant la libération du phosphore de sorte qu'il puisse être absorbé par l'animal.
- **Enzymes** : dégradant les polysaccharides non amylacés (PNA) : Réduisent la viscosité du digestat améliorant ainsi la digestibilité des nutriments tels que l'énergie, les protéines et l'amidon
- **Protéase** : Augmente la digestibilité des protéines alimentaires par l'hydrolyse de certaines protéines et certains peptides (Slominski, 2011).

I.5.4.3. Stabilisateurs de la flore intestinale

Les additifs stabilisateurs de la flore intestinale, sont tout comme les améliorateurs de digestibilité, des additifs dits zootechniques puisqu'ils ne sont pas destinés à combler les besoins nutritionnels des animaux. Ces additifs sont davantage destinés à maintenir une bonne santé intestinale en limitant l'implantation des bactéries pathogènes ou en entrant en compétition avec ces dernières. Par conséquent, cette amélioration de la stabilité de la flore intestinale peut parfois entraîner de meilleures performances de croissance (Croisier et Croisier, 2012).

Ils regroupent donc toutes les substances qui ont un intérêt pour le bien être de l'animal, l'efficacité de son système digestif ou pour l'environnement. Parmi elles, certaines renforcent la digestibilité de l'aliment (améliorateurs de digestibilité comme certaines préparations enzymatiques), d'autres ont un effet bénéfique sur la flore intestinale (stabilisateurs de la flore intestinale comme certains ferments ou probiotiques). Font partie également de cette catégorie des substances à effet positif sur l'environnement, comme certains extraits de plantes qui interviennent sur la fermentation des déjections. Cela passe par les correcteurs d'acidité, minéraux, phytobiotiques, protéines fonctionnelles, microorganismes... (Cloutier et al., 2015).

I.5.5. Coccidiostatique ou Histomonostatique

Le groupe fonctionnel de la catégorie : coccidiostatiques et histomonostatiques selon le règlement (CE) 1831/2003.

Les coccidiostatiques et histomonostatiques, préviennent le développement des coccidioses. L'agent parasite, appelé coccidie, est un organisme présent dans l'environnement et dans le tube digestif de ces animaux quel que soit le mode d'élevage. Il détruit les cellules de l'intestin entraînant des troubles digestifs et des rejets au sol, à l'origine de la réinfestation des animaux. Les animaux sont atteints de diarrhées, ne se nourrissent plus et dépérissent. Incorporés à l'alimentation des animaux, les coccidiostatiques permettent de limiter le développement des coccidies, contribuant ainsi au développement d'animaux en bonne santé, à la préservation de leur bien-être et de l'environnement.

I.6. Utilisation des additifs

L'utilisation des additifs en alimentation animale est strictement contrôlée par des règlements (Haddad, 2009). L'utilisation d'additifs alimentaires n'est judicieuse que si elle soutient les objectifs de l'exploitation, respectivement, de l'intégration et améliore la rentabilité d'un système de production. Ils sont des substances ayant un effet favorable sur les aliments ainsi que sur les productions animales ; ils sont en particulier susceptibles d'améliorer l'efficacité des rations, d'abaisser les coûts de production et d'influencer les caractéristiques des produits animaux (Guillo, 2004 cité par Medjanah, 2014).

Le développement de l'utilisation des additifs est étroitement lié à l'industrialisation des productions animales caractérisée d'une part par une spécialisation de plus en plus poussée des ateliers de production et l'apparition d'une pathologie de groupe liée à la concentration des animaux, d'autre part par des contraintes économiques de plus en plus sévères imposant la recherche de performances zootechniques plus élevées. Les doses et les objectifs d'incorporation dans la ration sont définis par la législation européenne sur les additifs (Boka, 2006 cité par Medjanah, 2014).

I.7. Les conditions d'autorisation d'un additif alimentaire

D'après Couailler (2004), le demandeur doit prouver que l'additif pour lequel il a introduit une demande d'autorisation de mise sur le marché respecte certaines conditions, à savoir :

- L'additif doit avoir une influence favorable sur les caractéristiques des aliments auxquels il est incorporé ou sur la production animale.
- En aucun cas l'additif, ne doit avoir d'effet néfaste sur la santé animale, la santé humaine ou l'environnement.
- L'additif ne doit pas porter atteinte au consommateur par l'altération des caractéristiques spécifiques des produits d'origines animale.
- La présentation de l'additif ne doit pas introduire l'utilisateur en erreur. Le contrôle qualitatif et quantitatif de l'additif doit être possible à l'aide de méthodes fiables. L'homogénéité, la stabilité et la compatibilité avec les autres constituants de la ration doivent être garanties.

Chapitre II

Les plantes aromatiques et médicinales

II.1. Généralités

Les plantes, sont depuis toujours une source essentielle de médicaments. Aujourd'hui, encore une majorité de la population mondiale plus particulièrement dans les pays en voie de développement se soigne uniquement avec des remèdes traditionnels à base de plantes (Hostettman et al., 1998).

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme (Iserin, 2001).

Les plantes aromatiques et médicinales, ont connues ces dernières années un important regain d'intérêt et ce devant le recul des produits chimiques (BABA AISSA, 2000). La diversité de leur utilisation pharmacologique, cosmétique, fabrication de détergents, teinture et produits de massage a accru la demande, surtout en huiles essentielles.

II.2. Définitions

II.2.1. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales, sont des plantes dont les organes (feuilles, écorce, fruits...), possèdent des vertus curatives et parfois toxiques selon leurs dosage (Messaoudi, 2008).

Selon Iserin (1996), elles sont impliquées dans différents secteurs sous formes de principes actifs, des huiles, des extraits, des solutions aqueuses ou organiques ou même telles qu'elles sont.

Les plantes médicinales, ont au niveau de leurs organes, un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Ce sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (Omar et Mohammed El haykle, 1993).

II.2.2. Les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques, sont toutes les plantes capables de synthétiser une essence. Parmi les 800000 espèces végétales, seules 10% environ possèdent cette faculté. Selon les espèces, les organes sécréteurs d'essence peuvent se trouver dans les sommités fleuries, les graines, les fruits, les feuilles, les rhizomes, les racines, le bois, l'écorce ou encore l'oléorésine (El Abed et Kambouche, 2003).

II.2.3. Les principes actifs des plantes médicinales

Les principes actifs, sont des substances chimiques se trouvant dans la plante médicinale agissant de façon isolée ou en association pour une action thérapeutique. Une plante médicinale peut contenir des centaines, voire des milliers de principes actifs différents. Cependant toutes les plantes ne contiennent pas le même type d'actifs, et c'est la raison pour laquelle on ne produit pas le même type d'extrait à partir de toutes les plantes. La concentration en principes actifs d'une plante varie en fonction de l'âge de la plante, de la saison, du climat et de l'environnement en général. C'est pour cela qu'il est important de bien connaître le meilleur moment de l'année, et même du jour pour cueillir la plante (Vebrois et Eyrolles, 2015).

II.2.4. Métabolites secondaires des plantes médicinales

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » biosynthétisés à partir de métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides et les lipides. Ces composés diffèrent en fonction des espèces. Ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations, ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires (Krief, 2003).

Ces molécules, marquent de manière originale, une espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique. Ils constituent un groupe de produits naturels qu'il convient d'explorer pour des propriétés anti oxydantes, antimicrobiennes, anti inflammatoires et anticancéreuses (Epifano et al., 2007).

II.3. Recherche des principes actifs

L'identification des constituants d'une plante médicinale est nécessaire non seulement pour comprendre le mécanisme d'action du principe actif, mais aussi parce que la modification chimique de ce dernier peut déboucher sur d'autres applications thérapeutiques. La principale voie de recherche passe donc par l'isolement du principe actif, par la détermination de sa structure, suivie des modifications de sa structure et sa préparation par voie de synthèse ou d'hémi-synthèse à partir de matières premières facilement accessibles (Hostettmann, 1997)

La démarche suivie est résumée dans la figure 03.

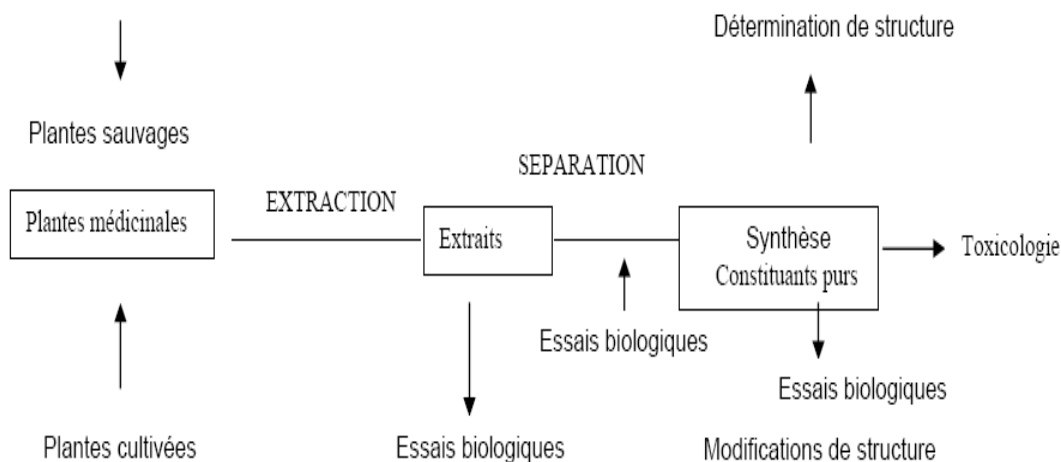


Figure 3 : Voies d'extraction de la plante et ses constituants actifs
(Hostettmann, 1997).

Le chemin qui mène de la plante à ses constituants purs est très long. Il s'agit d'un travail qui peut durer de plusieurs semaines à plusieurs années, il comprend les étapes suivantes :

- Identification correcte de la plante par des botanistes.
- Récolte et séchage de la plante. Des précautions doivent être prises pour éviter la formation d'artefacts.
- Préparation des extraits en utilisant différents solvants.
- Fractionnement des extraits à l'aide de diverses techniques de chromatographie préparatoire (chromatographie sur colonne, chromatographie de partage centrifuge, chromatographie contre courant ...).
- Vérification de la pureté du produit isolé (Hostettmann, 1997).

II.4. Les éléments actifs des plantes

Les effets de certaines plantes sont bien connus. La camomille allemande, par exemple est utilisée depuis des milliers d'années contre les troubles digestifs. L'aloès était déjà connu du temps de Cléopâtre, où il servait à adoucir la peau. Or, ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme (Iserin, 2001).

II.4.1. Les Phénols

Il existe une très grande variété de phénols. Ce sont des alcools aromatiques qui proviennent des végétaux. Utilisées pour leurs propriétés anti infectieuses et antiparasitaires, on retrouve par exemple le thymol du thym (figure 4). Toutefois, les phénols sont potentiellement toxiques (toxicité hépatique, dermo- causticité...), il faut donc être vigilant lors de leur emploi (Heitz , 2017).



Figure 04 : Le thym (*Thymus vulgaris*)

(<https://www.agriculture-afrique.com/thym/>)

II.4.2. Les Flavonoïdes

Présents dans la plupart des plantes, ce sont des pigments poly phénoliques qui contribuent, entre autres, à colorer les fleurs et les fruits en jaune ou en blanc . Ils ont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales (Iserin, 2001). Les principales propriétés des flavonoïdes sont veinotoniques, protectrices des vaisseaux, anticholestérol ou antioxydants. Il existe des milliers de flavonoïdes identifiés : Quercétine, Acide chlorogénique (Verbois et Eyrolles, 2015).

II.4.3. Les Tanins

Ce sont des composés complexes pouvant être solubles dans l'eau ou l'alcool, présents en quantité importante dans de nombreuses plantes médicinales et sont souvent très amers. On distingue parfois les tanins hydrosolubles des tanins condensés. On peut trouver des tanins principalement dans les cortex, racines, fruits ou feuilles. Ils ont des propriétés surtout astringentes. Ils sont principalement utilisés en usage externe en particulier contre des blessures, plaies ou hémorroïdes.

En usage interne on les utilise aussi contre la diarrhée et la gastro-entérite. Les tanins présentent aussi des propriétés antioxydantes, antibactériennes et parfois calmantes. Ils présentent également une activité hémostatique. Par ailleurs, ils peuvent diminuer la perméabilité des globules rouges, notamment dans l'hémolyse intravasculaire. Exemple de plantes médicinales comprenant des tanins : vigne, cyprès, fraisier (Verbois et Eyrolles, 2015).

II.4.4. Les Saponines

Principaux constituants de nombreuses plantes médicinales, les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les triterpénoïdes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (œstrogènes, cortisone) et de nombreuses plantes qui en contiennent ont un effet sur l'activité hormonale. L'igname sauvage, contient des saponines stéroïdes à partir desquels, on synthétise la pilule contraceptive. Les saponines triterpénoïdes, ont une activité hormonale moindre. Elles sont souvent expectorantes et facilitent l'absorption des aliments (Iserin, 2001).

II.4.5. Les Coumarines

Les coumarines de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses (Iserin, 2001). Ces substances ont surtout des actions veinotoniques et vasoconstrictrices mais ont aussi des effets contre les troubles digestifs comme les maux de ventre. Le mélilot et la lavande (figure 5) contiennent des coumarines (Verbois et Eyrolles, 2015).



Figure 05 : Lavande (*Lavandula angustifolia*)

(<https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/lavande.htm>)

II.4.6. Les Alcaloïdes

Ces substances comprennent un composé organique azoté (N). La toxicité d'une plante est toujours signée par les alcaloïdes car le corps ne métabolise pas l'azote, il l'expulse immédiatement. Ce sont des principes amers, apéritifs, et qui ont une action directe sur le système nerveux. Les alcaloïdes peuvent représenter des structures complexes. Ces substances sont souvent toxiques ou dangereuses pour l'organisme, surtout à forte dose. Il faudra donc les utiliser sous strict contrôle médical et à un dosage très faible. Les alcaloïdes peuvent avoir de précieuses propriétés en pharmacologie : anti-cancéreuses, antiparasitaires,... comme plantes médicinales comprenant des alcaloïdes : La belladone (figure 6), jusquiame noire, petite pervenche (Verbois et Eyrolles, 2015).



Figure 06 : La belladone (*Atropa belladonna*)

(Source : **La belladone – Agroneo**)

II.4.7. Les Anthocyanes

Les anthocyanes, sont issus de l'hydrolyse des anthocyanides (flavonoïdes proches des flavones), qui donnent aux fleurs et aux fruits leurs teintes bleue, rouge ou pourpre. Ces puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libres. Ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du cœur, des mains, des pieds et des yeux. La mûre sauvage, la vigne rouge et l'aubépine (figure 7) en contiennent toutes des quantités appréciables (Iserin, 2001).



Figure 07 : L'aubépine

[\(https://www.total-sante.com/les-bienfaits-de-laubepine-pour-notre-sante/amp/\)](https://www.total-sante.com/les-bienfaits-de-laubepine-pour-notre-sante/amp/)

II.4.8. Les Huiles essentielles

Il s'agit de substances complexes et très riches en principes actifs. Les huiles essentielles sont des composés très volatiles, comme dans les vapeurs d'eau (Verbois et Eyrolles, 2015).

Selon la pharmacopée européenne (2011), une HE est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

En pratique, il est possible d'obtenir une HE à partir de la plante entière ou bien à partir de certaines parties de la plante telle les fleurs, bourgeons, grains, feuilles, bois, écorce, fruits, racines, tiges et brindilles (Brenes et Roura, 2010).

Dans le domaine des productions animales, les HE sont principalement utilisées pour améliorer les performances zootechniques (vitesse de croissance, Indice de Consommation, niveau de l'ingéré, digestibilité des aliments, statut sanitaire des animaux) (Brenes et Roura, 2010).

De manière plus générale, les propriétés des HE identifiées jusqu'à présent, sont extrêmement variées, au premier rang desquelles on citera les propriétés antibactériennes (Demir et al., 2005) et antioxydantes (Botsoglou et al., 2003), les

effets de stimulation du tractus digestif (Jang et al., 2007), les propriétés antivirales (Giannenas et al., 2003), antimycosiques (Soto Mendivil et al., 2006), antiparasitaires (Pandey et al., 2000), hypolipémiantes (Konjufca et al., 1997), inhibitrices d'odeurs (Smith et al., 2009) et insecticides (Konstantopoulou et al., 1992).

II.4.9. Les Polysaccharides

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées ensemble que l'on trouve dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages « visqueux » et les gommés, présents dans les racines, les feuilles et les graines. Le mucilage et la gomme absorbent de grandes quantités d'eau, produisant une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés (Iserin, 2001).

II.4.10. Les Anthraquinones

Ce sont les principaux constituants des plantes comme le séné (figure 8) et la rhubarbe de Chine qui, toutes deux, agissent sur la constipation. Elles ont un effet irritant et laxatif sur le gros intestin, provoquant des contractions des parois intestinales et stimulent l'évacuation environ dix heures après la prise. Elles rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal (Iserin, 2001).



Figure 08 : La séné (*Senna alexandrina*)

(<https://digestion.ooreka.fr/astuce/voir/413653/sene>)

II.4.11. Les Glucosinolates

Similaires aux glycosides, avec un noyau aglycone dérivé d'un acide aminé contenant souvent du soufre. Ces molécules sont utilisées par exemple pour réduire la formation de métabolites carcinogènes par le foie, ou pour

leur action émétique lors d'intoxication orale (Heitz, 2017).

Présents uniquement dans les espèces de la famille des crucifères, les glucosinolates provoquent un effet irritant sur la peau, causant inflammation et ampoule. Appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, ils augmentent le flux sanguin dans la zone irritée, favorisant ainsi l'évacuation des toxines. Lorsqu'on les ingère, les glucosinolates se désagrègent et produisent un goût très prononcé. Le radis et le cresson de Fontaine sont des plantes à glucosinolates typiques (Iserin, 2001).

II.4.12. Les Glucosides cardiaques

Présents dans de nombreuses plantes médicinales, telles que les digitales laineuses et pourpréses et le muguet, les glucosides cardiaques comme la digitoxine et la convallotoxine sont des médicaments irremplaçables du cœur. Ils sont extrêmement efficaces d'où la nécessité d'un dosage précis. Ces glucosides sont également diurétiques. Ils contribuent, à transférer les liquides des tissus et du système circulatoire vers les conduits urinaires (Verdrager, 1978).

II.4.13. Les Glucosides cyanogéniques

Bien que ces substances soient à base de cyanure, un poison très violent, elles ont, prises à petites doses, un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscles. L'écorce du cerisier sauvage et les feuilles du sureau noir, qui en contiennent toute deux, permettent de supprimer ou de calmer les toux sèches et irritantes. De nombreux noyaux de fruits (exemple ceux de l'abricotier) contiennent de fortes quantités de glucosides cyanogéniques (Iserin, 2001).

II.4.14. Les Substances amères

Les substances amères présentent, comme leur nom l'indique, un goût amer. En phytothérapie, elles sont surtout utilisées sous forme d'extrait alcoolique. Les substances amères ont principalement des propriétés digestives en stimulant le suc gastrique. L'absinthe (figure 9) et la gentiane jaune sont des exemples de plantes médicinales comprenant des substances amères (Verbois et Eyrolles, 2015).



Figure 09 : L'absinthe (*Artemisia absinthium*)

(<https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/absinthe.htm>)

Elles forment un groupe très diversifié de composants dont le point commun est l'amertume de leur goût. Cette amertume stimule les sécrétions, augmente l'appétit et améliore la digestion. Avec une digestion et l'absorption des éléments nutritifs adaptés, le corps est mieux nourri et entretenu (Iserin, 2001).

II.4.15. Les Saponosides

Le mot saponoside provient du savon et a donc des propriétés émulsionnantes et détergentes. Ils donnent à la plante des propriétés purifiante et adoucissante. Ces substances ont à la fois un côté hydrophile et hydrophobe. Grands nettoyeurs des reins et des bronches, ils agissent de façon puissante dans le processus vasculaire. Ils ont de plus une action lipolytique, c'est-à-dire qu'ils mangent la graisse, ils aident ainsi l'organisme à résorber les tumeurs graisseuses. Ils sont tout à fait capables de dégrader les cellules tumorales. Cicatrisants notamment au niveau des plaies cutanées, ils sont à la fois anti-inflammatoires et hémolytiques. D'un point de vue pharmacologique les saponosides ont des propriétés antitussives et anti-inflammatoires. Certaines plantes médicinales contenant des saponosides comme le petit houx sont utilisées pour soigner les hémorroïdes. Le réglisse (figure 10), marronnier d'Inde, petit houx sont des exemples de plantes médicinales comprenant des saponosides (Verbois et Eyrolles, 2015).



Figure 10 : Le réglisse (*Glycyrrhiza glabra*)

(<https://www.gerbeaud.com/sante/reglisse-proprietes,1319.html>)

II.4.16. Les minéraux

De nombreuses plantes médicinales, sont très riches en minéraux. Les plantes, notamment celles issues de l'agriculture biologique, tirent les minéraux du sol et les transforment en une structure aisément assimilable par l'organisme. Dans de nombreux cas, les minéraux contenus dans une plante, participent à l'activité thérapeutique dans l'organisme. Le pissenlit est un puissant diurétique, effet dû à sa concentration en potassium alors que la prêle, grâce à sa forte teneur en silice, est efficace contre l'arthrite ; ils contribuent à réparer le tissu conjonctif (Iserin, 2001).

a. Calcium : 1% du calcium absorbé par l'organisme est directement impliqué dans le fonctionnement des cellules. Il régule le système nerveux, conforte les contractions du muscle cardiaque et concrétise l'absorption du fer au sein du métabolisme ainsi que celle de la vitamine B12. Il possède une action essentielle dans la croissance des os et des dents ainsi que dans la coagulation sanguine et le fonctionnement des muscles. Il se trouve déséquilibré par un excès de phosphore, le manque de magnésium, le stress, les troubles intestinaux ou un régime hyperprotidique (Verbois et Eyrolles, 2015).

b. Chlore: il est l'un des composants des sucs gastriques sécrétés par les parois de l'intestin. Il agit en étroite corrélation avec le potassium et le sodium et présente une action dans la digestion. Il maintient l'équilibre osmotique dans notre organisme

et a un rôle important dans le métabolisme de l'eau. En cas d'excès, il s'élimine facilement dans les urines (Verbois et Eyrolles, 2015).

c. Magnésium : il équilibre les échanges cellulaires, notamment ceux des cellules nerveuses. C'est un régulateur important des contractions du myocarde. C'est également un bon décontractant musculaire ; en excès, il inverse sa fonction. Il permet la fixation du calcium et du phosphore (Verbois et Eyrolles, 2015).

d. Phosphore : il favorise la formation du squelette, solidifiant os et dents. Il est producteur d'énergie et agit sur l'état mental. C'est l'un des constituants de la lécithine et il est indispensable au fonctionnement des neurones. L'excédent de magnésium, d'aluminium et de sucre l'altère. La vitamine D, le calcium et le manganèse peuvent le rééquilibrer (Verbois et Eyrolles, 2015).

e. Potassium : il permet la constitution des tissus et régule la teneur en eau de nos cellules. Il active l'élimination rénale des toxines et a une action diurétique importante. Il prévient et traite les crampes musculaires. Il est détruit par les diurétiques et les laxatifs (Verbois et Eyrolles, 2015).

f. Sodium : il permet l'équilibre des liquides en osmose dans le corps : il maintient la pression osmotique à l'extérieur des cellules. En excès dans l'organisme, il favorise l'hypertension artérielle ainsi que la cellulite, car il retient les liquides (Verbois et Eyrolles, 2015).

II.4.17. Les Vitamines

Les vitamines, sont des substances sans valeur énergétique, mais ayant une action indispensable au bon fonctionnement de l'organisme. Les vitamines sont normalement apportées par les aliments et se trouvent en quantité suffisante dans un régime équilibré. Leur carence entraîne des troubles graves, des maladies tels le scorbut, le béribéri et la xérophtalmie (Verdrager, 1978).

II.5. Les avantages des plantes médicinales

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable : c'est l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement (Decaux, 2002).

Contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme (Pinto et al., 2003 ; Salueiro et al., 2003).

II.6. Les inconvénients des plantes médicinales

Certaines plantes sont inoffensives, mais d'autre, comme de nombreuses espèces (digitale, belladone, colchique, etc...), sont toxiques et ne sont utilisées que sous des formes bien contrôlées, exclusivement commercialisées en pharmacie. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans la nature peut aboutir à des intoxications graves et mortelles (Williamson, 2001)

Chapitre III

Les Phytobiotiques

III.1. Généralités

Les produits végétaux sont utilisés depuis des siècles par les humains comme nourriture et pour traiter les maladies. Les médicaments naturels, provenant d'herbes et d'épices ont également été utilisés comme additifs alimentaires pour les animaux d'élevage dans les cultures anciennes pendant la même durée. Pour se différencier des produits végétaux utilisés à des fins vétérinaires (prophylaxie et traitement des problèmes de santé), les phytobiotiques ont été redéfinis par Windisch et Kroismayr (2006) en tant que produits d'origine végétale ajoutés à l'alimentation afin d'améliorer les performances du bétail. Le mécanisme d'action de ces additifs n'est pas complètement clair.

Certains extraits de plantes influencent la digestion et la sécrétion des enzymes digestives et en plus, ils présentent des propriétés antibactériennes, antivirales et antioxydantes (Cross et al., 2007). L'activité antimicrobienne et le renforcement immunitaire sont probablement les deux principaux mécanismes par lesquels les phytobiotiques exercent des effets positifs sur les performances de croissance et la santé des animaux. Les composés phytochimiques des phytobiotiques sont bien connus pour leur capacité antimicrobienne (Cowan, 1999).

III.2. Définition

Les phytobiotiques ou phytogéniques, sont des produits dérivés des plantes qui, lorsqu'ajoutés à l'alimentation des animaux, montrent des effets positifs sur la santé digestive et sur les performances de croissance (Jacela et al., 2010 ; Fallah et al., 2013).

Généralement, les phytobiotiques regroupent les herbes, les épices, ainsi que les huiles essentielles et les oléorésines, correspondant respectivement aux extraits aqueux et non aqueux, de composés volatils odorants (Windisch et al., 2008). La plupart des molécules bioactives de ces produits végétaux leur confèrent un goût ou une odeur prononcée. Elles font partie du grand groupe des métabolites secondaires des plantes (Bakkali et al., 2008; Schwab et al., 2008).

III.3. Classification des Phytobiotiques

Ils sont classés, selon Windisch et Kroismayr (2006), cités par Hashemi et Davoodi (2010), en fonction de :

- La partie utilisée : plante entière, racine, tige, écorce, feuille, fleur, fruit et graine.
- Du type de la plante : graminées, carex, herbes, arbustes, plantes grimpantes et arbres.
- De l'habitat : tropical, subtropical .
- De la valeur thérapeutique : antibactérienne, antifongique, anti-inflammatoire, antiulcéreuse, antioxydante, antivirale, anticancéreuse, immuni stimulateur, etc... .
- Et des voies d'administration : teinture, décoction, macération, sirop, inhalation et tisanes.

III.4. Les produits phytogéniques

La phytogénie, comprend une large gamme de substances et a donc été classée en fonction de son origine botanique, de son traitement et de sa composition. Les additifs alimentaires phytogéniques comprennent selon Windisch et al. (2008) :

- **Les herbes**, qui sont des plantes à fleurs non ligneuses connues pour leurs propriétés médicinales.
- **Les épices**, qui sont des herbes à l'odeur ou au goût intense, couramment ajoutées à la nourriture humaine
- **Les huiles essentielles**, qui sont des liquides huileux aromatiques dérivés de matières végétales telles que les fleurs, les feuilles, les fruits et les racines
- **Les oléorésines**, qui sont des extraits dérivés de solvants non aqueux à partir de matières végétales.

III.5. Propriétés des Phytobiotiques

III.5.1. Augmentation de la consommation alimentaire

L'effet stimulant des phytogéniques sur la consommation alimentaire est dû à l'amélioration alléguée de l'appétence du régime alimentaire résultant de l'amélioration de la saveur et de l'odeur, en particulier avec l'utilisation d'huiles essentielles (Kroismayr et al., 2006). Dans certaines études sur les additifs alimentaires phytogéniques, l'augmentation de l'apport alimentaire s'est avérée être influencée par l'antibiotique ajouté dans le régime (Windisch et al., 2008). D'autres études ont rapporté une diminution de la consommation alimentaire avec des niveaux d'inclusion croissants de la substance phytogénique utilisée (Jugl-Chizzola et al., 2005 ; Schone et al., 2006).

L'augmentation de l'appétence des régimes associés à l'ajout de phytogéniques peut également être due à leurs effets anti-oxydants, qui pourraient contribuer à préserver les qualités organoleptiques souhaitées du régime (Frankic et al., 2009).

III.5.2. Propriétés antibactériennes

Un effet inhibiteur de la croissance bactérienne a été montré *in vitro* pour de nombreux phytobiotiques. L'intensité de l'effet dépend à la fois de la bactérie ciblée, du phytobiotique utilisé et de la dose d'application. De nombreux mécanismes détaillés plus loin pourraient entrer en jeu, selon la structure et les propriétés chimiques de la molécule utilisée. (Cowan, 1999 ; Ceylan et Fung, 2004 ; Wink, 2008).

Les propriétés antibactériennes des métabolites secondaires pourraient également contribuer à améliorer l'hygiène de l'aliment donné aux animaux, réduisant les risques de contamination de ceux-ci par des pathogènes présents dans l'aliment, ce qui entraînerait un effet bénéfique indirect sur leur croissance (Windisch et al., 2008).

III.5.3. Propriétés anti-oxydantes

Les propriétés anti-oxydantes des métabolites secondaires présentent un intérêt dans la conservation des aliments destinés aux animaux (Brenes et Roura, 2010). Elles pourraient également permettre d'améliorer le statut oxydant des animaux qui a un impact à la fois sur leur santé et la qualité de leur viande (Brenes et Roura, 2010). Les processus métaboliques conduisant à la production de radicaux libres, et donc à une dégradation du statut antioxydant, sont amplifiés en condition de stress.

III.5.4. Propriétés de stimulation de la digestion

De nombreux produits végétaux sont reconnus pour leurs actions bénéfiques sur la digestion. Des travaux ont pu mettre en évidence chez plusieurs espèces animales une stimulation des sécrétions gastriques et biliaires lors de l'ingestion de certains phytobiotiques. Les enzymes pancréatiques et les enzymes intestinales telles que la lipase, l'amylase, la trypsine, la chymotrypsine, la sucrase, la lactase ou la maltase peuvent par exemple être stimulées, ces actions dépendant de l'extrait de plante utilisé. Par exemple, chez le rat, le curcuma stimule les enzymes digestives alors que la menthe a un effet globalement inhibiteur (Platel et Srinivasan, 2004).

III.5.5. Propriétés anti-inflammatoires et immuno- modulatrices

L'utilisation d'anti-inflammatoires pourrait jouer un effet sur l'utilisation des nutriments par l'hôte. En effet, une réaction inflammatoire a un coût énergétique pour l'animal, au détriment de sa croissance (Humphrey et Klasing, 2004). Il a été suggéré que le mode d'action des AFC (antibiotiques facteurs de croissance) soit lié à leurs propriétés anti-inflammatoires. De nombreuses études ayant montré que certains secondaires sont des propriétés anti-inflammatoires et immuno modulatrices (Spelman et al., 2006). Les phytobiotiques sont de bon candidats pour le développement d'alternatives aux AFC.

III.6. Différence entre les Antibiotiques et les Phytobiotiques

L'effet bénéfique des phytobiotiques sur la croissance des animaux apparaît plus variable que l'effet des AFC (modification de l'efficacité alimentaire de -3 à +13% par les phytobiotiques contre +3 à +5% avec les AFC). Cette variabilité est en partie liée aux variations de compositions des phytobiotiques utilisés en termes de produits actifs, ceux-ci étant rarement précisés dans les différentes études. Le manque de connaissance des conditions précises d'utilisation dans lesquelles ces composés sont efficaces pourrait également contribuer à expliquer ces différences d'efficacité. En particulier, la nature et la quantité des composés utilisés, mais également, la génétique des animaux, la composition des aliments et les conditions d'élevage utilisées dans les différentes études pourraient expliquer la grande variabilité de résultats rapportés concernant l'efficacité des phytobiotiques comme facteurs de croissance (tableau 2). En effet, dans le cas des AFC, la génétique des animaux et les conditions d'élevage modulent leur efficacité (Pietrzak et al., 2006 ; Ravindran et al., 2006). Il est donc possible que de tels facteurs modulent également l'efficacité des phytobiotiques comme cela a pu être montré pour d'autres alternatives aux AFC (Orban et al., 1997).

Tableau 2 : différences entre les antibiotiques et les phytobiotiques :

	Antibiotiques	Phytobiotiques
Origine	Synthétique	Naturel
Efficacité	Constante	Variable
Action	Rapide	Graduelle
Mode d'action fiable	In vitro / In vivo	In vitro / pas toujours in vivo
Activité	Spécifique	Multifactorielle
Approche	Ciblée	Globale
Indication	Aigue et chronique	Chronique
Sureté	Toxique à certaines doses	Généralement considérés surs

(Giannenas et Kyriazakis, 2009)

III.7. Facteurs de variation de l'efficacité des phytobiotiques

L'efficacité des phytobiotiques est très variable d'une étude à l'autre. Cette variabilité s'explique en partie par une grande variabilité des conditions d'étude en termes de produits testés, animaux utilisés, régimes administrés ou conditions d'élevage appliquées. Or ces différents paramètres peuvent avoir une influence sur l'efficacité des phytobiotiques (Guardia, 2011).

III.7.1. Les phytobiotiques et leur mode de présentation

L'origine du phytobiotique peut contribuer à expliquer cette variabilité. En effet la nature et la concentration des principes actifs présents dans une plante sont fortement soumises à sa génétique et à son environnement. Cela peut contribuer à expliquer pourquoi avec des produits végétaux (broyats, huiles essentielles), issus de la même plante et administrés à la même dose, des résultats différents peuvent être observés. De plus le mode de préparation des phytobiotiques, broyats ou extraits, intervient sur la composition du produit et module son efficacité (Cross et al., 2007). Dans le cas des extraits de plantes, la méthode d'extraction des phytobiotiques intervient également en jouant sur leur composition ainsi que sur leur efficacité in vitro et probablement in vivo (Baydar et al., 2003).

La dose d'administration du phytobiotique joue également un rôle variable dans son efficacité. Ainsi, selon les phytobiotiques, il a été observé une efficacité

décroissante avec l'augmentation de la dose, ou une efficacité croissante avec l'augmentation de la dose (Güler et al., 2005 ; Goñi et al., 2007 ; Ghazalah et Ali, 2008). Dans certains cas, cet effet dose est accompagné d'un effet seuil au-dessus duquel on observe un effet négatif.

III.7.2. L'animal

De la même façon que l'efficacité des AFC dépend de la génétique des animaux (Nordskog et Johnson, 1953 ; Pietrzak et al., 2006), il est possible qu'il en soit de même pour les phytobiotiques, bien qu'aucune étude sur le sujet n'ait été publiée (Guardia, 2011).

III.7.3. L'aliment

La composition de l'aliment ou la présence d'autres additifs peut avoir une influence sur l'efficacité des phytobiotiques. Ainsi, Jamroz et al. (2005), ont montré que l'utilisation d'un mélange d'extrait végétaux contenant du carvacrol, du cinnamaldéhyde et de la capsaïcine est plus efficace chez des animaux nourris avec un régime à base de maïs qu'avec un régime à base de blé et d'orge. De même Amehra et al. (2011), ont montré une interaction entre l'administration d'huiles essentielles et forme de distribution du blé sur le gain de poids des animaux. Cela pourrait venir des interactions entre phytobiotiques et matrice alimentaire.

Concernant la présence d'autres facteurs de croissance dans l'aliment, il a été observé que l'utilisation d'un mélange d'enzymes peut renforcer l'efficacité de l'huile essentielle d'origan (Malayoglu et al., 2010). De même, les huiles essentielles ont des effets synergiques avec les acides organiques sur la santé et les performances des animaux (Peris et Asensio, 2002). Ceci permet de réduire le taux d'incorporation de ces huiles dont les doses efficaces sont relativement élevées, et donc de réduire le coût.

III.7.4 Conditions d'élevage

Une plus grande efficacité des AFC et d'autre types de facteurs de croissance a été montrée dans des conditions d'élevage dégradées ou de plus forte pression sanitaire (Lillie et al., 1953 ; Orban et al., 1997 ; Postollec et al., 2007). Le même phénomène pourrait avoir lieu avec les phytobiotiques comme le suggère l'observation d'une plus grande efficacité d'un extrait végétal en présence de coccidies (Allen et al., 1997 ; Lee et al., 2004).

Chapitre IV : Utilisation des phytobiotiques en alimentation animale

IV.1. Généralités

L'introduction de l'utilisation de phytobiotiques en alimentation animale a été effectuée en combinant des observations issues de la phytothérapie 'traditionnelle' particulièrement importantes dans certaines régions du monde (Chine, Afrique, Amérique du sud, ...), et la phytothérapie 'rationnelle' basée sur des observations scientifiques (Guardia, 2011).

L'utilisation de phytobiotiques en alimentation animale ne peut être envisagée que dans le cas de produits dont le coût n'engendre pas une hausse trop importante du prix de l'aliment. C'est par exemple le cas de phytobiotiques qui sont le sous-produit d'autres productions (Guardia, 2011).

Les propriétés thérapeutiques de ces additifs sont connues depuis longtemps (Rochfort et al., 2008). Les huiles essentielles (HE) et les épices, ont été utilisés depuis des millénaires par les premiers Égyptiens et depuis des siècles dans des pays asiatiques tels que la Chine et l'Inde reconnue comme la terre des épices là où les médicaments d'origine végétale constituent une part prépondérante des médecines Hindoue et Unani et les pouvoirs curatifs de certaines herbes sont bien connus (Bakshi et Wadhwa, 2012 ; Zeweil et al., 2016).

Il faut souligner que, les caractéristiques médicinales des phytobiotiques sont attribuées aux métabolites secondaires synthétisées par l'organisme végétal. Ce sont des composés chimiques biologiquement actifs tels que les phénols, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les éthers, les hydrocarbures, les polyamines, et les composés sulfuriques qui agissent comme un système de défense naturel des plantes hôtes, qui ont déjà été utilisés historiquement en tant que produits pharmaceutiques, que produits parfums et composés aromatisants (Molina et al., 1991 ; Cowan, 1999 ; Kamra et al., 2006 ; Tajkarimi et al., 2010 ; Bakshiet al., 2012 ; Meale et al., 2012).

IV.2. Effet des phytobiotiques sur les performances zootechniques

IV.2.1. Effet sur les paramètres de croissance

IV.2.1.1. Chez les ovins

Chaves et al. (2008), trouvent que l'utilisation de Cinna aldéhyde et l'huile essentielle de la baie de genévrier (*Juniperus* sp.) à raison de (200mg/kg de MS) dans l'alimentation des agneaux en croissance améliore leurs performances de croissance. Ils révèlent que le gain moyen quotidien (GMQ) est significativement plus élevé (+15%, +17%) pour les deux chez les animaux recevant les additifs respectivement en

comparaison avec ceux du témoin, bien que la matière sèche volontairement ingérée (MSVI) n'a pas été modifiée, et que l'indice de consommation (IC) s'est numériquement amélioré (-9,4% ; -11,3%) dans les groupes expérimentaux respectivement par rapport au témoin.

De même, EL-Ghousein, (2010), rapporte une amélioration des performances de croissance des agneaux nés de mères additionnées de fleurs de camomille (*Chamaemelum nobile*) et des grains de nigelle à raison de (2g/tête/jr). Ils évoquent que le poids à la naissance ne diffère pas entre les groupes, bien que le GMQ est plus élevé chez les agneaux des mères supplémentés, soit une différence significative de +40% par rapport aux agneaux des mères non-supplémentées, et que le poids au sevrage est également meilleur chez ceux descendants des mères supplémentées avec une différence significative de l'ordre de +29% en comparaison avec ceux du témoin, ceci est expliqué par l'amélioration de la qualité du lait des mères supplémentées surtout en matières protéiques.

IV.2.1.2. Chez les caprins

Shokrollahi et al. (2016), rapportent que la supplémentation du lait des chevreaux avec l'extrait aqueux de l'ail (250 mg/kg du poids vif) durant 42 jours améliore considérablement leur croissance. Ils révèlent que le GMQ est numériquement plus élevé dans le groupe expérimental bien que la différence soit significative en dernière semaine (+132%) plus élevé par rapport au témoin. Ils indiquent également que le gain total du poids est globalement meilleur dans le groupe expérimental avec une différence de +71% ($p < 0,01$) par rapport aux agneaux du groupe témoin.

Okali-Usur, (2019), trouve un résultat concordant, il révèle que l'ajout de l'argile (3%) et de thym (3%) ainsi que leur combinaison (1,5% ail et 1,5% thym) chez les chèvres en croissance améliore significativement la MSVI de +20%, +37% et +42% respectivement par rapport à d'autres qui n'ont pas reçu d'additifs. Aussi, le GMQ a également connu une amélioration aussi significative avec des différences de +20%, +25% et +36% respectivement par rapport au témoin, alors que d'autres résultats (Zakeri et al., 2014 ; Akouri et al., 2017 ; Ikyume et al., 2017), nient cet effet.

IV.2.1.3. Chez les bovins

Dans une étude in-vivo de Soltan et al. (2009), menée sur des vaches laitières supplémentées avec un complexe d'huiles essentielles et de composés bioactifs (huile d'eucalyptus : *Eucalyptus globulus* et cristaux de menthole : huile essentielle de menthe) à des doses croissantes (16,32mg/l de l'eau d'abreuvement), entraîne une amélioration des paramètres de croissance par rapport aux vaches non supplémentées. La MSVI s'est numériquement chutée (-0,7kg/jr) dans les groupes expérimentaux comparativement au témoin, le GMQ est supérieur de +74% et +52% ($p<0,05$) chez les vaches recevant 16 et 32mg d'additif respectivement par rapport au témoin ce qui indique une amélioration de l'IC. Également, le poids final des vaches supplémentées a connu une augmentation ($p<0,05$) d'environ 12kg et 10kg respectivement en comparaison avec celles non supplémentées.

De même, l'utilisation de l'extrait de l'ail à (250mg/kg de poids vif) chez les veaux, a significativement amélioré leur croissance (Ghosh et al., 2010). Cette addition a permis une augmentation de GMQ de l'ordre de +44% ($p<0,01$), une hausse ($p<0,01$) de la MS ingérée quotidiennement (+12,4%) et une baisse de l'IC d'environ -56% ($p<0,01$) chez les veaux recevant l'additif comparativement avec ceux du groupe témoin. Ceci est attribué selon ces auteurs l'amélioration de la santé entérique de l'animal par le biais de l'activité antimicrobienne de l'ail, mais également à l'équilibre de la microflore digestive, à l'amélioration de la fonction hépatique contre les intoxications, à la stimulation de l'activité pancréatique et les enzymes y élaborées (lipase et amylase), à l'effet antioxydant protecteur contre l'apparition et la progression des maladies, à la réduction de la profondeur des cryptes intestinales au niveau de l'iléon incitant une meilleure assimilation de nutriments, et par conséquent une meilleure utilisation digestive aussi bien qu'une meilleure croissance des animaux.

IV.2.2. Effet sur la production

La production laitière dépend à 25% de la génétique de l'animal et, à 75% des facteurs environnementaux principalement l'alimentation (Ilicet al., 2005 ; Đoković et al., 2011 ; Ilicet al., 2011). De ce fait, l'utilisation de phytobiotiques peut influencer la quantité et la qualité du lait produite par les animaux.

IV.2.2.1. Chez les vaches laitières

Sultan et al. (2009), trouvent que l'utilisation d'un complexe d'huiles essentielles (menthe, eucalyptus, et des cristaux de menthol) à raison de 32mg/l de l'eau d'abreuvement des vaches de la race Holstein améliore significativement le taux protéique (TP) avec une augmentation d'environ +5% par rapport au témoin. Ceci a été consolidé par le résultat de Bhatt et al. (2009), qui constatent également l'augmentation de niveau de la PL avec +52% et +20% chez des vaches laitières supplémentées avec deux types de phytogéniques commerciaux respectivement (Ruchamax à une dose de 30g par jour et Payapro à raison de 4 tablettes par jour) en comparaison avec d'autres d'un groupe témoin.

IV.2.2.2. Chez les brebis

EL-Ghousein (2010), dévoile que l'ajout de 10g/jr des fleurs de camomille ou de nigelle améliore la qualité et la quantité du lait produit par des brebis en phase d'allaitement. Il rapporte que la quantité du lait a connu une augmentation significative avec une différence de +92% et +37% en présence de ces deux additifs respectivement en comparaison avec des brebis qui non pas reçues d'additifs. En outre, la qualité du lait a aussi été améliorée, le TP et le taux des minéraux sont plus élevés +13% et +11% ($p < 0,05$) respectivement dans les deux groupes expérimentaux par rapport à un groupe témoin. L'auteur explique ces résultats par l'effet galactogène du nigelle et vasodilatateur de la camomille, permettant d'augmenter le flux sanguin arrivant dans la mamelle ce qui couvre les besoins en éléments nutritifs nécessaires pour optimiser sa fonction.

Chiofalo et al. (2010), menant une expérimentation sur l'effet de l'ajout de l'extrait de romarin (1200mg/tête/jr) chez les brebis où il s'est avéré que le niveau de production laitière est significativement plus élevé chez les brebis supplémentées (+10%) par rapport à celles non supplémentées. La qualité du lait, paraît également être significativement affectée par cet additif dont le TP a connu une amélioration d'environ +7%, +8% pour la teneur en caséines, +9% pour la MG et +15% pour la teneur en lactose. Les auteurs expliquent que l'amélioration de la quantité et la qualité du lait dans cette étude est vraisemblablement attribuée à l'optimisation du métabolisme sous l'effet de composés phénoliques du romarin qui peut résulter de l'amélioration des fermentations ruminales, de l'amélioration de flux protéique vers l'intestin ou bien de la modulation de la microflore intestinale. De plus, ces

résultats ont bien été consolidés par d'autres études notamment celles de Giannenas et al. (2011) et d'Eryan-Ibrhim (2015).

IV.2.2.3. Chez les chèvres

L'ajout de phytobiotiques a également son effet sur la production laitière. En effet, Miri et al. (2013), rapportent une amélioration significative de la quantité du lait produite par les chèvres (+13%) supplémentées avec (1,27%MSI) de l'extrait méthanolique de cumin en comparaison avec d'autres qui n'ont pas reçues. Selon les auteurs, cette amélioration est attribuée au pouvoir galactogène du cumin ce qui augmente la PL par la stimulation de la sécrétion hormonale dans la mamelle. Également, ils rapportent une amélioration significative des traits qualitatifs du lait, avec une hausse d'environ (+16%) pour la teneur en MG et en lactose, (+18%) pour la MS non grasse, +2% et +22% en acides gras mono insaturés et polyinsaturés respectivement, et +20% ($p < 0,0001$) pour l'acide linoléique conjugué, ainsi qu'une chute considérable ($p < 0,0001$) d'environ (-2%) de la teneur en acide gras saturé, ce qui engendre un ratio acides gras polyinsaturés / acide gras saturé plus élevé de +23% en comparaison avec le témoin.

Kholif et al. (2017), trouvent que la PL augmente de près de 11% et 15% chez des chèvres recevant les feuilles secs de citronnelle (*Cymbopogon citratus*) et du romarin (10g/tête/jr) dans le concentré par rapport à d'autres non supplémentées. De plus, la qualité du lait s'est améliorée à son tour en présence de ces additifs, avec une hausse ($p < 0,05$) de +4% et +7% pour la teneur en MG dans les deux groupes expérimentaux, +4% ($p < 0,05$) pour la teneur en lactose, en minéraux et en énergie dans les deux groupes expérimentaux. Les auteurs explicitent que l'augmentation de rendement laitier des chèvres supplémentées est attribuée à l'augmentation de la concentration de lactose dans le lait suite à l'amélioration de leur digestibilité. Ces constats ont été également consolidés par une étude de Morsy et al. (2018), révélant l'effet bénéfique des grains de cumin et de moutarde (*sinapis sp.*) sur la production laitière chez les chèvres. En outre, la qualité du lait dépend largement de l'alimentation.

Miri et al. (2013) ; Kholif et al. (2017) et Morsy et al. (2018), attribuent les changements de la PL et du profile laitier chez les animaux à l'amélioration de la digestibilité. Selon eux, l'augmentation de la production laitière est vraisemblablement dû à :

- l'amélioration de la digestibilité chez les animaux supplémentés, sachant que ceci explique à son tour l'amélioration de la teneur en MG suite à l'augmentation de la digestion fibrolytique et de l'acétogénèse et en lactose (reconnu comme galactogène) suite à l'augmentation de la production de propionate dans le rumen.
- l'effet galactagogue des métabolites secondaires.

Par ailleurs, ces auteurs s'accordent à dire que le changement du profil laitier en acides gras est dû à l'effet inhibiteur des métabolites secondaires sur la biohydrogénation dans le rumen ce qui augmente l'accumulation des acides gras insaturés et d'acide linoléique conjugué dans le lait et la réduction de sa teneur en acides gras saturés. Ce changement est d'autant bénéfique sur la santé des consommateurs tant que les acides gras insaturés, sont impliqués dans la bio régulation cellulaire et dans la stimulation du système immunitaire, aussi bien l'augmentation de l'acide linoléique conjugué permet de prévenir les problèmes cardiovasculaires, alors que les acides gras saturés sont connus pour augmenter la cholestérolémie et de provoquer les problèmes cardiovasculaires chez l'homme.

IV.2.3. Effet sur la reproduction

Les phytobiotiques, peuvent induire d'autres effets sur la reproduction par le biais des phyto estrogènes qui sont des composés polyphénoliques dérivés de plantes, non stéroïdiens, structurellement ou fonctionnellement similaires aux œstrogènes tels que les coumarines et les isoflavones. Ces composés exercent généralement des effets œstrogéniques sur le système nerveux central et sur le système reproducteur, induisant l'œstrus et stimulant la croissance du tractus génital et des glandes mammaires des femelles, en fait, à de nombreux niveaux, allant du niveau hypothalamo-hypophysaire aux niveaux locaux de l'ovaire et de l'utérus, en passant par le testicule et la glande prostatique, par le biais de nombreux mécanismes (Mostrom et Timothy, 2011 ; Wocławek-Potocka et al., 2013).

IV.3. Effet des phytobiotiques sur le processus digestif

IV.3.1. Modulation de l'écosystème ruminal

La digestion biologique dans le rumen constitue une particularité des ruminants, les produits finaux de cette digestion seront les acides gras volatiles (AGV), l'ammoniac (NH₃) et des gaz notamment le méthane (CH₄).

Ces produits sont conditionnés par plusieurs facteurs, en particulier, le régime alimentaire, la fréquence d'alimentation, le ratio fourrage/concentré, etc. Cependant, bien qu'ils soient des sources nutritionnelles intéressantes, l'excès des AGV et de l' N-NH_3 constitue un handicap vis-à-vis du bien être de l'animal (Patra, 2011 ; Peterson, 2012 ; Mahfuzul et Sang-Suk, 2019). L'optimisation des performances animales passe tout d'abord par la bonne connaissance des phénomènes qui se déroulent dans le rumen (Molina et al., 1991). Dans ce but, les nutritionnistes cherchent toujours à contrôler l'activité de l'écosystème ruminal afin de réduire le coût de production, améliorer la productivité et atténuer l'impact environnemental de l'élevage. Cependant, la digestion n'est toujours pas complète, en l'occurrence, le recours aux additifs alimentaires devient une nécessité. À cet égard, en tant qu'alternatives naturelles potentielles aux antibiotiques facteurs de croissance, les phytobiotiques apparaissent comme étant de bons candidats pour réguler le fonctionnement du rumen (Bayourthe et Ali-Haimoud-Lekhal, 2014).

Beaucoup de travaux scientifiques ont été menés dans le sens de déterminer l'utilité des phytobiotiques (phytogéniques) en matière de manipulation de l'écosystème ruminal et des fermentations qui s'y déroulent. Bien que, selon Soltan et al. (2009) ; Blanch et al. (2016), une légère variabilité de constats peut être observée dans la littérature qui est due aux facteurs extrinsèques tels que la dose et le type de phytobiotique. En générale, les scientifiques révèlent que les phytogéniques ont la capacité à moduler remarquablement l'écosystème ruminal en y engendrant des modifications notables de ses paramètres.

Ando et al. (2003), évoquent que la supplémentation des bouillons avec 200g/jr de menthe poivrée (*Mentha piperita*) réduit l'ammoniogenèse de 24% ($p < 0,05$). Anassori et al. (2016), rapportent que l'ajout de (0,75%MS de la ration) d'huile essentielle de l'ail (*Allium sativum*) dans le concentré des moutons réduit de 21% ($p < 0,001$) l'ammoniogenèse.

D'après Dong et al. (2010) ; Patra (2011), la baisse de l'ammoniogenèse est due à l'inhibition des Bactéries Hyper productrices d'ammoniac par le biais des métabolites secondaires. Or, d'après son étude in-vivo, Soltan et al. (2009), révèlent que l'ajout de 32mg/ d'un complexe d'huiles essentielles dans l'eau d'abreuvement des vaches laitières tend à augmenter significativement la production totale des AGV (+3%), aussi bien, une diminution numérique (8%) de la production d'acide acétique (C2) ainsi qu'une augmentation significative de la production de l'acide

propionique (C3) +14% et l'acide butyrique (C4) +17% suivi d'une chute du rapport C2/C3 (-19%) ont été enregistrées dans cette expérimentation.

Nurdin et Arief (2009), rapportent une augmentation assez significative (+66%) de la biomasse bactérienne du rumen en présence d'huile essentielle de cumin (1000ppm) par rapport à un milieu de culture témoin dans une étude in-vitro. De plus, dans leur étude in-vivo, Giannenas et al. (2011), trouvent que l'ajout d'un complexe d'huiles essentielles dans le concentré des brebis (0,15%MS) augmente ($p<0,05$) la proportion des bactéries cellulolytiques (+50%) et réduit le nombre des Bactéries Hyper productrices d'ammoniac (-21%) dans le rumen par rapport à un groupe témoin, ce qui explique l'augmentation de la production des AGV suite à l'augmentation de la digestibilité fibrolytique et la réduction de l'ammoniogénèse. Également, Norrapoke et al. (2014), rapportent le même effet de la poudre de mangouste sur la population bactérienne cellulolytique +77% ($p<0,05$) chez les buffles, ils révèlent également une réduction significative du nombre des protozoaires -36% sous l'effet de ce phytobiotique.

IV.3.2. Modulation nutritionnelle

Plusieurs travaux, ont été menés afin de quantifier l'effet de cette catégorie d'additifs sur la digestibilité des aliments chez les ruminants. El-Nor et al. (2007), rapportent que l'utilisation de 200g/j et de 50g/j de cumin améliore significativement la digestibilité chez les buffles laitiers. Ils constatent que le fenugrec (*Trigonella foenum graecum*) permet d'augmenter significativement (+13%) la digestibilité de la matière sèche (MS) et la digestibilité de la matière organique (MO) de l'ordre de 13% ($p<0,05$), d'autant plus, la digestibilité fibrolytique a connue une hausse de +19% ($p<0,05$) par rapport au témoin. Une réduction remarquable des pertes énergétiques totales -11% ($p<0,05$), sous forme d'extra chaleurs (-4%) et de méthanogénèse (-6%), ce qui a été consolidé par l'étude de Pirmohammadi et al., (2014), rapportant un effet notable de l'ajout de 7% d'ail cru dans la ration totale des chèvres laitières au péri partum sur leur bilan énergétique, avec une augmentation significative de la glycémie (+30%) et une réduction numérique des corps cétoniques (-4%) et des cides gras libres (30%) dans le sang par rapport au témoin.

D'autre part, le bilan azoté des ruminants est également amélioré avec moins de pertes ammoniacales et plus de flux protéique vers l'intestin sous l'effet de condiments et leurs dérivés causant une amélioration de la protéosynthèse, et une optimisation de la protéolyse. En Outre, il a été estimé que la microflore ruminale contribue à la dégradation de 75% des protéines ingérées (O'connell et Fox, 2001). D'après Ngamsaeng et al. (2006) et Bayourthe et Ali-Haimoud-Lekhal (2014), l'augmentation du flux protéique vers l'intestin peut s'expliquer par l'éventuelle présence des tannins dans les phytogéniques, ce qui protège les protéines alimentaires en composant un complexe indigeste dans le rumen sans modifier la protéosynthèse.

IV.4. Les phytobiotiques et le bien-être animal

Les herbes médicinales et leur dérivés ont un effet bénéfique sur la modulation immunitaire et le statut sanitaire des animaux (Alloui, 2011 ; Shokrollahi et al., 2016 ; Zeweilet al., 2016).

Dans une enquête menée par Mirani et al. (2014), au Pakistan sur l'utilisation d'herbes et de plantes médicinales comme traitements médicaux chez les ovins et les caprins, il paraît que les Brassicacées, les Apiacées, les Solanacées, les Amaryllidacées sont les familles botaniques les plus utilisées dans l'éthno vétérinaire, bien que, *Brassica campestris* L. est l'herbe la plus utilisée, suivie par *Azadirachta indica* A. Juss. et *Plantago lanceolata* L. Cette étude révèle que ces herbes médicinales sont utilisées pour remédier efficacement une large gamme de troubles et de maladies telles que les météorisations, mammites, endoparasites, ectoparasites, infertilité, problème de production laitière, diarrhées, rétentions placentaires, les boiteries, etc. D'autant plus, *Brassica campestris* L. a fréquemment été employée pour remédier les météorisations, la fièvre aphteuse et les myiases, cependant, *Azadirachta indica* A. Juss. est efficacement utilisée contre les endo- et les ectoparasites, bien plus, *Plantago lanceolata* L. était efficace contre les diarrhées. *Phoenix dactylifera* L. a souvent été utilisée pour traiter l'infertilité, *Citrus limon* L. contre les mammites, *Cuminum cyminum* L. contre les problèmes de production laitière (galactagogue) et l'ail (*Allium sativum* L.) contre les rétentions placentaires.

IV.5. Répercussion écologique des phytobiotiques

Le développement de l'élevage constitue un débat axé sur sa contribution aux changements climatiques et la protection de l'environnement. La méthanogénèse est

une voie métabolique consistant à éliminer l'hydrogène libéré lors des fermentations ruminales (Mc Donald et al., 2002 ; Jouany & Thivend, 2008 ; Reyraud et al., 2014).

Par cette voie, les ruminants produisent des quantités énormes de CH₄ qui est un gaz à effet de serre (près de 33% des émissions mondiales de ce gaz) contribuant d'une manière assez considérable au réchauffement de la planète en émettant 4% des GES totaux (FAO, 2010, cité par Cobellis et al., 2015 ; Shokrollahi et al., 2016).

Le métabolisme azoté dans le rumen est une autre source d'inquiétude pour les écologistes. Une insuffisance de rétention azotée par la microflore ruminale est compensée en termes de production en fournissant une quantité excessive de protéines alimentaires à l'animal afin d'atteindre les niveaux de production requis. Ce processus conduit directement à l'excrétion de déchets riches en azote à pouvoir polluant important atteignant les eaux souterraines et de surface avec les nitrates et l'acidification des pluies suite à l'émanation d'ammoniac (McDonald et al., 2002 ; Wattiaux, 2004 ; AFSSA, 2007).

Pour réguler cette contrainte, plusieurs stratégies ont été suggérées par les nutritionnistes afin d'atténuer la méthanogénèse et l'ammoniogénèse dans le rumen sans nuire aux performances des animaux. Parmi les stratégies prometteuses et écoresponsables, figure les phytobiotiques. Tels que les plantes aromatiques et leur métabolites secondaires ont un pouvoir antimicrobien qui leur permet de moduler la structure de la microflore du rumen, notamment contre les bactéries (archées) et les protozoaires (holotriches) méthanogènes ainsi que les Bactéries Hyper productrices d'ammoniac ce qui permet d'y atténuer les bio procès fermentaires redoutables (Cobellis et al., 2015). Dans ce sens, plusieurs études ont été conduites afin de tester l'efficacité des phytobiotiques pour réduire l'impact environnemental de l'élevage des ruminants. A titre d'exemple Kongmun et al. (2010), trouvent une atténuation de la méthanogénèse et de l'ammoniogénèse d'environ -22% (p<0,001) et -5% (p<0,05) respectivement dans un teste in vitro en utilisant la poudre de l'ail en comparaison avec un milieu de culture témoin ce qui permet de réduire les pertes énergétiques sous forme de CH₄ et azotées sous formes d'urée.

Conclusion

Conclusion

Les phytobiotiques, ont été utilisés depuis le début de l'histoire, mais d'une manière empirique. Leur mécanisme d'action était peu connu chez l'homme et l'animal. Aujourd'hui beaucoup de progrès ont été réalisés pour connaître les effets sur l'organisme animal.

L'analyse de la bibliographie montre que les phytobiotiques peuvent être une bonne alternative aux antibiotiques. Ils ont prouvé leur utilité dans la modulation des fermentations ruminales au profit des animaux ; ce qui entraîne une amélioration de la digestibilité, du bien-être des animaux et une meilleure extériorisation de leurs capacités génétiques ce qui permet d'augmenter la rentabilité des élevages.

En outre, leur utilisation semble être très efficace pour se diriger vers des élevages éco-responsables avec moins de gaz à effet de serre et moins de rejets polluants. À cet effet, il est préférable de s'orienter vers les phytobiotiques comme additifs alimentaires pour les ruminants, bien que d'autres études soient privilégiées pour fixer les doses optimales à employer.

Références bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

AFSSA. 2007. Propositions pour une démarche d'évaluation de substances ou de produits nouveaux destinés à l'alimentation animale : Cas particulier des substances et produits à base de plantes. Maisons-Alfort, France.63p.

Akouri A., Chaibou I., Idrissa Sidikou D., Moumouni-ALI S., Adakal H., Chaibou M. & Moussa Elhadj N. 2017. Effects of *Allium sativum* and *Sida cordi* folia Extracts on Performances of Maradi Red Goat. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5(6):3542.

Allen P.C., Lydon J. & Danforth H.D. 1997. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. Poultry Science. 1997. 76: 1156-1163.

Alloui M.N. 2011. Les phytobiotiques comme alternative aux antibiotiques promoteurs de croissance dans l'aliment des volailles. Livestock Research for Rural Development, 23(6), Article 133.

Amerah A.M., Péron A., Zaefarian F. & Ravindran V. 2011. Influence of whole wheat inclusion and a blend of essential oils on the performance, nutrient utilisation, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. British Poultry Science. 2011. 52:124-132.

Anassori E., Dalir-Naghadeh B., Pirmohammadi R., Taghizadeh A., Asri-Rezaei S., Maham M., Farahmand-Azar S. & Farhoomand P. 2011. Garlic: A potential alternative for monensin as a rumen modifier. Livestock Science, 142 (1-3) : 276287.

Ando S., Nishida T., Ishida M., Hosoda K. & Bayaru E. 2003. Effect of peppermint feeding on the digestibility, ruminal fermentation and protozoa. Livestock Production Science, 82(2-3):245-248.

Baba Aissa F., 2000.Encyclopédie des plantes utiles. Ed. Librairie moderne, Rouiba.

Bakkali F., Averbek S., Averbek D. & Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils - a review. Food and chemical toxicology, 46: 446-475.

Bakshi M.P.S. & Wadhwa M. 2012. Herbal feed additives—role in animal nutrition. Animal nutrition—advances and developments. Satish Serial Publishing House, New Delhi :707-733.

- Bayourthe C., Ali-Haimoud-Llekhal D. 2014.** Les extraits de plantes chez le ruminant : effets sur les fermentations dans le rumen et la qualité lipidique des produits animaux, 27 (4), 317-328.
- Bhatt N., Mahendra S. 1 Amanat A. 2009.** Effect of feeding herbal preparations on milk yield and rumen parameters in lactating crossbred cows. International Journal of Agriculture and Biology, 11(6):721-726.
- Blain J.C, 2002.** .Introduction à la Nutrition des animaux domestiques. EM inter : Edition Medicals International. Edition Tec et Doc. Pp 32(4)-35(2)- 97(3)- 99(3).424p.
- Blanch M., Carro M.D., Ranilla M.J., Viso A., Vazquez-Anon M. & Bach A. 2016.** Influence of a mixture of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen fermentation, feeding behavior and performance of lactating dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 219:313-323.
- Botsoglou N.A., Fletouris D.J., Florou Paneri P., Christaki E., Spais A.B., 2003.** Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. Food Res. Int., 36, 207-213.
- Boussair L. 2016.** Additifs alimentaires en nutrition animale : cas des probiotiques et prebiotiques . Diplôme de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 2016. 68p. Disponible sur : <https://fshs.ummtto.dz/handle/ummtto/10274>(consulté le 13.07.2020).
- Brenes A. & Roura E. 2010.** Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. Animal Feed Science and Technology, 158: 1-14.
- Broadway P.R., Carroll J.A. et Callaway T.R., 2014.** Alternative antimicrobial supplements that positively impact animal health and food safety. Agriculture, Food and Analytical Bacteriology Journal, 4(2),109-121.
- Ceylan E. & Fung D.Y.C. 2004.** Antimicrobial activity of spices. Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology, 12: 1-55.
- Cobellis G., Acuti G., Forte C., Menghini L., De Vincenzi S., Orrù M., Valiani A., Pacetti D.& Trabalza-Marinucci M. 2015.** Use of Rosmarinus officinalis insheep

diet formulations: Effects on ruminal fermentation, microbial numbers and in situ degradability.S

Chaves A. V., Stanford K., Dugan M.E.R., Gibson L.L., McAllister T.A., VanHerk F. & Benchaar C. 2008. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117(2-3):215-224.

Chiofalo B., Riolo E.B., Fasciana G., Liotta L. & Chiofalo V. 2010. Organic management of dietary rosemary extract in dairy sheep: effects on milk quality and clotting properties. *Veterinary Research Communications*, 34(1):197-201.

Cloutier L. et Klopfenstein C., 2015. Additifs alimentaires ayant des effets sur la santé ou sur les performances de croissance chez le porc et la volaille. Fiches d'information centre de développement du porc du Quebec. 39p.

Couailler J. 2004. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage 'tome1'.Educagri éditions, Dijon.

Cowan M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12: 564-582.

Croisier M. et Croisier Y., 2012. Les additifs pp : 209-222. In *Alimentation animale : raisonnement de l'alimentation des animaux d'élevage*. Ed.Educagri.

Cross DE, Mc Devitt RM, Hillman K, Acamovic T. 2007. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *Br. Poult. Sci.*48:496-506.

Chiquette .J. 2010. agriculture et agroalimentaire de développement sur le bovin laitier et le porc Sherbrooke (le rôle des probiotiques en production laitière).

Decaux I. 2002. Phytothérapie: Mode d'emploi. Ed: le bien public. P: 6.

Demir E., Sarica S., Ozcan M.A., Suicmez M., 2005. The use of natural feed additives as alternative to an antibiotic growth promoter in broiler diets. *Arch. Geflugelk*, 69, 110-116.

Dierick N., Decuypere J., Molly K., Van Beek E. et Vanderbeke E., 2002. The combined use of triacylglycerols containing medium chain fatty acids and

exogenous lipolytic enzymes as an alternative to nutritional antibiotics in piglet nutrition. *Livestock Production Science*, 76 (2), 13-16.

Dong G. Z., Wang X. J., Liu Z. B. & Wang F. 2010. Effects of phytogetic products on in vitro rumen fermentation and methane emission in goats. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 663:127.

Doković R., Ilić Z., Petrović M.P., Pešev S. & Ristanović B. 2011. Effect of zeolite on the chemical composition of milk from Serbian spotted dairy cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3):993-1000.

Drogoul C., Gadoud R., Joseph M., Jussiau R., Lisberney M., Mangeol B., Montméas L., Tarrit A., 2004. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2. PP 55(8)57-59-62-63-134-135-228(1)-254(2)-257(2-3)-258.P 267.

El Abed D. et Kambouche N.2003. « Les huiles essentielles; Ed. Dar El Gharb ; Oran.

Elatqy M. 2011. Qualité et sécurité des aliments : Les outils qualité, Maroc.

EL-Ghousein Safaa S. 2010. Effect of some medicinal plants as feed additives on lactating Awassi ewe performance, milk composition, lamb growth and relevant blood items. *Egyptian Journal of Animal Production*, 47(1):37-49.

El-Nor S.A., Khattab H.M., Al-Alamy H.A., Salem F.A. & Abdou M.M. 2007. Effect of some medicinal plants seeds in the rations on the productive performance of lactating buffaloes. *International Journal of Dairy Science*, 2(4):348355.

Eryan I.I. 2015. Effects of dietary herb supplements for ewes On milk contents and some biochemical parameter. *Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences*, 6(2): 170-176.

Epifano F.,Genovese S.,Menghini L.,Curini M. 2007. oxyprenylated secondary plant metabolites. *Chemistry and pharmacology of Phytochemistry* 68:939953.

Fallah R., Kiani A., et Azarfar A. 2013. A review of the role of five kinds of alternatives to in-feed antibiotics in broiler production. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 5(11) :317-321.

- Frankic T, Voljc M, Salobir J, Rezar V. 2009.** Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta agriculturae slovenica*, 94:95–102.
- Ghosh S., Mehla R.K., Sirohi S.K. & Roy B. 2010.** The effect of dietary garlic supplementation on body weight gain, feed intake, feed conversion efficiency, faecal score, faecal coliform count and feeding cost in crossbred dairy calves. *Tropical Animal Health and Production*, 42(5):961-968.
- Giannenas I., Florou-Paneri P., Papazahariadou M., Christaki E., Botsoglou N.A., Spais A.B., 2003.** Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria Tenella*. *Arch. Anim. Nutr.*, 57,99-106.
- Giannenas I., Skoufos J., Giannakopoulos C., Wiemann M., Gortzi O., Lalas S. & Kyriazakis I. 2011.** Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 94(11):5569-5577.
- Goñi I., Brenes A., Centeno C., Viveros A., Saura-Calixto F., Rebolé A., Arija I. & Estevez R. 2007.** Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens. *Poultry Science*. 2007. 86: 508-516.
- Guardia S. 2011.** Effets des phytobiotiques sur les performances de croissance et l'équilibre du microbiote digestif du poulet de chair. Thèse de doctorat . Université François - Rabelais de Tours. Disponible sur : http://www.applis.univ-tours.fr/theses/2011/sarah.guardia_3573.pdf. (consulté 11.07.2020)
- Guerin-Fauble V., 2010.** Les mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques. Journées nationales GTV. Lille, 26-28 mai 2010, 93-101.
- Güler T., Erats O.N., Ciftci M. & Dalkilic B. 2005.** The effect of coriander seed (*Coriandrum sativum* L.) as diet ingredient on the performance of Japanese quail. *South African Journal of Animal Science*. 2005. 35: 260-266.
- Hashemi S.R. & Davoodi H. 2010.** Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17): 2295-2304.
- Heitz F. 2017.** Aromathérapie pour les ruminants. Editions France Agricole, 243 p.

- Hostettmann, K. 1997.** Tout savoir sur le pouvoir des plantes sources de médicaments. Lausanne, édition Favre S A, vol. 01.
- Hettman .K., O. Poterat et All, 1998.** The potential of higer plants as a Source of New Drugs. *Chimia International Journal for Chemistry*.
- Humphrey B.D. & Klasing K.C. 2004.** Modulation of nutrient metabolism and homeostasis by the immune system. *World's Poultry Science Journal*. 60: 90-100.
- Ikyume T.T., Sowande O.S., Dele P.A.,Yusuf A.O., Monday S., Egunjobi O.K. & Fatoba O. 2017.** Effect of varying levels of garlic (*Allium sativum*) powder on growth, apparent nutrient digestibility, rumen ecology, blood profile and cost analysis of feeding West African Dwarf goats. *Malaysian Journal of Animal Science*, 20(2): 6174.
- Ilić Z., Pešev S., Simeonova V., Milošević B. & Spasić Z. 2005.** The influence of zeolite type tufozel on productive characteristics of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21(56-2):25-30.
- Ilić Z., Petrović M.P. Pešev S., Stojković J. & Ristanović B. 2011.** Zeolite as a factor in the improvement of some production traits of dairy cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3):1001-1007.
- Iserin P ., Masson M ., Restellini J.P ., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R ., De la Roque O ., Vican P ., Deelesalle – Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001.** Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins : Ed Larousse(10-16p).
- Jacela, J.Y., DeRouchey, J.M., Tokach, M.D., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Renter, D.G. et S.S. Dritz. 2010.** Feed additives for swine: Factsheets – prebiotics and probiotics, and phytogenics. *Journal of Swine Health and Production*, 18(3) :132-136.
- Jamroz D., Wertelecki T., Houszka M. & Kamel C. 2005.** Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2005. 90: 255-268.

Jang I.S., Ko Y.H., Kang S.Y., Lee C.Y., 2007. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 134,304-315.

Jouany J.P., 1994. Les fermentations dans le rumen et leur optimisation. *INRA Prod. Anim.*, 7 (3), 217-220.

Jouany J.P. & Thivend P. 2008. La production de méthane d'origine digestive chez les ruminants et son impact sur le réchauffement climatique. *Management et Avenir*, (6): 259-274.

Jugl-Chizzola M, Spergser J, Schilcher F, Novak J, Bucher A, Gabler C, Hagemüller W, Zitterl-Eglseer K. 2005. Effects of *Thymus vulgaris* L. as feed additive in piglets and against haemolytic *E. coli* in vitro. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift.*;118:495–501.

Jussiau R. et Papet A., 2015. Lutte contre les résidus et les contaminants chimiques. In *Croissance des animaux d'élevage : bases scientifiques, itinéraires zootechniques et qualité des viandes*. Ed.Educagri.

Krief, S. 2003. Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, surveillance sanitaire et observations de l'alimentation de chimpanzés (*Pan troglodytes*) en ouganda activités biologiques et étude chimique de plantes consommées P343

Kamra D.N., Neeta A. & Chaudhary L.C. 2006. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. *International Congress Series.*,1293.

Kholif A.E., Matloup O.H., Morsy T.A., Abdo M.M., Elella A.A., Anele U.Y. & Swanson K.C. 2017. Rosemary and lemongrass herbs as phyto-genic feed additives to improve efficient feed utilization, manipulate rumen fermentation and elevate milk production of Damascus goats. *Livestock science*, 204:39-46.

Konjufca V.H., Pesti G.M., Bakalli R.I., 1997. Modulation of cholesterol level in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poult. Sci.*, 76, 1264-1271.

- Kongmun P., Wanapat M., Pakdee P. & Navanukraw C. 2010.** Effect of coconut oil and garlic powder on in vitro fermentation using gas production technique. *Livestock Science*, 127(1):38-44.
- Konstantopoulou I., Vassilopoulou L., Mavragani-Tsipidou P., Scouras Z.G., 1992.** Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auraria*. *Experientia*, 48, 616-619.
- Lee K.W., Everts H. & Beynen A.C. 2004.** Essential oils in broiler nutrition. *International Journal of Poultry science*. 2004. 3: 738-752.
- Lillie R.J., Sizemore J.R. & Bird H.R. 1953.** Environment and stimulation of growth of chicks by antibiotic. *Poultry Science*. 1953. 32: 466-475.
- Mahfuzul I & Sang-Suk L. 2019.** Advanced estimation and mitigation strategies: a cumulative approach to enteric methane abatement from ruminants. *J Anim Sci Technol*,61(3):122-137
- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A., Sinclair L.A. & Wilkinson R.G. 2002.** *Animal nutrition*. 7ème édition. Pearson Education. 692p.
- Meale S.J., McAllister T.A., Beauchemin K.A., Harstad O.M. & Chaves A.V. 2012.** Strategies to reduce greenhouse gases from ruminant livestock. *Acta Agriculturae Scandinavica: Section A–Animal Science*, 62(4):199-211.
- Medjnah F. 2014.** Impact des additifs alimentaires sur les performances zootechniques des poulets de chair. Diplôme de Master. Université Mouhamed Boudiaf de M'sila. 2014. Disponible sur : <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/handle/123456789/8596> (Consulté le 20.07.2020).
- Megheni N & Hamrani K. 2017,** Effets des additifs alimentaires sur les paramètres zootechniques et métaboliques chez les bovins « Etude bibliographique ».Diplôme de Docteur Vétérinaire. Université Saad Dahlab-Blida 1, 2017, 105 p. Disponible sur: 1373THV-1.pdf site:di.univ-blida.dz (consulté le11.07.2020).
- Meschy F., 2007,** Alimentation minérale et vitaminique des ruminants : actualisation des connaissances. *INRA Prod. Anim.*, 20 (2),119-128.

- Messaoudi S. 2008.** Les plantes médicinales. Troisième édition, Dar El fikr, Tunis.23-181p.
- Millemann Y., 2010.** Utilisation des antibiotiques en élevage et risques d'antibiorésistance." Présentation Power-Point. AgroParisTech, Unité de production bovine, Cours de 3ème année, 94diapositives.
- Mirani A.H., Mirbahar K.B., Bhutto A.L. & Qureshi T.A. 2014.** Use of medicinal plants for the treatment of different sheep and goat diseases in Tharparkar, Sindh, Pakistan. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, 30(2):242-250.
- Miri V.H.,Tyagi A.K., Ebrahimi S.H. & Mohini M. 2013.** Effect of cumin (*Cuminum cyminum*) seed extract on milk fatty acid profile and methane emission in lactating goat. Small Ruminant Research, 113(1):66-72.
- Molina M. P., Molle G., Ligios S., Ruda G. & Casu S. 1991.** Evolution de la note d'état corporel des brebis de race Sarde dans différents systèmes d'élevage et relation avec la production laitière. Options Méditerranéennes, Série Séminaires, (13):97-102.
- Morsy T.A., Kholif A.E., Matloup O.H., Elella A.A., Anele U.Y. & Caton J.S. 2018.** Mustard and cumin seeds improve feed utilisation, milk production and milk fatty acids of Damascus goats. Journal of Dairy Research, 85(2):142-151.
- Mostrom M. & Timothy J.E. 2011.** Phytoestrogens. Reproductive and Developmental Toxicology. Academic Press:707-722.
- Nicolas J.-L., Gatesoupe F.-J., Frouel S., Bachere E. et Gueguen Y., 2007.** Quelles stratégies alternatives aux antibiotiques en aquaculture ? INRA Prod. Anim., 20 (3),253-258.
- Ngamsaeng A., Wanapat M. & Khampa S. 2006.** Effects of mangosteen peel (*Garcinia mangostana*) supplementation on rumen ecology, microbial protein synthesis, digestibility and voluntary feed intake in cattle.Pakistan Journal of Nutrition, 5(5):445-452.
- Normand J., Moevi I.,LucbertJ.,Potier E., 2005.** Le point sur l'alimentation des bovins et des ovinset la qualité des viandes.L'Institut d'Élevage.Pp 26. 110P.

- Norrapoke T., Wanapat M., Wanapat S. & Foiklang S. 2014.** Effect of Centella asiatica powder (CAP) and Mangosteen peel powder (MPP) on rumen fermentation and microbial population in swamp buffaloes. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(2):435-444.
- Nordskog A.W. & Johnson E.L. 1953.** Breed differences in response to feeding antibiotic. *Poultry Science*. 1953. 32: 1046-1051.
- Nurdin E. & Arief A. 2009.** The effectiveness of cumin as natural antioxidant to improve rumen ecology of mastitis dairy cow's. *Animal Production*, 11 (3) 160-164.
- O'connell, J.E. & Fox P.F. 2001.** Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 11(3):103120.
- Okali-Usur J. 2019.** Effects of thyme and garlic on growth and biochemical traits in goats. *Livestock Research for Rural Development*. 31. (3) 2019.
- Omar A. Mohammed El haykle M. 1993.** Plantes médicinales et aromatiques deuxième édition, installation connaissance D'Alexandrie, p:13-134.
- Orban J.I., Patterson J.A., Sutton A.L. & Richards G.N. 1997.** Effect of sucrose thermal oligosaccharide caramel, dietary vitamin-mineral level, and brooding temperature on growth and intestinal bacterial populations of broiler chickens. *Poultry Science*, 76:482-490.
- Pandey R., Kalra A., Tandon S., Mehrotra N., Singh H.N., Kumar S., 2000.** Essential oil compounds as potent source of nematicidal compounds. *J. Phytopathol.*, 148,501-502.
- Patra A.K. 2011.** Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian Journal of Animam and Veterinary Advences*, 6:416-428.
- Parker 1974.** probiotic, the other half of antibiotic strong, *animal.nutr,health* 29;4-8
- Peterson S.L. 2012.** Ruminant mineral feed additive.U.S. Patent No. 8,257,764. 4 Sep.

- Pietrzak D., Mroczek J., Lesnik E. & Swierczewska E. 2006.** Quality of meat and fat from three breeding lines of chickens served feed with or without antibiotic growth stimulator. *Medycyna Weterynaryjna*, 62:917-921.
- Pirmohammadi R., Anassori E., Zakeri Z. & Tahmouzi M. 2014.** Effects of garlic supplementation on energy status of pre-partum Mahabadi goats. *Veterinary Research Forum: an International Quarterly Journal*, 5(3):5207-212.
- Platel K. & Srinivasan K. 2004.** Digestive stimulant action of spices : A myth or reality? *Indian Journal of Medical Research.*, 119: 167-179.
- Postollec G., Maurice R., Huonnic D., Boilletot E., Michel V. & Burel C. 2007.** Effet des conditions d'ambiance et de l'apport d'additifs de type prébiotiques sur les performances de croissance et l'état sanitaire de dindons mâles. *Septièmes Journées de la Recherche Avicole. 2007* : 197-201. TOURS, France.
- Règlement (CE) No 1831/2003 du parlement Européen et du conseil du 22 septembre 2003** relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux. *Journal officiel de l'Union européenne*. L 268/29-43p .Reyaud J.L. et al. 2014. Réduire les pertes d'azote dans l'élevage : Expertise scientifique collective. Quae, Versailles. 167p.
- Rochfort S., Anthony J.P. & Frank R.D. 2008.** Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry*, 69(2): 299-322.
- Sanders P., 2005.** L'antibiorésistance en médecine vétérinaire : enjeux de santé publique et de santé animale. *Bull. Acad. Vét. France*. 158 (2):137-143.
- Schone F, Vetter A, Hartung H, Bergmann H, Biertumpfel A, Richter G, Muller S, Breitschuh G. 2006.** Effects of essential oils from fennel (*Foeniculi aetheroleum*) and caraway (*Carvi aetheroleum*) in pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 90:500– 510.
- Shokrollahi B., Hesami S.M. & Hasan B. 2016.** The effect of garlic extract on growth, haematology and cell-mediated immune response of newborn goat kids. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 117(2): 225-232.

Références bibliographiques

Si W., Gong J., Tsao R., Zhou T., Yu H., Poppe C., Johnson R. & Du Z. 2006. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. *Journal of Applied Microbiology*. 2006. 100: 296-305.

Simon y. Mills, 2001. Evidence for the clinician – a pragmatie framework for phytotherapy.

Slominski, B.A., 2011. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*, 90(9) :2013-2023.

Smith T.J., George D.R., Sparagano O., Seal C., Shiel R.S., Guy J.H., 2009. A pilot study into the chemical and sensorial effect of thyme and pennyroyal essential oil on hens eggs. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44,1836-1842.

Soltan M.A.E., Shewita R.S. & Al-Sultan S.I. 2009. Influence of essential oils supplementation on digestion, rumen fermentation, rumen microbial populations and productive performance of dairycows. *Asian J. Anim. Sci.*, 3(1)1-12.

Soto Mendivil E.A., Moreno Rodriguez J.F., Espinosa M.E., Garcia Fajardo J.A., Obledo Vazquez E.N., 2006. Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of thymus vulgaris against alternaria citri. *e-Gnosis [on line]*, 4, 1-7.

Suryanarayana M.V.A.N., Suresh J. et Rajasekhar M.V., 2012. Organic acids in swine feeding. *Agricultural Science Research Journal*, 2(9) :523-533.

Synpa, 2014. Revue 'En savoir plus', 3eme trimestre. Les additifs pour l'alimentation animale.Paris.

Tajkarimi M.M., Salam A. & Cliver D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21(9):1199-1218.

Trystram D., Chardon H., Pean Y., Delarbre J-M., Costa Y., Maugat S., Coignard B. et Jarlier V., 2012. Réseau européen de surveillance de la résistance bactérienne aux antibiotiques: résultats 2001-2010 pour la France et place en Europe. *BEH*. 43 (1): 477-479.

UE., 2007. Les différentes catégories d'additifs en alimentation animale et leurs intérêts d'utilisation.

https://europa.eu/europeanunion/index_fr?fbclid=IwAR1f773O6Foti90e8KtHRTYsJjd_nLbrs0bDY21B7UX6pGHkILOdUmkp_1T8 (Consulté le 15.08.2020).

Références bibliographiques

Verbois S, et Eyrolles P. 2015. La photothérapie.

<https://www.chazette.com/fr/dossier-thematique-les-principes-actifs-des-plantes-299.html>(Consulté le 15.08.2020).

Verdrager, J. 1977. Ces médicaments qui nous viennent des plantes : ou les plantes médicinales dans les traitements modernes. Paris Maloine S. A éditeur ; p :12-15.

Wattiaux M.A. 2004. Métabolisme protéique chez la vache laitière. L'institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier, université du Wisconsin, Madison.4p.

Williamson EM. 2001. Synergy and other interaction in phytomedicines.

Windisch W., Kroismayr A .2006. The effects of phytobiotics on performance and gut function in monogastrics.

Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A.2008. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. J Anim Sci.;86(suppl 14): E140- E148.

Wink M.2008. Evolutionary advantage and molecular modes of action of multi-component mixtures in phytomedicine. Current Drug Metabolism, 9: 996-1009.

Wocławek-Potocka I., Mannelli C., Boruszewska D., Kowalczyk-Zieba I., Waśniewski T. & Skarżyński D.J. 2013. Diverse effects of phytoestrogens on the reproductive performance: cow as a model. International Journal of Endocrinology. Article ID 650984, 15 pages,doi.org/10.1155/2013/650984

Zakeri Z., Pirmohammadi R., Anassori E. & Tahmouzi M. 2014. Feeding Raw Garlic to Dairy Goats: Effects on Blood Metabolites and Lactation Performance. Kafkas University Veteriner Fakul Dergisi, 20:399-404.

Zeweil H.S., Zahran S.M., Ahmed M.H. & ElGindy Y.M. 2016. Effect of organic selenium and ginger supplementation of a diet enriched with linseed oil on performance, carcass, blood lipid profile, with its traits in the meat and antioxidant property of growing rabbits. Egyptian Poultry Science Journal, 36(4) : 1147-1161.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Introduction générale.....01

Chapitre I : Les additifs alimentaires

I.1. Généralités	03
I.2. Définition des additifs alimentaires	03
I.3. Origine des additifs alimentaires.....	03
I.4. Intérêt de l'utilisation des additifs alimentaires dans l'alimentation animale ...	03
I.5. Différentes catégories d'additifs alimentaires	04
I.5.1. Les additifs technologiques.....	04
I.5.1.1. Les conservateurs	04
I.5.1.2. Les anti-oxydants.....	05
I.5.1.3. Les émulsifiants et les stabilisants.....	05
I.5.1.4. Les épaississants et gélifiants	05
I.5.1.5. Les liants.....	05
I.5.1.6. Les correcteurs d'acidité.....	05
I.5.1.7. Les additifs pour l'ensilage.....	06
I.5.1.8. Les substances destinées à réduire la contamination des aliments pour animaux par les mycotoxines (Capteurs de mycotoxines).....	06
I.5.1.9. Les enzymes.....	06
I.5.2. Les additifs sensoriels	06
I.5.2.1. Les colorants	06
I.5.2.2. Les substances aromatiques	07
I.5.2.3. Les huiles essentielles.....	07
I.5.3. Les additifs nutritionnels.....	07

I.5.3.1. Vitamines, provitamines et substances à effet analogue chimiquement bien définies.....	07
I.5.3.2. Les composés d'oligo-éléments.....	07
I.5.3.3. Les acides aminés, leurs sels et produits analogues.....	08
I.5.3.4. Urée et ses dérivés.....	08
I.5.4. Les additifs zootechniques.....	09
I.5.4.1. Additifs de croissance et prévention des maladies.....	09
a- Antibiotiques.....	09
b- Mécanisme d'acquisition de la résistance bactérienne.....	10
c- Alternatives aux antibiotiques.....	11
• Probiotique.....	11
• Enzyme.....	12
• Les acidifiants (acides organiques).....	12
• Prébiotique.....	12
• Phytobiotique.....	12
I.5.4.2. Améliorations de la digestibilité.....	12
I.5.4.2.1. Stabilisateurs de la flore intestinale.....	13
I.5.5. Coccidiostatique ou Histomonostatique.....	14
I.6. Utilisation des additifs alimentaires.....	14
I.7. Les conditions d'autorisation d'un aditifs alimentaire.....	14

Chapitre II : Les plantes aromatiques et médicinales

II.1. Généralité.....	16
II.2. Définitions.....	16
II.2.1. Les plantes médicinales.....	16
II.2.2. Les plantes aromatiques.....	16
II.2.3. Les principes actifs des plantes médicinales.....	17
II.2.4. Métabolites secondaires des plantes médicinales.....	17
II.3. Recherche des principes actifs.....	17
II.4. Les éléments actifs des plantes.....	18
II.4.1. Phénol.....	19
II.4.2. Flavonoïdes.....	19

II.4.3. Les tanins.....	19
II.4.4. Les saponines.....	20
II.4.5. Les coumarines.....	20
II.4.6. Les alcaloïdes.....	21
II.4.7. Les anthocyanes.....	21
II.4.8. Les huiles essentielles.....	22
II.4.9. Les polysaccharides.....	23
II.4.10. Anthraquinones.....	23
II.4.11. Glucosinolates.....	23
II.4.12. Les glucosides cardiaques.....	24
II.4.13. Les glucosides cynologiques.....	24
II.4.14. Les substances amères.....	24
II.4.15. Saponosides.....	25
II.4.16. Les minéraux.....	26
II.4.17. Les vitamines.....	27
II.5. Les avantages des plantes médicinales.....	28
II.6. Les inconvénients des plantes médicinales.....	28

Chapitre III : Les Phytobiotiques

III.1. Généralités.....	29
III.2. Définition.....	29
III.3. Classification des phytobiotiques.....	30
III.4. Les produits phytobiotiques.....	30
III.5. Propriétés des phytobiotiques.....	30
III.5.1. Augmentation de la consommation alimentaire.....	30
III.5.2. Propriétés antibactériennes.....	31
III.5.3. Propriétés anti-oxydantes.....	31
III.5.4. Propriétés de stimulation de la digestion.....	31
III.5.5. Propriétés anti inflammatoires et immunomodulatrices.....	32
III.6. Différence entre les antibiotiques et les phytobiotiques.....	32
III.7. Facteurs de variation de l'efficacité des phytobiotiques.....	33
III.7.1. Les phytobiotiques et leur mode de présentation.....	33
III.7.2. L'animal.....	33
III.7.3. L'aliment.....	34

III.7.4. Condition d'élevage	34
Chapitre IV : Utilisation des phytobiotiques en alimentation animale	
IV.1. Généralités.....	35
IV.2. Effet des phytobiotiques sur les performances zootechniques ..	35
IV.2.1. Effet sur les paramètres de croissance.....	35
IV.2.1.1. Chez les ovins.	35
IV.2.1.2. Chez les caprins	36
IV.2.1.3. Chez les bovins	37
IV.2.2. Effet sur la production.....	37
IV.2.2.1. Chez la vache laitière.....	38
IV.2.2.2. Chez les brebis	38
IV.2.2.3. Chez les chèvres.....	39
IV.2.3. Effet sur la reproduction	40
IV.3. Effet des phytobiotiques sur le processus digestif.....	40
IV.3.1 Modulation de l'écosystème ruminale.....	40
IV.3.2. Modulation nutritionnelles de la dynamique.....	42
IV.4. Les phytobiotiques et le bien-être animal	43
IV.5. La répercussion écologique des phytobiotiques.....	43
Conclusion.....	45
Références bibliographiques	