

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

en

Médecine vétérinaire

THEME

**Synthèse bibliographique sur l'effet des symbiotiques sur
les performances zootechniques du poulet de chair et sur
la coccidiose**

Présenté par : Mlle BELOUT KAMELIA

Mlle OURDACHE SONIA

Soutenu publiquement, le

30/09/2021 devant le jury :

Dr. MIMOUNE Nora

MCA (ENSV)

Présidente

Dr. HANI Amira

MCA(ENSV)

Examinatrice

Pr. KHELEF Djamel

PROFESSEUR (ENSV)

Promoteur

2020/2021

Remerciements

*Toute notre gratitude, grâce, et remerciements vont à **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage, la volonté, la santé ainsi que les moyens de réaliser notre projet de fin d'étude dans de bonnes conditions.*

Nous adressons nos remerciements les plus sincères aux personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail :

***A** notre maître et promoteur **Pr Djamel Khelef** : Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'avoir accepté de nous encadrer, nous le remercions profondément d'avoir été présent à tout moment pour la réalisation de ce travail, pour ses encouragements continuels et motivants, pour son soutien moral et ses remarques pertinentes. Nous voudrions également lui témoigner notre sincère gratitude pour sa patience et son énorme gentillesse qui nous ont été précieuses afin de mener ce travail à bon port.*

***A** notre présidente de jury, le Docteur **Mimoune Nora** qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre jury, Veuillez accepter nos sentiments de vive reconnaissance et de profond respect.*

***A** notre jury de mémoire, le Docteur **Hani Amira** pour avoir accepté d'examiner notre travail et pour l'honneur qu'elle nous a fait par sa présence à notre soutenance.*

***A** Docteur **Ammari Chama** nous vous présentons nos vifs remerciements pour tout ce que vous avez fait pour réaliser ce travail. Vous l'avez inspiré et dirigé avec une disponibilité constante, vos compétences, votre rigueur ainsi que vos conseils mémorables nous ont beaucoup appris.*

Enfin un sincère merci à nos parents, nos proches, nos amis tous ceux qui ont participé de près ou de loin de la réalisation de ce travail.

Dédicaces

A mes chers parents

Pour l'affection dont ils m'ont toujours comblé et les sacrifices infinis qu'ils n'ont cessé de consentir, pour leur amour, leur tendresse, leur soutien pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui et pour mon éducation. Veuillez trouver à travers ce modeste travail, l'expression de mon amour et mon respect les plus sincères. Qu'ALLAH puisse vous accorder une longue vie pleine d'amour, de bonheur et de paix.

A mes sœurs et mon frère

Younes, Soumia, Djohaina et la Petite Djouri Rawan

Avec tous mes vœux de réussite et de bonheur, avec tout mon attachement et ma tendresse.

A la mémoire de ma tante Saliha

Qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je te dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu t'accueille dans son vaste paradis.

A ma chère binôme Sonia

Pour sa sympathie et compréhension

A la plus belle et ma sœur Fatima

Merci pour ton amour, ton amitié sans faille, pour tous les moments inoubliables qu'on a partagé, pour tes encouragements permanents, pour être ma sœur durant ces cinq années.

A mes chères amies

Amira, ma grande sœur Safia, zowakha Salma, Sara math, Sara physique, Rokaya, Hanane, Leila, Sana, Lisa, Rabab, Chafia, imene, Rania, Asoom.

Pour leur aides et support dans les moments difficiles.

A toute ma famille,

A tous mes autres amies,

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment,

Je vous aime.

Kamelia Belhout



Dédicaces

A mes chers parents

*Qui m'ont soutenu et encourager pendant toutes ces années et qui ont fait de moi la personne
que je suis aujourd'hui*

A ma petite sœur

A ma binôme

Qui a partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail

A tous mes amis

Qui ont toléré mes idioties et mes petites folies

A tous ceux qui ont participé a ma réussite

Et

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur

Puisse dieu vous donner santé, réussite et plein de bonheur

OURDACHE Sonia

Résumé

Durant les 20 dernières années, l'industrie avicole s'est développée de façon phénoménale à travers le monde. La consommation de poulet de chair a augmenté en raison de la diversité de son utilisation comme viande.

Mais l'industrie n'a pas vraiment pensé aux animaux, beaucoup de fermes avicoles ont été construites et aménagées sans tenir compte de leur bien être. Par conséquent, leurs performances zootechniques ont diminués et des problèmes de production majeurs sont apparus.

À la recherche de nouvelles stratégies naturelles d'amélioration de la qualité de vie des poulets ainsi que de leurs performances zootechniques, et de lutte contre la coccidiose qui est directement liée à l'apparition de ces perturbations, nous nous sommes intéressées aux symbiotiques comme alternatives aux facteurs de croissance (antibiotiques) utilisés dans les élevages de nos jours.

Mots clés : symbiotiques, coccidiose, poulet de chair, élevage.

ملخص

على مدار العشرين عامًا الماضية ، انتشرت تربية الدواجن بشكل هائل في جميع أنحاء العالم. زاد استهلاك الدجاج بسبب تنوع استخدامه كالحوم.

لكن الصناعة لم تفكر حقًا في الحيوانات ، فقد تم بناء العديد من مزارع الدواجن وتطويرها دون اعتبار لرفاهيتها. وبالتالي ، فقد تضاعف أدائهم في تربية الحيوانات وظهرت مشاكل إنتاج رئيسية.

بحسب بحثنا عن استراتيجيات طبيعية جديدة لتحسين ظروف معيشة الدجاج بالإضافة إلى أدائها ، ولمكافحة الكوكسيديا التي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بظهور هذه الاضطرابات ، فقد وجهنا اهتمامنا بالمنتجات التكافلية كبديل لعوامل النمو. (المضادات الحيوية) المستخدمة في المزارع اليوم.

الكلمات المفتاحية: التكافل ، الكوكسيديا ، دجاج التسمين ، تربية.

Summary

Over the past 20 years, the poultry industry has grown phenomenally across the world. The consumption of broilers has increased due to the diversity of its use as meat.

Unfortunately the industry has not thought much about the animals, and many poultry farms were built without regard to their welfare. Consequently, their zootechnical performance has diminished and major production problems have arisen.

In search of new natural strategies to improve the quality of life of chickens as well as their zootechnical performance, and to fight against coccidiosis which is directly linked to the appearance of these disturbances, we are interested in symbiotics as alternatives to the growth factors agents (antibiotics) used in farms nowadays.

Key words: symbiotics, coccidiosis, broiler chickens, breeding.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Le poulet de chair	2
1 L'anatomie de l'appareil digestif	2
1.1 Le bec	3
1.2 La cavité buccale	3
1.3 Les glandes salivaires	3
1.4 L'œsophage	3
1.5 Le jabot	4
1.6 Estomacs	4
1.7 Intestin	4
1.8 Cloaque	5
2 La digestion et la microflore digestive chez le poulet	5
2.1 La flore	5
2.2 La digestion	5
2.3 Répartition de la flore intestinale chez le poulet	6
2.4 Rôle de la flore digestive	6
2.4.1 Aspect nutritionnel	7
2.4.1.1 La digestion des glucides	7
2.4.1.2 La digestion des protéines	7
2.4.1.3 La digestion des lipides	7
2.4.1.4 La digestion des vitamines et minéraux	7
2.5 L'effet de la flore digestive sur la physiologie et la santé de l'animale	8
2.5.1 Effet sur la physiologie digestive	8
2.5.2 Effet sur la santé de l'animal	8
2.5.2.1 Effet sur le système immunitaire	8
2.5.2.2 Protection contre les microorganismes	9
2.5.2.3 Conséquence sur la qualité de la viande	9
Chapitre 2: Elevage des poulets de chair	10
1 Les pratiques d'élevage	10
1.1 La conception du bâtiment	10
1.1.1 Situation et emplacement	10
1.1.2 La ventilation	11
1.1.2.1 La ventilation naturelle ou statique	11

1.1.2.2	La ventilation mécanique ou dynamique	11
1.1.3	La température.....	12
1.1.4	L'humidité.....	12
1.1.5	La densité	13
1.1.6	La litière :	13
1.1.7	La lumière :	13
1.2	L'alimentation.....	14
1.3	L'eau.....	14
Chapitre 3: La coccidiose		16
1	Définition	16
2	Epidémiologie	16
3	Etiologie	17
3.1	Classification et identification	17
3.2	Cycle évolutif.....	18
4	Etude clinique.....	20
4.1	Les signes cliniques.....	20
4.2	Les lésions.....	20
4.3	Diagnostic	21
4.3.1	Les données épidémiologiques.....	22
4.3.2	La coprologie microscopique	22
4.3.3	La Nécropsie.....	22
4.3.4	La PCR (Polymerase Chain Reaction).....	23
4.3.5	COCCIMORPH.....	23
5	Contrôle et prévention.....	23
5.1	Prophylaxie sanitaire	23
5.2	Prophylaxie médicale	24
Chapitre 4 : les symbiotiques		25
1	Les additifs alimentaires	25
1.1	Définition	25
1.2	Classification.....	25
1.2.1	Les antibiotiques.....	25
1.2.1.1	Définition	26
1.2.1.2	L'antibiorésistance.....	26
1.2.1.2.1	Définition	26
1.2.1.2.2	Les types de résistance.....	26

1.2.2	Les produits alternatifs aux antibiotiques	27
1.2.2.1	Les acides organiques	27
1.2.2.2	Les huiles essentielles	27
1.2.2.3	Les enzymes	28
1.2.2.4	Les épices et les extraits des plantes	28
1.2.2.5	Les probiotiques	29
2	Les symbiotiques	29
2.1	Définition	29
2.1.1	Les prébiotiques.....	29
2.1.1.1	Définition	30
2.1.1.2	Mode d'action des prébiotiques.....	30
2.1.1.3	Les classes des prébiotiques	30
2.1.1.4	Les monosaccharides	30
2.1.1.4.1	Les disaccharides naturels	31
2.1.1.4.2	Les oligosaccharides.....	31
2.1.1.5	L'effet des prébiotiques sur la santé de l'hôte.....	31
2.1.2	Les probiotiques	32
2.1.2.1	Définition	32
2.1.2.2	Les microorganismes probiotiques autorisés aujourd'hui en alimentation avicole	32
2.1.2.2.1	Les bactéries lactiques	32
2.1.2.2.2	Les bifidobactéries	33
2.1.2.2.3	Les levures	33
2.1.2.3	Les critères de sélection des probiotiques	33
2.1.2.4	Mode d'action des probiotiques	34
2.1.2.4.1	Compétition pour la fixation	34
2.1.2.4.2	La production des substances antimicrobiennes	34
2.1.2.4.3	Neutralisation des produits toxiques	35
2.1.2.4.4	Stimulation de système immunitaire	35
2.1.2.5	Les effets santé associés aux probiotiques	35
	Conclusion	36

Liste des tableaux

Tableau 1: La variation de la zone de confort thermique en fonction de l'âge des poulets	12
Tableau 2: Les normes de densité en élevage de poulet de chair	13
Tableau 3: Effets positifs des prébiotiques sur la santé (effets probables ou suspectés)	31
Tableau 4: Principaux microorganismes utilisés comme probiotiques	33

Liste des figures

Figure 1: Vue latérale du tractus digestif du poulet après autopsie(VILLATE, 2018).	2
Figure 2: Effet de la température sur la répartition des poussins au sein de l'élevage	12
Figure 3: Système d'abreuvement automatique	15
Figure 4: Oocyste de coccidie sporulé (Eimeria)(GUERIN ET AL, 2018).	18
Figure 5: Cycle biologique d'Eimeria chez les poulets	19
Figure 6: Des lésions caractéristiques d'E.necatrix sur la séreuse	21
Figure 7: Les mérozoïtes d'Eimeria necatrix	21
Figure 8: Lésion causée par E.tenella.....	23
Figure 9: La Tenue de travail des ouvriers	24

Symboles et abréviations

°C : Degré Celsius

% : Pourcentage

J : Jour

h : Heure

min : Minute

ATB : Antibiotique

° : Degré

pH : Potentiel hydrogène

FOS : Fructo-oligosaccharide

Vit : Vitamine

Hcl : Acide chlorhydrique

Ig : Immunoglobuline

NK : Natural Killer cellule

IFN : Interferon

E : Eimeria

ml : Millilitre

m : Mètre

OPG : oocyste par gramme

Introduction

La viande blanche a une grande valeur biologique et représente une source précieuse de protéines animales, d'ailleurs l'élevage du poulet de chair se pratique partout dans le monde sous des conditions très variables, mais l'objectif principal est presque toujours le même, une production maximale à un coût minimal, assurant ainsi l'équilibre nutritionnel des populations, et selon les statistiques, le nombre des élevages a triplé ces 20 dernières années pour arriver à une production de 60 billions de carcasses par an au niveau mondial (B.DAMER ET F.TOMLEY, 2014)

L'élevage moderne en s'intensifiant, place les animaux dans des conditions non naturelles (densité importante d'animaux, la variabilité de la nature et de l'origine des aliments, coproduits des industries agro-alimentaires, les transitions alimentaires, séparation des nouveaux nés de leur mère, stress...) qui leurs sont défavorables.

De ceci découlent des problèmes de production majeurs dont les pertes économiques sont liées à la diminution des performances zootechniques des animaux (gain de poids faible et indice de consommation élevé) et à la détérioration de leur état général de santé : désordres intestinaux, diarrhées, infections, maladies. Ce qui fait des maladies parasitaires les maladies les plus importantes (MADR, 2003), d'ailleurs la coccidiose entraîne encore de grosses pertes économiques estimées à 3 billions de dollars par an (Williams 1999 ; B.DAMER ET F.TOMLEY, 2014)

Autrefois, les antibiotiques étaient les facteurs de croissances les plus utilisés pour améliorer l'indice de consommation, la vitesse de croissance et augmenter par conséquent la productivité et la rentabilité des élevages. Cependant, l'usage excessif des antibiotiques dans les élevages avicoles comme facteur de croissance et dans la prophylaxie depuis les années cinquante a favorisé l'émergence et la dissémination des antibiorésistances à grande échelle.

Cette situation a amené la recherche à développer de nouvelles stratégies pour trouver des alternatives et parmi ces alternatives, nous avons les symbiotiques qui sont une association de prébiotiques et de probiotiques. L'objectif de ces derniers est l'amélioration de l'efficacité nutritionnelle d'un aliment et l'augmentation de la production tout en maintenant un bon état général de santé des animaux.

Cette synthèse bibliographique sur l'effet des symbiotiques sur les performances zootechniques et sur la coccidiose détaillera, dans un premier chapitre, les aspects relatifs au poulet de chair. Par la suite, un deuxième chapitre sera consacré à l'élevage. Le troisième chapitre décrira la coccidiose. Et le dernier chapitre sera une étude sur les symbiotiques.

Chapitre 1 : Le poulet de chair

1 L'anatomie de l'appareil digestif

Le tube digestif des volailles est un ensemble d'organes qui concourent à la digestion. Ces organes assurent la préhension, le transport et la digestion par un ensemble de phénomènes mécaniques et chimiques au cours desquels les aliments sont transformés en éléments simples assimilables par le sang. Les déchets issus de cette digestion sont expulsés par l'anus (BOUCHAIB, 2017).

Anatomiquement l'appareil digestif des oiseaux est constitué par: un bec, une cavité buccale dépourvue de dents, un gosier, un œsophage, un jabot, des estomacs sécrétoire et musculaire, l'intestin débouchant dans le cloaque puis l'anus. Il comprend bien sûr toutes les glandes annexes : glandes salivaires, foie et pancréas. (VILLATE, 2018).

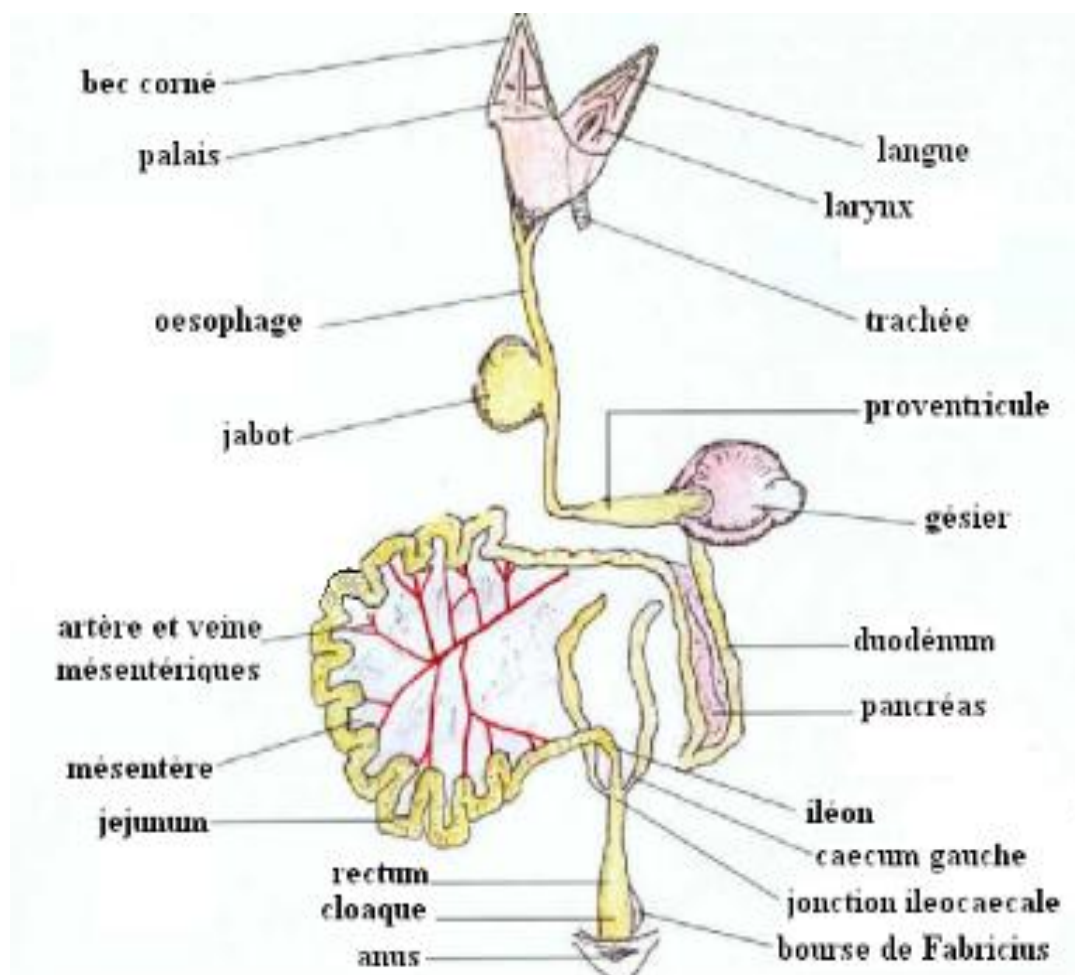


Figure 1: vue latérale du tractus digestif du poulet après autopsie (VILLATE, 2018).

1.1 Le bec

Le bec est formé de deux parties cornées (rhamphothèque ou rostrum) recouvrant les parties osseuses de la mâchoire (bec supérieur) et de la mandibule (bec inférieur). Il est moulé sur le squelette dont il épouse la forme, spatulé chez les oies et les canards. Il est dur et épais, surtout à son extrémité (culmen) et sur les bords (tomies). La partie cornée croît constamment et s'use par frottement. Si la mandibule ou la mâchoire sont brisées, la partie intacte peut subir un allongement considérable.

Le bec supérieur des poussins et de tous les oiseaux nouveau-nés possède une « dent » cornée sur sa face externe. C'est le « diamant », organe de l'éclosion qui sert à percer la coquille de l'œuf et qui tombe au bout de quelques jours. La tête des oiseaux est ainsi très légère car ils n'ont plus de mâchoires et ont perdu les dents de leurs ancêtres reptiliens. Ils saisissent leur nourriture avec leur bec, dont l'aspect varie en fonction du régime alimentaire, et ils l'avalent directement sans la mâcher, ce qui entraîne des adaptations précises de l'appareil digestif (estomac musculeux), (GUERIN ET AL, 2018).

1.2 La cavité buccale

La cavité buccale est limitée rostralement par le bec et caudalement par le pharynx. Elle présente au niveau du plafond une fente longitudinale où débouchent les deux choanes (voies respiratoires). Seul le palais dur existe, la langue a une forme triangulaire et est soutenue par l'appareil hyoïdien. Ses muscles intrinsèques lui confèrent une souplesse réduite (BOUCHAIB, 2017).

1.3 Les glandes salivaires

Les glandes salivaires annexées à la cavité buccale sont groupées en massifs éparpillés et chaque glande possède plusieurs fins canaux excréteurs, soit une centaine en tout. On distingue les glandes mandibulaires, palatines, maxillaires, sublinguales, linguales, angulaires, cricoaryténoïdes, et sphénoptérygoïdes. La salive de la Poule possède une amylase mais son rôle essentiel est de lubrifier et de ramollir les aliments (LEZZAR, 2018).

Elles participent ainsi à la régulation thermique des oiseaux par évaporation de l'eau lors des polypnées thermiques ou halètements ou lors des mouvements gulaires très particuliers propres à certaines espèces comme les pigeons ou les canards (VILLATE, 2018).

1.4 L'œsophage

C'est un organe tubuliforme, musculo-muqueux et très dilatable. Il est tapissé d'une muqueuse aux plis longitudinaux très marqués et d'une musculature longitudinale interne très développée. Il s'étend de la portion cervicale à la portion intra-thoracique et se renfle en un réservoir appelé « jabot » juste avant de pénétrer la cavité thoracique. Il assure le transit de l'aliment soit vers le jabot (lorsque la jonction œsophago-ingluviale est ouverte et que le gésier est plein), soit vers le proventricule (lorsque la jonction œsophago-ingluviale est fermée et que le gésier est vide), (LEZZAR, 2018).

1.5 Le jabot

Le jabot est un élargissement de l'œsophage en forme de réservoir situé à la base du cou, au ras de l'entrée de la poitrine. Rudimentaire chez de nombreux oiseaux, il est bien développé chez nos espèces domestiques (sauf chez le canard). Il se présente chez la poule sous la forme d'un sac ventral très extensible qui adhère dans sa partie ventrale à la peau et aux muscles sous-cutanés du cou et dans sa partie caudo-dorsale aux muscles pectoraux droits. Sa paroi, qui est très mince, a une musculature (lisse) peu développée mais est riche en fibres élastiques (ALAMARGOT, 1982).

1.6 Estomacs

L'estomac des oiseaux est composé de deux parties bien distinctes : une partie glandulaire (proventricule ou ventricule succenturié) c'est l'estomac sécrétoire ; une partie musculaire (gésier) : c'est l'estomac broyeur (GUERIN ET AL, 2018).

❖ Proventricule

C'est l'estomac sécrétoire (enzymes et acide chlorhydrique). La pepsine sécrétée et excrétée par les glandes du proventricule possède un équipement enzymatique complet : lipases, amylases, protéases. Elle est élaborée par les cellules pepsinogènes. La sécrétion d'acide chlorhydrique se fait à partir des ions chlore du sang. Elle augmente considérablement au cours des repas.

Le mucus sécrété par les cellules caliciformes inhibe l'autodigestion de la paroi par adsorption de la pepsine. Cette capacité peut être exclue par un traumatisme quelconque (GUERIN ET AL, 2018).

❖ Gésier

C'est l'estomac broyeur, qui écrase les aliments par un effet de meule permis par sa puissance musculaire. La plupart des oiseaux mangeurs de plantes et de graines améliorent cet effet en ingérant tous les jours quantité de petits cailloux : le grit, qui doit être composé de gravier fin à bords émoussés non traumatisants.

Le gésier et la partie musculaire du réservoir gastrique, composé d'une séreuse, d'une musculature très épaisse et d'une muqueuse recouverte d'un étui corné très coriace, constitué par la solidification de sécrétions gastriques protégeant la muqueuse et la musculature sous-jacentes de blessures éventuelles. Il existe un va-et-vient continu des ingesta entre le proventricule, le gésier et le duodénum, et chaque segment assure à sa manière une étape de la digestion (GUERIN ET AL, 2018).

1.7 Intestin

Le développement de l'intestin est fonction de régime alimentaire des oiseaux. Son calibre est régulier et peu différencié, ses parois épaisses pour le duodénum, l'iléon, les caeca et le colon, et beaucoup plus fines pour les autres parties.

L'intestin grêle des oiseaux est divisé en trois parties anatomiques plus ou moins distinctes : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. Ce dernier débouche dans le colon (ou gros intestin), qui s'achève par le cloaque. Deux appendices sont accolés à la jonction iléon-colon : ce sont les caeca (GUERIN ET AL, 2018).

1.8 Cloaque

Le cloaque est l'ouverture commune des voies digestives, urinaires et génitales. Il est divisé par deux plis transversaux en trois parties :

- **Le coprodéum** : large, qui collecte les excréments.
- **L'urodéum** : plus petit, qui reçoit les conduits urinaires et génitaux.
- **Le proctodéum** : qui résulte d'une dépression de l'ectoderme embryonnaire et s'ouvre à l'extérieur par le ventus. Aux dépens de son plafond se développe une formation juvénile, un véritable « thymus cloacal » : la bourse de Fabricius (Guérin et al, 2018).

2 La digestion et la microflore digestive chez le poulet

2.1 La flore

La flore digestive au sens large comprend les organismes unicellulaires situés dans le tractus digestif, c'est-à-dire les bactéries, les champignons et les protozoaires (MANSOURI, 2012). Chez les oiseaux, la flore intestinale du jabot à l'intestin est composée principalement de *lactobacillus*, alors que les caeca hébergent surtout des anaérobies strictes (SCHREZENMEIR et DE VRESE, 2001; LAN ET AL, 2002).

Elle varie en fonction de l'âge, de l'animal, de son environnement, du stress et de l'alimentation. Elle entraîne des changements de la structure et du fonctionnement du tube digestif. Elle entraîne des modifications de la digestion des aliments, ainsi qu'une augmentation des besoins énergétiques. La flore indigène a des conséquences sur la santé de l'animal du fait de la production de différents métabolites (FULLER, 1989; APAJALAHTI et BEDFORD, 2000 ; KUNG, 2001; GONG, 2003). A l'éclosion, le tube digestif est stérile. La flore qui va s'installer dépend de l'environnement de l'œuf au moment de l'éclosion qui définit l'ordre dans lequel les animaux sont exposés aux microorganismes et de leur aptitude à coloniser l'intestin (GABRIEL ET AL, 2005).

La flore digestive peut se trouver dans la lumière intestinale ou adhérer à la muqueuse digestive. La flore luminale dépend des nutriments disponibles, de la vitesse de transit et de la présence ou non de substances antimicrobiennes (SCHREZENMEIR et DE VRESE 2001). La flore des muqueuses dépend de l'expression par l'hôte de sites d'adhésion spécifiques sur les membranes des entérocytes, de la vitesse de production de mucus, de la production d'anticorps sécrétoires, et de l'extrusion de matériel cellulaire de la membrane (FRETER, 2004; SUN, 2004 ; GABRIEL ET AL, 2005).

2.2 La digestion

La microflore intestinale constitue un potentiel enzymatique qui joue un rôle important dans la digestion et l'absorption des nutriments ; exemple de la digestion de cellulose qui se fait en présence d'une enzyme : la cellulase, or cette dernière est absente de la plupart des intestins de vertébrés, et ce sont que les micro-organismes présents dans le tractus digestif qui assurent une digestion symbiotique de la cellulose. (TODAR, 2004 ; SOUILEM, 2002).

Les substrats issus d'aliments peu digestibles subissent une fermentation bactérienne plus importante que les aliments hautement digestibles. Les bactéries se trouvant dans la lumière intestinale utilisent les nutriments au même temps que la cellule hôte, d'autres encore possèdent un capital enzymatique plus riche que celui de l'hôte, ces bactéries peuvent à leurs tour libérer des nutriments absorbables par l'hôte. Ainsi, la suppression d'antibiotiques peut entraîner une augmentation de la digestibilité de la matière sèche. (RAHARJO ET FARRELL, 1984, cité par MALET, 2001, FULLER, 2000).

2.3 Répartition de la flore intestinale chez le poulet

Le tube digestif des oiseaux, comme celui des mammifères renferme une population microbienne extrêmement riche et diversifiée, composée de nombreux microorganismes différents (CHAFALIS, 2006). IL contient donc une large population bactérienne de différents types métaboliques et morphologiques. Ainsi, le nombre total de cellules bactériennes est plus important que le nombre de cellules eucaryotes constituant le corps de l'hôte (GABRIEL ET AL, 2003).

La répartition de la flore varie selon les segments du tube digestif (BOURLIOUX, 2004). Chaque segment définit un biotope distinct, possédant une flore caractéristique. La flore luminale dépend de la teneur du milieu en oxygène, des sécrétions du tube digestif, des nutriments disponibles et de la vitesse du transit. (TODAR, 2004 ; RICHARD, 1982 ; FULLER, 2000).

La microflore bactérienne peut être divisée en trois groupes distincts (GABRIEL ET AL, 2005)

- 1. LA FLORE DOMINANTE :** C'est la microflore résidente, autochtone ou indigène. Représente 90% de la flore totale, composée principalement de *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* et bactéroïdes. (RICHARD ET AL, 1989 ; GOURNIER-CHATEAU, 1994).
- 2. LA FLORE SOUS DOMINANTE :** Représente (1%) de la flore totale, comprend les *Escherichia coli*, les *Enterococcus* et les *Streptococcus*. C'est la flore surajoutée, acquise par l'alimentation, l'environnement, le mode de vie ; c'est la microflore intermédiaire, de protection et de tolérance (CHOUDER, 2006).
- 3. LA FLORE RESIDUELLE :** Inférieure à 0,01%, comportant des Protéus, des *Clostridium*, des *Staphylococcus*, des *pseudomonas*, des levures appartenant à l'espèce *Candida*, des champignons ainsi que des bactéries à pouvoir pathogène potentiel. (GOURNIER-CHATEAU, 1994).

2.4 Rôle de la flore digestive

La flore digestive semble avoir des fonctions nutritionnelles, métaboliques, immunologiques et protectrices (LAM ET AL, 2005).

2.4.1 Aspect nutritionnel

2.4.1.1 La digestion des glucides

Parmi les glucides on distingue deux types : ceux que l'oiseau peut digérer (amidon, dextrine, oligosaccharides et monosaccharides) et ceux qui ne peuvent être utilisés que par la microflore, les polysaccharides non amylacés (cellulose, hémicellulose, substances pectiques). Dans le cas des glucides utilisables par l'hôte, la microflore ne semble pas intervenir. En effet elle ne peut pas modifier l'activité des enzymes impliquées dans leur digestion, telle que l'amylase pancréatique ou les disaccharidases intestinales, ni l'absorption du glucose. Bien qu'au niveau du jabot, certaines souches de lactobacillus auraient une activité amylolytique secondant l'action des amylases endogènes. En ce qui concerne les glucides que l'oiseau ne peut utiliser, ils sont fermentés par la microflore, dans le jabot et principalement au niveau des caeca (GABRIEL ET AL, 2003).

2.4.1.2 La digestion des protéines

D'après SALTER(1973), La microflore aurait un effet positif sur la digestion des protéines dans le cas de protéines de mauvaise qualité qui sont mal hydrolysées par l'hôte et pourraient être hydrolysées par la microflore. Dans le cas des protéines sévèrement modifiées par la chaleur, même la microflore ne pourrait les hydrolyser. Par ailleurs la microflore pourrait avoir un rôle sur la digestibilité dans la mesure où elle augmente la production de protéines endogènes (mucus, débris cellulaire, biomasse microbienne) (KUSSAIBATI ET AL, 1982). Cependant, globalement, il semblerait que dans le cas d'une alimentation constituée de protéines de bonne qualité, la microflore ait peu d'effet.

2.4.1.3 La digestion des lipides

Comme chez tous les animaux, la flore digestive des oiseaux modifie largement les sels biliaires : déconjugaison, désulfatation et déhydroxylation. En outre elle participe à la saturation des acides gras polyinsaturés par hydrogénation (LARBIER ET LECLERCQ, 1994). Comme les sels biliaires servent à la formation des micelles, leur faible concentration réduit la solubilisation des lipides et donc leur absorption, en particulier ceux contenant des acides gras saturés à longue chaîne (GABRIEL ET AL, 2003 cité par CHAFAI 2006).

2.4.1.4 La digestion des vitamines et minéraux

La microflore intervient également sur le métabolisme minéral et vitaminique. Elle a un effet négatif sur l'absorption du calcium et entraîne une augmentation des besoins en magnésium et en phosphore (GABRIEL ET AL, 2003).

Les vitamines hydrosolubles, surtout de groupe B, sont synthétisées en quantités appréciables par la flore bactérienne au niveau des cæcums du poulet (SOUILEM ET GOGNY, 1994). Ainsi que la vitamine K, mais en quantité insuffisante pour répondre aux besoins. Mais elles seraient utilisées par elles-mêmes, sauf l'acide folique qui pourrait servir à l'animal. En présence de flore les besoins en vitamines seraient augmentés pour détoxifier les produits bactériens et répondre au stress physiologique (CHAFAI, 2006).

2.5 L'effet de la flore digestive sur la physiologie et la santé de l'animale

2.5.1 Effet sur la physiologie digestive

La microflore et la muqueuse digestive ont des relations à la fois symbiotiques et compétitives qui entraînent des modifications de la structure et du fonctionnement du tube digestif (CARTELO, 2016).

- ❖ Production de différents métabolites par les bactéries tels que les acides gras volatils, l'ammoniaque et les amines, seraient responsables du développement plus important des tissus intestinaux (MURAMATSU, 1990 ; FURUSE ET AL, 1991).
- ❖ Production et hydrolyse du mucus en entraînant l'augmentation de la production des mucines (SAKATA ET SETOYAM, 1995), qui pourraient être utilisées comme source de carbone et d'énergie par certaines bactéries grâce à leurs activités glycosidiques (GABRIEL ET AL, 2005).
- ❖ Modification de transit intestinale :
Chez l'oiseau la flore ne semble pas modifier la vitesse de transit (COATE, 1973). Cependant, l'effet de la flore sur le transit pourrait dépendre du type de régime. Ainsi cet effet a été observé dans le cas de régimes contenant des matières premières riches en polysaccharides non amylacés hydrosolubles qui augmentent la viscosité des contenus digestifs (NAHASHON et al 1994 cité par CARTELO 2016).

2.5.2 Effet sur la santé de l'animal

2.5.2.1 Effet sur le système immunitaire

L'immunité intestinale est activée au niveau des plaques de Peyer, elle est assurée par les lymphocytes intra épithéliaux et lymphocytes des follicules lymphoïdes, comportant une région centrale, les lymphocytes B et une région latérale de lymphocytes T. Au-dessus de ces structures se trouvent les cellules M, qui sont spécialisées dans le transport de particules vers le follicule. Lorsqu'un lymphocyte est activé par une cellule dendritique présentant un antigène, il quitte la muqueuse dans la lymphe et passe dans la circulation sanguine par le canal thoracique. Ce lymphocyte activé colonise ensuite la même région de la muqueuse ou d'autres sites actifs de la muqueuse (CHOUDER, 2006).

La flore intestinale déclenche une réponse immunitaire spécifique systémique et locale, ensuite elle intervient dans la régulation de la réponse immunitaire en influant le nombre et la distribution des populations cellulaires du système immunitaire intestinal (SALMINEN ET AL, 1998).

La flore digestive est le stimulus antigénique majeur responsable de la migration et de la maturation des cellules lymphoïdes précurseurs présentes dans les plaques de Peyer. Ainsi, elle agit sur le développement et la maturation des plasmocytes producteurs d'IgA sécrétoires, (GABRIEL ET AL, 2003). Certaines bactéries stimulent l'immunité non spécifique en activant la fonction des macrophages (phagocytose, synthèse de cytokines), (MOREAU ET GABORIAU-ROUTHIAU, 2000).

Les bactéries intestinales ont des propriétés immunomodulatrices différentes suivant les espèces (Gabriel et al, 2003), liées probablement à la composition de leur paroi cellulaire (HERICH ET LEVKUT 2002). Ainsi, les conséquences sur la réponse immunitaire de l'animal dépendant de la composition de la flore.

2.5.2.2 Protection contre les microorganismes

La flore autochtone empêche l'implantation de la flore pathogène. Ce phénomène, appelé « effet barrière », se met en place avant la maturité complète du système immunitaire du tube digestif. Cet effet barrière peut être dû à la production de substances antimicrobiennes par la flore autochtone (GABRIEL ET AL, 2003).

Le docteur SERGI ROLLAN définit « l'effet de barrière » d'une part par l'impossibilité pour la flore de passage de rester et d'autre part la protection contre les infections des germes exogènes, lorsqu'une flore de passage entre en contact avec les villosités intestinales, des anticorps sont sécrétés par les plasmocytes de la paroi intestinale entre autres les IgA sécrétoires. Ces dernières agglutinent la flore exogène et empêchent l'adhérence des bactéries à l'épithélium de la muqueuse, chaque étape de notre vie a donc son effet barrière qui évolue avec notre mode d'alimentation.

Les mécanismes à la base de cet effet barrière sont variés. Certaines bactéries bénéfiques créent un micro-environnement hostile aux autres espèces bactériennes en produisant des métabolites antimicrobiens comme des acides gras à chaîne courte, des bactériocines, ou des métabolites de l'oxygène. Elles modifient des récepteurs utilisés par les bactéries néfastes ou leurs toxines, empêchant ainsi leur développement dans le tube digestif. La flore bénéfique intervient aussi par l'utilisation compétitive de nutriments essentiels (GABRIEL ET AL, 2005).

2.5.2.3 Conséquence sur la qualité de la viande

La microflore intestinale peut avoir des effets aussi bien sur la qualité bactériologique des produits que sur leur composition et qualités organoleptiques.

En ce qui concerne la viande, certains effets ont pu être observés sur sa qualité lorsque la flore intestinale est modifiée par l'utilisation d'antibiotique ou de probiotiques. Ainsi, l'utilisation de probiotiques peut diminuer la teneur en lipides de la carcasse dont le cholestérol (WAMBEKE ET PETERS, 1995 ; HADDADIN ET AL, 1996). Les qualités organoleptiques de la viande peuvent aussi être modifiées. De même, la modification de la flore intestinale au moyen de l'alimentation entraîne une modification de la saveur de la viande (MEAD ET AL, 1983), tout comme l'utilisation d'antibiotique (SHELDON ET ESSARY, 1982).

Chapitre 2: Elevage des poulets de chair

1 Les pratiques d'élevage

Les pratiques d'élevage sont le fruit de l'interaction humaine positive avec les animaux et leur environnement et selon la définition du Farm Animal welfare Committee, ces pratiques d'élevage s'appuient sur trois éléments fondamentaux :

1. La connaissance de l'élevage des animaux
2. Les compétences nécessaires à l'élevage des animaux
3. Les qualités personnelles : affinité et empathie envers les animaux et la capacité à répondre à leur besoins, être attentif et patient (AVIAGEN, 2018).

L'objectif du producteur de poulets de chair est que le lot atteigne les performances requises en termes de bien-être animal, poids vif, indice de consommation, uniformité et rendement en viande, tout en respectant les contraintes économiques. (AVIAGEN, 2018).

La réussite de la production de poulets de chair dépend de la réussite de chaque étape et pour obtenir des performances maximales il est nécessaire de respecter les Cinq Libertés pour le bien-être animal :

- Ne pas souffrir de la faim ou de la soif.
- Ne pas souffrir de contraintes physiques.
- Être indemne de douleurs, de blessures et de maladies.
- Avoir la liberté d'exprimer des comportements normaux.
- Être protégé de la peur et de la détresse.

L'environnement dans lequel vivent les volailles joue un rôle très important dans leur croissance et développement, ce qui rend la réalisation d'une ambiance optimale et la mise en disposition d'eau et d'aliments conformes aux besoins de ces oiseaux l'objectif de chaque bâtiment d'élevage

Il existe plusieurs facteurs qui influencent cette ambiance climatique, et parmi ces facteurs on cite :

1.1 La conception du bâtiment

1.1.1 Situation et emplacement

Lors du choix du terrain où sera implanté le bâtiment il faut tenir compte de la topographie et la direction des vents dominants.

Le bâtiment ne devant être ni encaissé ni trop exposé aux intempéries donc l'implanter sur un terrain plat (en cas d'bâtiment implanté dans une vallée on constate une insuffisance de ventilation et lors d'un cas d'un bâtiment situé sur une colline on constate une ventilation excessive coté des vents dominats) (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

Afin que la protection contre les intempéries (le soleil, la pluie, les prédateurs..) ainsi que la ventilation statique soit maximale le bâtiment doit être ouvert dans sa longueur et non pas dans sa largeur, avec une toiture a double pente (avec un écartement minimum entre les deux toits 20 cm). (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

Le toit doit déborder d'un 1,4m du grillage plus une construction de drains sous le débordement pour permettre l'écoulement de l'eau loin du poulailler (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

1.1.2 La ventilation

En aviculture on trouve qu'il y a plusieurs formes de ventilation, mais au fond elles appartiennent toutes à l'une de ces deux catégories : la ventilation naturelle ou la ventilation mécanique

1.1.2.1 La ventilation naturelle ou statique

Elle est basée sur l'effet de cheminée : l'air chaud s'élève et s'échappe par une ouverture dans le toit, au même temps l'air frais est aspiré par les entrées d'air sur les cotés (rideaux, portes ou des volets) (VOSTERMANS VENTILATION ,2019).

Ce type de ventilation est moins chère puisqu'elle fait appel a des ressources naturelles mais requière une gestion en continue car les rideaux et les volets doivent être réajustés en permanence en fonction des changements de l'environnement (AVIAGEN, 2018).

1.1.2.2 La ventilation mécanique ou dynamique

C'est le type de ventilation le plus répandu en élevage avicole, car il permet de mieux contrôler les conditions ambiante à l'intérieur du bâtiment.

Elle se fait grâce à des ventilateurs bien équipés qui assure la ventilation en permanence des volailles dès le plus jeune âge.

La ventilation joue un rôle très important dans :

- Apport d'oxygène nécessaire pour la vie des animaux
- Evacuation des gaz provenant de la fermentation de la litière
- Elimination des poussières
- Régulation de l'ambiance du bâtiment (température et humidité) (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

1.1.3 La température

Le chauffage est indispensable pour la réussite d'un lot de volaille et il est assuré soit par des radiants à gaz (chauffage localisé) soit à l'aide d'aérothermes qui pulsent un air chauffé dans le bâtiment (chauffage en ambiance) (GUERIN ET AL, 2018).

Un mauvais contrôle de la température peut provoquer une baisse de production, une diminution de la consommation de l'aliment et de l'eau et prédisposer les animaux aux infections secondaires (BRUGERE-PICOUX ET AL, 2015).

La chaleur doit être uniformément répartie dans tout le bâtiment. Une distribution de chaleur inégale peut avoir un effet négatif sur l'uniformité des oiseaux (AVIAGEN, 2018)

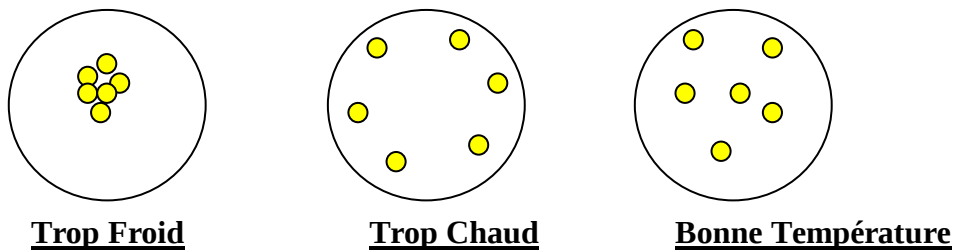


Figure 2: Effet de la température sur la répartition des poussins au sein de l'élevage

Le contrôle sévère de la température durant les premiers jours de vie du poussin est nécessaire car ce dernier ne règle lui même la température de son corps qu'à l'âge de 5 jours et il ne s'adaptera véritablement aux variations de température qu'à partir de 2 semaines (SURDEAU ET HENAFF, 1979).

Ce la explique pourquoi le poussin d'un jour a une zone de confort thermique très étroite (33,5°C à 34,5°C) (GUERIN ET AL, 2018).

- **Zone de confort thermique :** elle correspond a la zone de température corporelle pour la quelle une variation de la température ambiante n'entraîne pas de changement de production de chaleur par l'oiseau (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

Tableau 1: La variation de la zone de confort thermique en fonction de l'âge des poulets) (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

Age en semaines	3	4	5	6
Zone de confort thermique	27 à 30	23 à 27	20 à 25	17 à 23

1.1.4 L'humidité

L'humidité ambiante résulte essentiellement de la vapeur d'eau expirée par les animaux : elle dépend étroitement de la densité des animaux et la température ambiante (GUERIN ET AL, 2018).

Les valeurs recommandées varient de 60 à 75% selon le type de production. Une humidité excessive favorise la survie de certains agents pathogènes et la fermentation de la litière. Au

contraire une hygrométrie inférieure à 60% augmente la concentration des poussières en suspensions qui peuvent à la fois être vectrices de micro-organismes et facteur favorisant l'apparition de maladies respiratoires (GUERIN ET AL, 2018).

1.1.5 La densité

La densité est définie comme étant le nombre de sujets par unité de surface (GUERIN ET AL, 2011).

C'est un paramètre important qui influence le bien-être des oiseaux, les performances des poulets de chair, l'uniformité et la qualité des produits.

La densité d'élevage est déterminée par un certain nombre de paramètres comme :

- L'âge et le poids vif cibles à l'abattage.
- Le climat et de la saison.
- Le type de bâtiment et des systèmes qui régissent l'équipement, notamment la ventilation.
- La réglementation locale.
- Les exigences de certificats d'assurance qualité. (AVIAGEN, 2018).

Tableau 2: Les normes de densité en élevage de poulet de chair (CARTELO, 2017).

Âge (semaine)	Densité (Poulet/m2)
0-2	40
2-4	20
4 et plus	10

1.1.6 La litière :

Elle joue le rôle d'un isolant thermique et sa qualité influence la température ressentie par les animaux (GUERIN ET AL, 2018).

Elle ne doit pas être trop épaisse et elle doit être constituée d'une matière absorbante (copeaux de bois, paille hachée...) (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

L'impact de la qualité de la litière sur la santé est majeur : une litière dégradée génère des fermentations qui libèrent de l'ammoniac et peut également entraîner des lésions plantaires et des boiteries sans oublier que la paille humide peut moisir et représenter une source majeure des spores d'*Aspergillus* (GUERIN ET AL, 2018).

1.1.7 La lumière :

L'éclairage et son mode de gestion peuvent autant avoir une incidence sur la productivité que sur le bien-être des poulets de chair. (AVIAGEN, 2018).

La lumière intervient surtout dans le contrôle du comportement alimentaire. On peut ainsi rallonger la durée d'éclairement d'un bâtiment pour augmenter la prise alimentaire et rattraper un retard de croissance, mais il faut faire attention car un excès de luminosité dans un bâtiment est un facteur de risque majeur de névrosisme et de picage (GUERIN, 2018).

Une intensité lumineuse minimale de 20 lux sur au moins 80% de la surface du bâtiment devra être appliquée à partir du 7ème jour d'âge et jusqu'à 3 jours avant l'abattage.

Une période d'obscurité de 6h au minimum sur 24h, dont au moins 4h d'ininterrompues, devra être respectée. (GUERIN ET AL, 2018).

1.2 L'alimentation

L'aliment représente la part la plus importante du coût de production des poulets de chair c'est pour cette raison que la ration alimentaire doit couvrir les besoins d'entretien et de production des animaux en énergie, protéine, minéraux, vitamines d'une manière à optimiser les niveaux de production au cout le plus bas possible (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

La valeur nutritionnelle des ingrédients entrant dans la composition des aliments varie selon leur source, le climat, la saison et les méthodes de transformation de l'aliment. (AVIAGEN, 2018).

L'appétit des oiseaux est influencée par plusieurs facteur, elle est d'abord étroitement lié à leurs besoins énergétiques qui sont conditionnées par la taille de l'animal et son niveau de production (LARBIER ET LECLERCQ, 1992).

La forme de présentation de l'aliment peut aussi jouer un rôle dans la consommation en particulier la granulation accroît l'ingestion d'aliment chez le poulet (INRAP, 1992).

Donc une production réussie de poulets de chair dépend de la distribution d'un aliment de la meilleure qualité possible, tant en termes d'ingrédients, des procédés de transformation appliqués, que de la forme de l'aliment (AVIAGEN, 2018).

L'éleveur doit toujours avoir à l'esprit qu'il est plus avantageux de payer plus cher un aliment de qualité que de consacrer ces ressources financières à des spécialités pharmaceutiques pour aider les animaux à lutter contre des maladies qu'ils n'auraient peut être pas contractés s'ils avaient été bien nourris (AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010).

1.3 L'eau

Aspect quantitatif : elle doit être distribuée à volonté.

La consommation est égale à 1,8 à 2 fois celle de l'aliment pour une température ne dépassant pas 20°C, il est important de respecter et contrôler la consommation pour éviter à la fois la surconsommation et la sous consommation (INRAP, 1992).

Aspect qualitatif : la qualité de l'eau apparaît comme un facteur de risque dans de nombreuses enquêtes éco-pathologique, des analyses réalisées 2 fois par an permettent généralement de contrôler son évolution (INRAP, 1992).



Figure 3: Système d'abreuvement automatique (bigdutchmanusa.com).

Chapitre 3: La coccidiose

1 Définition

Les coccidies au sens large sont des sporozoaires c'est à dire des organismes composés d'une seule cellule et agents d'affection diverses (GUERIN ET AL, 2018).

Ces protozoaires sont des parasites intracellulaires obligatoires de vertébrés ou d'invertébrés (RIPERT ET AL, 2003) qui se multiplient rapidement au niveau des cellules de l'intestin grêle ou du caecum (HAFEZ, 2008).

2 Epidémiologie

Les coccidies sont des parasites ubiquitaires dans l'environnement et c'est la raison pour laquelle on trouve la coccidiose dans tous les types d'élevages qu'ils soient fermiers ou industriels (BADRAN et LUKEŠOVÁ, 2006).

Les volailles sont la principale source d'infection dans la mesure où elles polluent leur propre environnement, car les oiseaux infectés, tout comme ceux en guérison, excrètent le parasite et contaminent ainsi la nourriture, la litière, l'eau et le sol. La coccidiose se transmet d'un oiseau à un autre (de la même espèce) directement par l'ingestion de ces aliments souillés par les excréments porteurs d'oocystes (P.SAVILLE, 1999) (CORRAND ET GUERIN, 2010) (AVIA, 2013).

Il est possible aussi que ces oocystes soient transmis indirectement par des vecteurs mécaniques comme les oiseaux sauvages, les insectes, les rongeurs, la poussière ou bien le matériel d'élevage contaminé (les chaussures, les vêtements, etc.) (HAFEZ, 2008) (CORRAND ET GUERIN, 2010).

Les œufs ne sont pas contagieux tant qu'ils ne sporulent pas et leur sporulation nécessite seulement deux jours si les bonnes conditions sont réunies (AVIA, 2013) (HAFEZ, 2008) :

- Température de 21- 32°C (AVIA, 2013) (La chaleur est l'une des conditions principales pour la sporulation des oocystes c'est pour cette raison que les coccidioses sont plus fréquentes lors de la saison chaude (SMITH, 1995) (HAFEZ, 2008).
- Humidité de la litière d'au moins 20%, sporulation idéale (FANATICO, 2006).
- Oxygénation.

Les oocystes sont extrêmement résistants dans l'environnement (résistent même aux désinfectants), d'ailleurs ils peuvent rester dans la litière pour plusieurs mois (BADRAN et LUKEŠOVÁ, 2006) (HAFEZ, 2008) et une fois sporulés les oocystes peuvent rester infectant pour plusieurs mois tant que les conditions sont favorables (les températures au dessus 56°C et au dessous de 0°C sont létale pour les oocystes) (HAFEZ, 2008).

La densité d'animaux dans un élevage a un grand impact sur les coccidioses, dans un élevage où la densité est diminuée le nombre d'oocyste auquel les oiseaux sont exposés sera aussi diminué ce qui va leur permettre de gagner une immunité sans avoir à développer la maladie et leurs performances ne vont pas être diminuées et vis versa, quand la densité augmente le risque augmente à son tour (FANATICO, 2006).

Dans les grands élevages l'action de l'ammoniac présente en grande quantité va endommager un grand nombre d'oocystes mais cela ne va pas empêcher la propagation de la maladie (FANATICO, 2006).

3 Etiologie

3.1 Classification et identification

Les coccidies sont des parasites obligatoires, ce sont des protozoaires intracellulaires (CORRAND ET GUERIN, 2010) qui font partie de la famille des apicomplexes, un groupe d'agents pathogènes de haute importance économique, vétérinaire et médicale, ils sont caractérisés par un complexe d'organelles apicales comportant des protéines essentielles aux différentes étapes d'invasion et de développement à l'intérieur de la cellule de l'hôte.(NACIRI ET BROSSIER, 2008).

La majorité des cas de coccidiose sont des cas d'infestations mixtes causées par plusieurs espèces à la fois avec la dominance d'une d'entre elles, sachant que toutes les espèces pouvant infecter les poulets appartiennent au genre *Eimeria* (HAFEZ, 2008).

Il existe plusieurs espèces de coccidies pour chaque espèce aviaire, et on dénombre 7 espèces principales pouvant toucher le poulet (*E. acervulina*, *E. praecox* dans le duodénum *E. maxima* de part et d'autre du diverticule de Meckel, *E. mitis* dans l'iléon, *E. tenella* dans le caecum, plus rare, *E. brunetti* deviendrait de plus en plus fréquente dans les élevages pratiquant la vaccination. La septième, *E. necatrix*, parasite des animaux plus âgés) (NACIRI ET BROSSIER, 2008 ; CORRAND ET GUERIN, 2010) et causer des lésions intestinales de sévérité variable (AARTHI ET AL, 2010).

L'identification précise et la classification de ces espèces jouent un rôle très important dans le diagnostic, les enquêtes épidémiologiques, les études biologiques et la fabrication des traitements et des vaccins (AARTHI ET AL, 2010).

La différenciation entre les espèces d'*Eimeria* repose sur les signes cliniques qu'on peut observer chez l'hôte et sur les critères du parasite lui-même comme la zone parasitée de l'intestin et la localisation du parasite au niveau de l'épithélium, l'aspect de la lésion, la taille et la forme des oocystes (AARTHI ET AL, 2010).

Ces méthodes nécessitent beaucoup de temps et un personnel qualifié par contre les résultats ne sont pas toujours fiables dans les conditions d'infections mixtes (AARTHI ET AL, 2010) et c'est pour cette raison qu'actuellement ces méthodes sont complétées par des techniques plus modernes basées sur les procédés moléculaires comme le test de réaction par chaîne en polymérase (PCR) (GÜVEN ET AL, 2013).

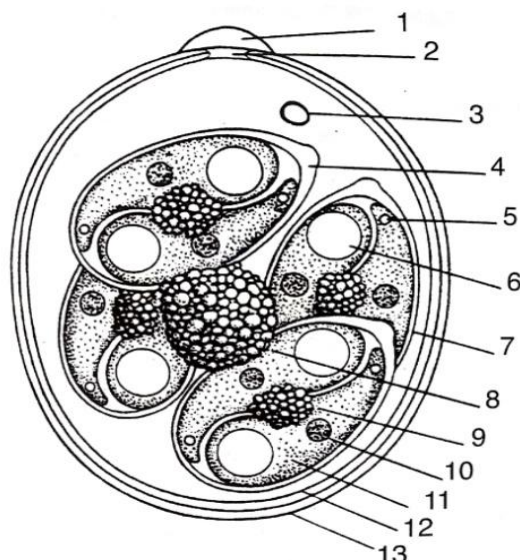


Figure 4: Oocyste de coccidie sporulé (Eimeria)(GUERIN ET AL, 2018).

1 : couverture de micropyle; 2 : micropyle ; 3 : granule polaire ; 4 : corps de stieda ; 5 : apicoplaste ; 6 : globule rétractile de sporozoïte ; 7 : sporocyste ; 8 : corps résiduel de l'oocyste ; 9 : corps résiduel du sporocyste ; 10 : noyau du sporozoïte, 11 : sporozoïte ; 12 : couche interne de la paroi de l'oocyste ; 13 : couche externe de la paroi de l'oocyste

3.2 Cycle évolutif

Le cycle des coccidies est direct et très court, le même, quelque soit l'espèce de coccidie (CORRAND ET GUERIN, 2010).

le cycle est monoxène (les volailles se contaminent directement sans la nécessité d'un hôte intermédiaire) et se divise en deux phase : une phase qui se déroule dans le milieu extérieur (sporogonie), et une phase endogène qui est caractérisée par deux types de multiplication : une multiplication asexuée (schizogonie) s'effectue dans les cellules épithéliales intestinales et une reproduction sexuée (gamétogonie) qui aboutit aux œufs fécondés (oocystes) qui vont être excrétés dans la lumière intestinale et rejetés vers l'extérieur (GUERIN ET AL, 2018).

Ces oocystes excrétés dans le milieu extérieur ont besoin des conditions d'humidité, de chaleur et d'oxygénation favorables pour pouvoir sporuler (P.SUVETHIKA, 2018).

Le cycle commence quand les oocystes sporulés sont ingérés par l'oiseau.

Après l'absorption orale des oocystes, ceux-ci sont écrasés dans le gésier. Les sporozoïtes éclosent dans le petit intestin à partir des sporocystes (DAKPOGAN ET AL, 2012), ensuite les huit sporozoïtes libérés envahissent les cellules épithéliales qui tapissent l'intestin et

deviennent des schizontes qui vont à leur tour libérer un grand nombre de mérozoïtes (schizogonie) (P.SAVILLE, 1999).

Une fois libérés, les mérozoïtes envahissent également l'intestin et constituent une nouvelle génération de schizontes qui, à leur tour, libèrent davantage de mérozoïtes, ces derniers ayant une reproduction sexuée permettant la production d'oocystes (P.SAVILLE, 1999).

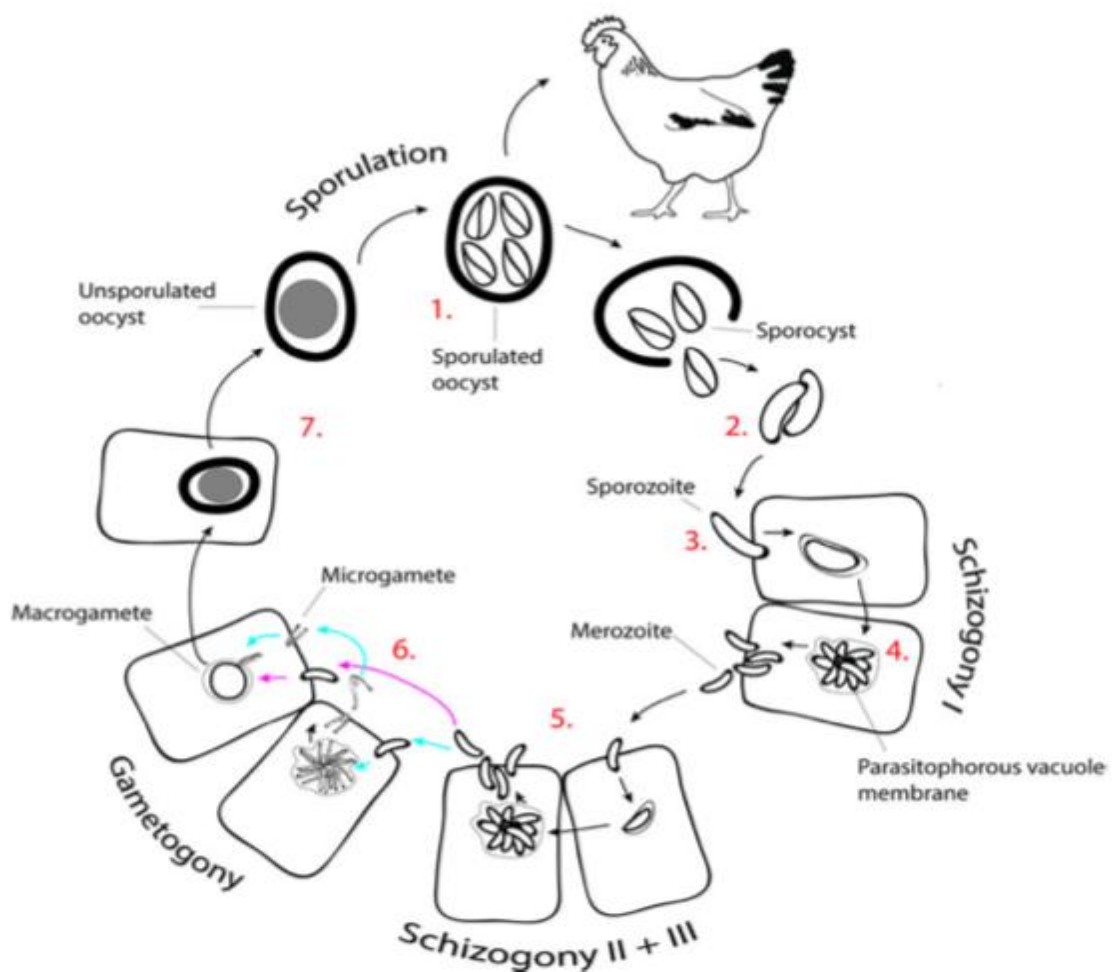


Figure 5: cycle biologique d'Eimeria chez les poulets (<https://www.amstewardship.ca>)

Le cycle complet se répète chez les mêmes oiseaux et finit par provoquer l'accumulation de populations importantes qui déterminent l'apparition des signes cliniques et la mort (P.SAVILLE, 1999).

4 Etude clinique

Les signes cliniques et la sévérité de la maladie varient selon l'espèce, la dose infectante du parasite, l'âge et le degré d'immunité de l'oiseau et aussi des conditions d'élevage (HAFEZ, 2008).

Ces signes peuvent aller d'une forme inapparente à une perte de coloration de la peau, à un retard de croissance ou une baisse des performances, à de la prostration, puis à de la diarrhée avec déshydratation et mortalité. (CORRAND ET GUERIN, 2010).

Donc on peut dire que La coccidiose se présente sous deux formes : une forme clinique avec la manifestation des signes cliniques de la maladie et une forme asymptomatique (sub-clinique) à effets désastreux sur les performances de production (DAKPOGAN ET AL, 2012) .

4.1 Les signes cliniques

La coccidiose se présente souvent sous les deux formes suivantes : la forme clinique avec la manifestation des signes cliniques de la maladie et la forme asymptomatique à effets désastreux sur les performances de production. Les signes cliniques sont très variables Le caractère silencieux de certaines coccidioses rend le diagnostic parfois très difficile. (DAKPOGAN ET AL, 2012) mais en général on observe :

- Une diminution de la consommation d'eau et de nourriture.
- Une perte de poids.
- Une baisse de production (poules pondeuses).
- Les oiseaux sont visiblement malades (dépression).
- Une déshydratation.
- Une diarrhée (avec présence de sang).
- Mortalité (AVIA, 2013).

4.2 Les lésions

- ***E. acervulina*** : modérément pathogène, considérée comme la cause la plus fréquente de coccidiose. Dans la majorité des cas, l'infection se traduit par une perte de poids chronique et une moindre croissance, mais la mortalité peut atteindre les 100 % si une mauvaise hygiène favorise le contact avec le parasite. Les lésions se localisent dans la moitié supérieure de l'intestin qui est atteinte (duodénum), avec des tâches puis des stries blanchâtres dans la muqueuse = lésions « en échelle ». Les oiseaux faiblement infectés ne présentent parfois aucun symptôme et continuent à se développer normalement. (P.SAVILLE, 1999 ; CORRAND ET GUERIN, 2010).

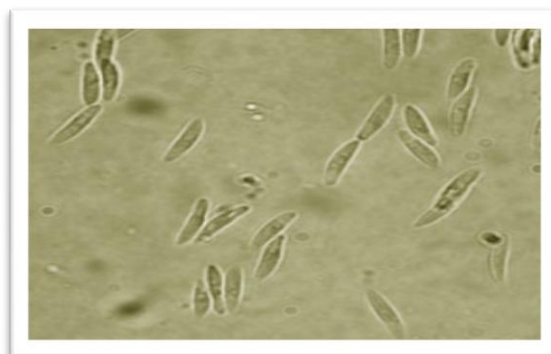
- ***E. necatrix*** : rare mais très pathogène, caractérisée par des lésions qui se localisent en fin de duodénum jusqu'au milieu de l'iléon. On a des pétéchies sur la séreuse (aspect poivre et sel) et des plaques blanchâtres, du mucus teinté de sang, une distension de l'intestin. Les cæcums

peuvent aussi contenir du sang, mais on ne trouve en général pas de signe d'inflammation cœcale (P.SAVILLE, 1999 ; CORRAND ET GUERIN, 2010).

Figure 6: Des lésions caractéristiques d'*E.necatrix* sur la séreuse : des points blancs et des pétéchies. (<http://eimeria.chez-alice.fr>).



Figure 7: Les mérozoïtes d'*Eimeria necatrix* sont visibles dans les schizontes ou libres dans la lumière de l'intestin moyen (jéjunum iléon) (<http://eimeria.chez-alice.fr>).



- ***E. maxima*** : modérément pathogène. Les lésions se localisent de la fin du duodénum au milieu de l'iléon. On trouve du mucus orangé et une distension des anses, un épaissement de la paroi, des pétéchies, parfois du sang.
 - ***E. brunetti*** : modérément à fortement pathogène. Les lésions se localisent à la fin de l'intestin grêle et au rectum. Dans les cas sévères, on peut observer des lésions dans tout l'intestin, des pétéchies et de la nécrose de la muqueuse, avec parfois du sang et des cylindres nécrotiques. Les lésions sont causées par les schizontes.
 - ***E. tenella*** : la plus pathogène. La maladie est caractérisée par l'apparition d'une violente diarrhée chargée de sang environ cinq jours après l'infection (P.SAVILLE, 1999).
- On constate à l'examen que les cæcums (cul-de-sac aveugles) du gros intestin sont gonflés et gorgés de sang. La muqueuse est parsemée de pétéchies. (P.SAVILLE, 1999) dans certains cas, ces cæca pouvant se rompre ou être gangréneux. La carcasse peut être anémiée. La mortalité est souvent élevée (CORRAND ET GUERIN, 2010).
- ***E. mitis*** : peu pathogène. Les lésions sont dans la 2^{ème} moitié de l'intestin grêle. Il n'y a pas de lésions macroscopiques, mais on observe la présence de mucus.
 - ***E. praecox*** : peu pathogène. On note des cylindres de mucus dans le duodénum.

4.3 Diagnostic

Le Diagnostic est fondé sur :

4.3.1 Les données épidémiologiques

Les coccidioses aviaires sont largement répandues dans le monde elles sont cosmopolites mais sévissent surtout dans les régions chaudes et humides et ce caractère saisonnier apparaît beaucoup plus en cas d'un élevage fermier.

4.3.2 La coprologie microscopique

démontrer la présence de schizontes et d'oocystes dans les frottis de muqueuse intestinale, dans les contenus intestinaux et dans les fèces (Le comptage des oocystes dans les fèces permet de suivre l'évolution de la contamination d'un élevage) (CORRAND ET GUERIN, 2010), la taille, la forme et la couleur des œufs nous indiquent l'espèce présente) (P.SAVILLE, 1999 ; AVIA, 2013).

4.3.3 La Nécropsie

L'autopsie des oiseaux est réalisée de façon classique selon la méthode validée dans le laboratoire. Chacun des oiseaux est ensuite observé sur le plan intestinal avec une attention particulière aux emplacements et apparence des lésions coccidiennes qui vont être notées selon la grille définie par Johnson et Reid (1970) (AVIA, 2013 ; BOSTVIRONNOIS, 2007)

- ❖ **Le score lésionnel de Johnson et Reid (1970) :** est une technique de diagnostic consistant de l'appréciation des lésions macroscopiques et à attribuer une note à chacune de ces lésions en suivant le degré de sévérité de l'inflammation provoquée par les parasites, l'épaississement de la muqueuse intestinale, la présence de sang et l'état de digestion du contenu intestinal (Johnson et Reid, 1970 ; DAKPOGAN ET AL, 2012).

Selon Johnson et Reid, les notes varient entre 0 et 4 et elles sont attribuées comme suit :

- 0 =pas de lésions (normal)
- +1 =lésion bénigne
- +2 =lésions modérées
- +3 =lésions sévères et présence du sang
- +4 =lésions extrêmement sévères et présence de grandes quantités de sang
- Il existe une 5eme note attribuée aux cas mortels mais cette note n'est pas vraiment utilisée car les sujets morts de coccidiose ont des lésions beaucoup moins sévères

Jusqu'à présent cette technique reste la méthode la plus utilisée pour l'évaluation de la sévérité des lésions induites par les coccidies.



Figure 8: Une note de +3 a été attribuée à cette lésion causée par *E.tenella*. La paroi caecale est très épaisse, le contenu caecal est entièrement remplacé par du sang coagulé (<http://eimeria.chez-alice.fr>)

4.3.4 La PCR (Polymerase Chain Reaction)

La technique permet l'identification précise de l'espèce à partir du génome du parasite isolé des oocystes trouvés dans les matières fécales, mais le coût élevé et son aspect uniquement qualitatif limite son utilisation (DAKPOGAN ET AL, 2012) .

4.3.5 COCCIMORPH

C'est un logiciel qui compare l'image de la coccidie aux images numérisées des espèces de coccidies confirmées comme une référence d'identification et attribue un pourcentage de ressemblance. L'avantage de cette méthode est son accessibilité facile et son coût faible.

Seuls les oocystes sporulés sont identifiables et l'image à identifier doit être d'une résolution très élevée (prise avec un appareil photo de plus de 4 méga pixel avec un grossissement de 40x au microscope photonique) ((DAKPOGAN ET AL, 2012; GRUBER ET CASTAÑON, 2006)

5 Contrôle et prévention

La connaissance du cycle évolutif du parasite est nécessaire afin d'avoir une bonne prophylaxie, car le type de la prophylaxie utilisée change selon l'étape du cycle (prophylaxie sanitaire lors de la phase externe et la prophylaxie médicale lors de phase interne)

5.1 Prophylaxie sanitaire

Elle est principalement basée sur l'hygiène et la gestion de l'élevage.

Le renouvellement de la litière et le nettoyage systématique des locaux d'élevage avant la réception d'une nouvelle bande d'oiseaux favorise une bonne aération, réduit considérablement la charge parasitaire coccidienne et minimise la dissémination des oocystes infectieux car La désinfection seule n'a pas d'effet sur les oocystes. (DAKPOGAN ET AL, 2012 ; CORRAND ET GUERIN, 2010).

Il faut rompre le cycle parasitaire par la limitation du contact entre les oiseaux et les oocystes présents dans les matières fécales et cela par l'utilisation de cages, caillebotis, litière épaisse (CORRAND ET GUERIN, 2010).

Les coccidies profitent de l'affaiblissement de l'hôte donc le suivi sanitaire des oiseaux est important (CORRAND ET GUERIN, 2010).



Figure 9: la Tenue de travail des ouvriers est obligatoire

L'accès aux bâtiments d'élevage ne doit concerner que les personnes indispensables: ouvriers, techniciens, vétérinaires et le port de la tenue de travail est obligatoire afin de pouvoir limiter la contamination

5.2 Prophylaxie médicale

Consiste essentiellement à adjoindre des anticoccidiens à la nourriture de façon permanente pendant toute la durée de l'élevage (à l'exception de la période de retrait légale avant l'abattage) (P.SAVILLE ,1999 ; NACIRI ET BROSSIER, 2008)

Ces anticoccidiens doivent répondre à certains critères (NACIRI ET BROSSIER, 2008):

- être actifs vis-à-vis de toutes les espèces présentes chez l'hôte
- ne pas être toxiques pour l'hôte
- ne pas avoir d'incidences sur la qualité de la viande ou de la carcasse
- être compatibles avec les autres composants de l'aliment
- ne pas nuire à la santé du consommateur.

Mais l'apparition des résistances a stimulé la recherche d'autres méthodes préventives comme la vaccination. (NACIRI ET BROSSIER, 2008) et les suppléments alimentaires (vitamine A, probiotiques) dans les aliments (AVIA, 2013).

Chapitre 4 : les symbiotiques

1 Les additifs alimentaires

1.1 Définition

Les additifs alimentaires sont des substances d'origine naturelle et artificielle, ajoutées à dessein aux produits alimentaires pour certains effets technologiques : couleur, résistance à l'altération, maintien de la structure et de l'apparence (O MATSYURA ET AL, 2020). Ils sont administrés sous une forme régulière en petites quantités dans l'alimentation sur de longues périodes (FLORES, 2004).

Leur utilisation vise à améliorer, directement ou indirectement, l'efficacité des rations. Ces additifs alimentaires ont largement contribué à rentabiliser l'élevage intensif et à donner aux consommateurs accès à des produits de volaille sains et nutritifs (CHAFAI, 2006).

Selon le Règlement européenne : « Les additifs alimentaires sont des substances qui ne sont normalement pas utilisées en tant qu'aliments, mais qui sont délibérément ajoutées à des denrées alimentaires à des fins technologiques ». Les additifs alimentaires sont donc des substances ajoutées à différents stades (fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement...) aux aliments pour préserver ou améliorer leur innocuité, leur fraîcheur, leur goût, leur texture ou leur aspect. Ils se retrouvent donc dans la composition du produit fini (FABRICE, 2019).

1.2 Classification

Parmi l'ensemble des additifs au sens large, on peut distinguer différentes catégories :

- Ceux qui visent à adapter au mieux la composition des rations aux besoins des animaux : acides aminés, minéraux, vitamines, etc (additifs nutritionnels).
- Ceux qui ont une influence sur les animaux et donc indirectement sur les productions animales : antibiotiques, facteurs de croissance, anticoccidiens, pigments, etc (additifs zootechniques et de protection).
- Ceux qui exercent un effet favorable sur les caractéristiques technologiques des aliments : émulsifiants, conservateurs, antimottants, etc (additifs technologiques), (SAAD, 2011).

1.2.1 Les antibiotiques

La découverte de la pénicilline en 1928 par Sir Alexander Fleming (1881-1955) a marqué le début de la révolution des antibiotiques. Ernst Chain et Howard Florey ont purifié la première pénicilline, la pénicilline G, en 1942, mais sont devenus largement disponibles en dehors de l'armée alliée en 1945. Ceci a marqué le début de l'ère des antibiotiques. Cette ère des antibiotiques a vu la découverte de nombreux nouveaux antibiotiques, et la période entre les années 1950 et 1970 a été nommée l'âge d'or de la découverte de nouveaux antibiotiques, et aucune nouvelle classe d'antibiotiques n'a été découverte depuis lors. Après cela, l'approche de la découverte de nouveaux médicaments était la modification des ATB existants (ADEDEJI, 2016).

1.2.1.1 Définition

Les antibiotiques sont des substances chimiques, naturelles ou synthétiques, qui ont une action spécifique sur les micro-organismes : bactéries ou protozoaires. Lorsque ces molécules peuvent les tuer, elles sont dites bactéricides. Elles peuvent également se limiter à empêcher leur prolifération ; elles sont alors bactériostatiques. Les médicaments qui contiennent une substance antibiotique ont donc pour effet d'inhiber ou de tuer des micro-organismes de façon ciblée, à l'exception notable des virus, sur lesquels sont sans effet (VIDAL, 2009).

1.2.1.2 L'antibiorésistance

Comme tout être vivant, les bactéries évoluent pour s'adapter aux contraintes environnementales. Parmi ces contraintes, la pression de sélection exercée par les antibiotiques provoque l'émergence de bactéries résistantes, à l'origine d'une situation préoccupante lorsqu'il s'agit de bactéries pathogènes. Phénomène mondial bien qu'intégral entre pays, cette résistance ne cesse ainsi de progresser (DUFOR ET DEARBIEUX, 2017).

1.2.1.2.1 Définition

Un comité d'experts réunis par l'OMS avait donné 2 définitions de la résistance bactérienne (CHABBERT, 1982 cité par GUILLOT, 1989) :

*Un germe est dit résistant quand la concentration d'antibiotique qu'il est capable de supporter est notablement plus élevée que la concentration qu'il est possible d'atteindre in vivo ;

*Une souche microbienne ou une bactérie sont aussi dites résistantes quand elles supportent une concentration d'antibiotique notablement plus élevée que celle qui inhibe le développement de la majorité des autres souches de la même espèce ou des individus de la même culture.

1.2.1.2.2 Les types de résistance

❖ Résistance naturelle

- Ou intrinsèque, est un caractère d'espèce qui touche toutes les bactéries de l'espèce considérée. Elle est stable, transmise à la descendance (elle a pour support génétique le chromosome bactérien) mais elle n'est pas ou peu transmissible sur un mode horizontal (d'une bactérie à l'autre au sein d'une même espèce ou entre espèce différentes). Exemple de résistances naturelles : *Klebsiella spp.* Produit naturellement des bêta-lactamases. Cette enzyme conduit à la destruction d'antibiotiques comme les pénicillines A (LOZNIEWSKI, RABAUD ET NANCY, 2010).

❖ Résistance acquise

- Parallèlement à la résistance naturelle, il existe les résistances acquises qui ne concernent que quelques souches d'une espèce bactérienne. La résistance acquise résulte de modifications du patrimoine génétique de la bactérie suite à des mutations ponctuelles ou à l'acquisition de gènes de résistance exogènes. La bactérie initialement sensible à l'antibiotique devient résistante. Les

résistances acquises sont héréditaires et transmises de générations en générations (PIERROT, 2015).

1.2.2 Les produits alternatifs aux antibiotiques

Avec l'augmentation des réglementations concernant l'utilisation d'antibiotiques promoteurs de croissance et l'augmentation de la demande des consommateurs pour les produits de volailles provenant de troupeaux «Elevés sans ATB », la recherche de produits ou d'approches alternatives s'est intensifiée ces dernières années (U GADDE ET AL, 2017).

De nombreuses recherches se sont concentrées sur le développement d'alternatives aux ATB pour maintenir ou améliorer la santé et les performances des volailles et pour augmenter la productivité animale et aider les volailles à atteindre leur potentiel génétique dans les conditions commerciales existantes. Parmi les alternatives on cite : les symbiotiques, les probiotiques, les prébiotiques, les acides organiques, les enzymes, etc (U GADDE ET AL, 2017).

Bien que les effets bénéfiques de plusieurs des alternatives développés aient été bien démontrés, le consensus général est que ces produits manquent d'uniformité et que les résultats varient considérablement d'une ferme à l'autre. De plus, leur mode d'action doit être mieux défini (U GADDE ET AL, 2017).

1.2.2.1 Les acides organiques

Généralement, les acides organiques sont des acides faibles et ne dissocient pas complètement dans l'eau. Ils sont largement distribués dans la nature en tant que constituants normaux des plantes ou des tissus animaux et se forment par fermentation microbienne des glucides principalement dans le gros intestin (TALEBI ET AL, 2010).

L'utilisation des acidificateurs digestifs (ou acides organiques : formique, acétique, propionique, lactique, citrique, sorbique) a prouvé son efficacité dans le maintien de la balance microbienne du tractus digestif. Les acidifiants sont des acides qu'on rajoute dans l'alimentation pour créer un pH bas dans l'aliment, le tractus digestif et le cytoplasme inhibant ainsi la croissance des bactéries pathogènes intestinales. Cette inhibition réduit la compétition de la microflore pour les nutriments de l'animal hôte, en résulte l'amélioration de la croissance et des performances chez le poulet de chair. Cependant l'effet positif de ces additifs varie selon les études (IZEMOUR, KERITA ET KEZZOULA, 2013).

La supplémentation de l'animal de façon concomitante par des acides organiques et de probiotiques pourraient avoir un effet direct contre les *E. coli* ou d'autres bactéries entéropathogènes (MURRAY ET AL, 2008 cité par GHAOUI, 2011).

1.2.2.2 Les huiles essentielles

Les produits à base de plantes tels que les huiles essentielles ont connu une large utilisation compte tenu de leurs effets bénéfiques sur les performances animales, notamment celles des volailles (DJELLOT ET AL, 2018).

Les composants des huiles essentielles peuvent présenter différentes activités biologiques : antimicrobienne, antioxydante et stimulatrice de récepteurs spécifiques. Chez l'animal, leur

action dépend de leur devenir dans l'organisme lors de leur consommation, puis leur action au niveau de leurs cibles biologiques.

Ils peuvent avoir un effet sur le microbiote digestif (précaecal ou caecal), sur les tissus de l'animal lui-même, c'est-à-dire sur leur état d'oxydation, sur l'immunité en particulier l'inflammation, sur l'appareil digestif et ses fonctions digestives, sur le métabolisme animal, sur son système nerveux et son comportement. Ces composants ont donc un grand potentiel d'action, qui reste à explorer, pour pouvoir optimiser leur utilisation (GABRIEL ET AL, 2013).

1.2.2.3 Les enzymes

Les enzymes sont des protéines qui aident à améliorer la digestion en améliorant la digestion des polysaccharides non amylacés car ces derniers augmentent la viscosité du contenu digestif et par conséquent la digestibilité de l'aliment diminue (CARTELO, 2017). On distingue plusieurs enzymes utilisées en alimentation des volailles : Phytases, Béta-glucanases, Xylanases, Cellulases.

La raison essentielle de l'utilisation des enzymes en alimentation animale est d'accroître la valeur alimentaire des aliments en augmentant l'efficacité de la digestion (vitesse et/ou ampleur) dans le tube digestif des animaux. En effet, l'efficacité de la digestion affecte grandement les frais d'alimentation des animaux et réduit les rejets dans l'environnement (BECKERS, 2009).

D'après BECKERS (2009), l'usage des enzymes exogènes dans les aliments des animaux est recommandé dans les situations suivantes :

- ✓ Pour détruire les facteurs antinutritionnels présents dans beaucoup d'aliment.
- ✓ Pour aider les jeunes animaux à digérer les aliments ingérés car leur système digestif peut se révéler immature pour produire les enzymes en quantité suffisante pour une digestion efficace.
- ✓ Pour augmenter l'accessibilité des nutriments par les enzymes produites par l'animal.

1.2.2.4 Les épices et les extraits des plantes

L'interdiction des antibiotiques facteurs de croissance (AFC) dans les aliments du bétail a conduit le secteur de l'élevage à implanter des stratégies alternatives comme par exemple, l'utilisation de produits de substitution non thérapeutiques (prébiotiques, probiotiques, symbiotiques et phytobiotiques ou phytogéniques). Ces derniers, issus d'une grande variété d'herbes, d'épices et de produits dérivés ont déjà été utilisés dans l'antiquité, où ils ont été appréciés pour leur arôme spécifique et diverses propriétés médicinales. Des études récentes portant sur ces composés ont démontré un certain impact positif sur les performances des animaux domestiques, comme par exemple l'effet antimicrobien, antioxydant et régulateur de la flore intestinale des volailles. Ceci indique que les extraits de plantes peuvent être classés comme facteurs de croissance, mais l'approche envers l'efficacité et la sécurité de leur utilisation comme additif alimentaire reste encore à vérifier (ALLOUI, 2011).

1.2.2.5 Les probiotiques

Les antibiotiques en tant que stimulateurs de croissance chez les volailles sont utilisés depuis longtemps pour améliorer l'efficacité alimentaire et les performances. En raison de leurs divers effets secondaires tels que la résistance aux ATB, la destruction des bactéries bénéfiques dans l'intestin et la dysbiose, il est nécessaire de réfléchir à certaines alternatives.

Les probiotiques sont l'une des options à cet égard pour améliorer la production avicole. Les probiotiques sont définis comme des « microorganismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, confèrent un avantage pour la santé de l'hôte ». Ils sont disponibles sous diverses formes pour être utilisés comme additifs alimentaires.

Les probiotiques en tant qu'additifs alimentaires aident à une bonne digestion des aliments, ce qui rend les nutriments disponibles pour une croissance plus rapide. L'immunité peut également être améliorée par l'ajout de probiotiques aux régimes alimentaires des volailles. De plus, les probiotiques aident à améliorer les caractéristiques de la qualité de la viande et des œufs. Diverses maladies infectieuses des volailles peuvent être combattues par l'utilisation de probiotiques dans leur alimentation (ALAGAWANY et al, 2018).

2 Les symbiotiques

Plusieurs communautés scientifiques ont étudié des stratégies efficaces de substitution des antimicrobiens dans l'alimentation animale. Parmi les alternatives, nous pouvons souligner les symbiotiques qui combinent les avantages des prébiotiques et des probiotiques en un seul produit pouvant également être associé à des additifs complémentaires.

L'association de prébiotiques et de probiotiques, dont des peptides et des *lactobacilles*, crée des symbiotiques bénéfiques pour la flore intestinale de l'hôte en stimulant sélectivement la croissance et la colonisation de l'intestin par des bactéries bénéfiques, contribuant peut-être à une augmentation de la production d'anticorps qui peut améliorer les performances des animaux (FORNAZIER ET AL, 2019).

2.1 Définition

Les symbiotiques sont des composés de probiotiques et prébiotiques combinés, qui fonctionnent en synergie. Ces composés bénéficient les uns aux autres et améliorent leur activité biologique respective (BIOMIN, S.D).

Elles représentent une alternative précieuse pour diminuer l'impact des troubles gastriques courants, qui altèrent les performances des oiseaux, et pour réduire l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance ou même réduire la fréquence des traitements antibiotiques (BIOMIN, S.D).

2.1.1 Les prébiotiques

Les systèmes alternatifs de production de volailles continuent de se développer à mesure que les marchés de la viande biologique et produite naturellement et des œufs augmentent. Cependant, ces systèmes de production représentent des défis associés aux conditions environnementales variables et à l'exposition aux agents pathogènes d'origines alimentaires.

Par conséquent, il est nécessaire d'introduire des additifs alimentaires qui peuvent soutenir la santé et la performance des oiseaux. Il existe plusieurs additifs alimentaires candidats avec des applications potentielles dans des systèmes alternatifs de production de volaille, parmi ces additifs on cite les prébiotiques (RICKE, 2021).

2.1.1.1 Définition

Les prébiotiques sont connus comme des glucides non digestibles qui stimulent sélectivement la croissance de bactéries bénéfiques, améliorant ainsi la santé globale de l'hôte (RICKE et al, 2020). Elles peuvent être inclus avec des probiotiques ou utilisés seuls, afin de favoriser la survie et le développement des bactéries bénéfiques (BIOMIN.S.D).

2.1.1.2 Mode d'action des prébiotiques

D'après RICKE (2020), une fois que les prébiotiques sont introduits chez l'hôte, deux modes d'action majeurs peuvent potentiellement se produire.

1. Initialement, le prébiotique correspondant atteint l'intestin du poulet sans être digéré dans la partie supérieure du tractus gastro-intestinal mais est sélectivement utilisé par certaines bactéries considérées comme bénéfiques pour l'hôte.
2. Deuxièmement, d'autres activités intestinales se produisent en raison de la présence du prébiotiques, notamment la génération d'acides gras à chaîne courte et l'acide lactique en tant que produit fermentation microbienne, une diminution du taux de colonisation par des agents pathogènes et des avantages potentiels pour la santé des oiseaux.

2.1.1.3 Les classes des prébiotiques

D'après CHAFAI (2006), un produit sera classé comme prébiotique dès qu'il répond aux trois conditions suivantes :

- Être ni 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.

On distingue différentes classes de prébiotiques, selon la taille de la molécule ou suivant leur origine, naturelle ou synthétique :

2.1.1.4 Les monosaccharides

Les hexoses, telles que le fructose, glucose, galactose et mannose, et les pentoses telles que le ribose, xylose et arabinose sont les monosaccharides prébiotiques les plus importants. Le galactose est disponible sous forme de disaccharides tels que le lactose. Cependant le monosaccharide le plus couramment utilisé comme prébiotique est certainement le mannose (CARTELO, 2017).

- **Exemple :** un supplément de 1 à 2 % de mannose dans l'alimentation réduirait la colonisation de *salmonella*, en bloquant l'adhésion de la bactérie aux cellules épithéliales (BOURIDJ, 2016).

2.1.1.4.1 Les disaccharides naturels

Les plus couramment utilisés sont le sucrose, le lactose et le maltose (CHAFAI, 2006).

- **Exemple :** une inclusion de lactose dans l'alimentation du poulet entraîne une réduction de la colonisation par *salmonella typhimurium* expliqué par une incapacité du pathogène à fermenter le lactose (BOURIDJ, 2016).

2.1.1.4.2 Les oligosaccharides

Sont produits la plupart du temps par synthèse ou par hydrolyse enzymatique, soit à partir des hexoses monosaccharidiques, soit à partir de la paroi de cellules microbiennes ou par fermentation de polysaccharides. Parmi les oligosaccharides, les fructo-oligosaccharides (FOS) occupent certainement une place importante. L'administration de FOS dans les aliments pour volaille semble également réduire la colonisation de l'intestin par campylobacter et les salmonelles (CHAFAI, 2006).

2.1.1.5 L'effet des prébiotiques sur la santé de l'hôte

Le rôle bénéfique des prébiotiques sur la santé de l'hôte serait lié à différents effets physiologiques (AFSSA, 2003).

- Amélioration du transit intestinal
- Stimulation de l'immunité locale
- Amélioration de l'absorption minérale (calcium, magnésium)
- Diminution des bactéries pathogènes
- Diminution de l'absorption du cholestérol
- Diminution des composés carcinogènes.

Tableau 3: Effets positifs des prébiotiques sur la santé (effets probables ou suspectés) (BODINIER et GOURBEYERE, 2012)

Preuves scientifiques fortes	
Effets des prébiotiques	Mécanismes des prébiotiques
<u>Modulation de la flore intestinale :</u> Amélioration de la motilité intestinale et soulagement de la constipation.	<u>Fermentation sélective par le microbiote au détriment de la flore pathogène :</u> - Augmentation de la pression osmotique. - Production de butyrate fournissant de l'énergie aux colonocytes. - Production de gaz. - Accroissement de la biomasse bactérienne.
Preuves scientifiques prometteuses	
Effets des prébiotiques	Mécanismes des prébiotiques
Stimulation de l'absorption des minéraux et réduction des risques d'ostéoporse.	Acidification du milieu améliorant la solubilisation du calcium et du magnésium.

Effet hypolipidémique, effet hypoglycémique et prévention du diabète.	- Production d'acétate et de propionate modulant la lipogenèse hépatique. - Production de propionate modulant la gluconéogenèse hépatique. - Libération d'hormones intestinales (incrétines).
Diminution du risque du cancer du côlon.	- Modulation du système immunitaire via le microbiote endogène. - Production de butyrate régulant la prolifération des cellules altérées. - Modulation du microbiote exhibant une faible activité enzymatique carcinogénique.

2.1.2 Les probiotiques

2.1.2.1 Définition

Etymologiquement, « probiotiques » est un nom qui signifie « pour la vie ». Il a été défini de plusieurs façons. Au début, il était décrit comme étant une substance produite par des microbes afin de stimuler d'autres microorganismes, mais plus tard, ce terme a été utilisé pour dépeindre l'ensemble des compléments alimentaires pour animaux qui produisent des effets avantageux pour l'hôte. Ensuite, l'International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISSAPP) a souligné la nécessité de déterminer la définition exacte du terme probiotique. Par conséquent, le panel d'experts a renforcé l'importance de la viabilité des microorganismes probiotiques en les définissant comme : « des microorganismes vivants qui, administrés en quantité suffisante, confèrent des bienfaits à l'hôte (DERQAOU ET AL, 2021).

2.1.2.2 Les microorganismes probiotiques autorisés aujourd'hui en alimentation avicole

De nombreuses espèces microbiennes ont été utilisées en tant qu'agents probiotiques. Ces microorganismes appartiennent aux bactéries du genre *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* et aux levures du genre *Saccharomyces* (LAROUCI, 2013).

Les genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* sont majoritairement utilisés pour des applications en nutrition humaine, alors que les genres *Bacillus*, *Enterococcus* et *Saccharomyces* sont les microorganismes les plus utilisés dans les élevages (SIMON, 2001).

2.1.2.2.1 Les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram-positif qui regroupent 12 genres bactériens dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus* (BEHIRA, 2012).

Elles ont également un métabolisme aérobie facultatif et ne produisent pas de catalase. Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique (SANDERS, 2001; FOOKS ET GIBSON, 2002). La production de l'acide lactique réduit le

pH permettant la prévention de la croissance de microorganismes pathogènes (DURLU-OZKAYA et al, 2001), réduisant à son tour les dommages pouvant être causés par une telle prolifération.

2.1.2.2.2 Les bifidobactéries

Le genre *Bifidobacterium* est considéré comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques grâce à la similarité de ses propriétés physiologiques et biochimiques et à sa présence dans le même habitat écologique (AXELSSON, 2004).

Les bifidobactéries sont des Gram-positif, anaérobies strictes, ils dégradent les hexoses et produisent de l'acide lactique et de l'acide acétique et de petites quantités de l'acide formique. Les enzymes intracellulaires de *Bifidobacterium* pourraient également dégrader les sites d'adhésion spécifiques des bactéries pathogènes ou de leurs toxines (CARTELO, 2017).

2.1.2.2.3 Les levures

Les levures sont des champignons chez lesquels la forme unicellulaire est prédominante. Depuis de nombreuses années, les levures sont également utilisées en additifs alimentaires chez les animaux pour améliorer les performances zootechniques et comme régulateur de la flore intestinale chez l'homme. Ils induisent des effets positifs en termes de performances de productions chez plusieurs espèces des ruminants et monogastriques, mais ne peuvent pas coloniser le tractus digestif (CHAFAI, 2006). Les levures utilisées comme probiotiques sont des souches de *Saccharomyces cerevisiae* (ROFLE, 2000).

Tableau 4: Principaux microorganismes utilisés comme probiotiques (COPPOLA, 2004).

Lactobacillus	Bifidobacterium	Autres bactéries lactiques	Autres
L. acidophilus L. amylovirus L. casei L. crispatus L. gallinarum L. gasseri L. johnssonii L. paracasei L. plantarum L. reuteri L. rhamnosus	B. adolescentis B. animalis B. bifidum B. breve B. infantis B. lactis B. longum	Enterococcus Faecalis Enterococcus Faecium Lactococcus lactis Leuconstoc mesenteroides Pediococcus acidilactici Sporolactobacillus Inulinus Streptococcus termophilus	Bacillus cereus Escherichia coli Propionibacterium freudenreichii Saccharomyces cerevisiae Saccharomyces Boulardii

2.1.2.3 Les critères de sélection des probiotiques

Les micro-organismes doivent posséder diverses propriétés de survie pour répondre à la définition des probiotiques. Plusieurs critères majeurs de sélection ont été établis par différents auteurs dans le but de sélectionner les souches potentiellement probiotiques (BEN

ABDELLAH, 2010). D'après (DERQAOUÏ et al, 2021), les probiotiques doivent répondre aux critères suivants :

- La résistance aux sécrétions du tube digestif à savoir le HCL et la bile.
- La fixation du probiotique sur les récepteurs des cellules épithéliales de l'intestin en empêchant ainsi le pathogène de s'y lier (l'exclusion compétitive).
- L'inhibition de la croissance d'agents pathogènes potentiels en produisant des substances antimicrobiennes.
- La résistance au traitement thermique lors de la fabrication d'aliment.
- La modulation du système immunitaire (tirage des anticorps plasmatiques de l'hôte).

2.1.2.4 Mode d'action des probiotiques

Les modes d'action par lesquels certains probiotiques exercent des effets protecteurs ou thérapeutiques ne sont pas complètement élucidés, mais plusieurs mécanismes ont été proposés (GAGNON, 2007). La diversité des situations cliniques dans lesquelles une efficacité des probiotiques a été démontrée suggère qu'un mécanisme d'action unique est improbable, et qu'au contraire, ce sont de multiples mécanismes qui sont impliqués (EZZARIGA, 2015).

2.1.2.4.1 Compétition pour la fixation

L'interaction des probiotiques avec l'épithélium intestinal est essentielle pour bloquer l'adhésion des pathogènes, en se fixant sur les mêmes sites récepteurs. Plusieurs souches de lactobacilles et de bifidobactéries sont en mesure de rivaliser avec des bactéries pathogènes (EZZARIGA, 2015).

Les mécanismes de compétition de l'adhésion se font généralement de deux façons. Ils peuvent survenir de façon spécifique par l'intermédiaire des adhésines ou de façon non spécifique en impliquant des interactions électrostatiques ou hydrophobes, des forces passives et stériques (SERVIN ET COCONNIER, 2003).

2.1.2.4.2 La production des substances antimicrobiennes

Les bactéries appartenant aux genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* d'origine humaine peuvent produire des substances antimicrobiennes, telles que les acides organiques, qui sont actives in vitro et in vivo contre les micro-organismes entérovirulents impliqués dans les cas de diarrhées (SERVIN, 2004). L'acide lactique et acétique sont produits via la fermentation des hexoses par les lactobacilles et bifidobactéries. Ces acides organiques peuvent diffuser passivement à travers la membrane bactérienne sous leur forme non dissociée. Ils acidifient le cytoplasme après dissociation et inhibent l'activité enzymatique cellulaire des pathogènes acidosensibles (DENG ET AL, 1999). Cette diminution du pH peut donc affecter la viabilité des pathogènes bactériens (BRUNO ET SHAH, 2002; SERVIN, 2004).

La production d'autres agents antimicrobiens, tels que les bactériocines, ont aussi été rapportés principalement lors d'études in vitro. Les bactériocines sont définies comme des composés protéiques ayant une activité inhibitrice contre un large spectre de souches bactériennes. Elles agissent principalement sur la membrane externe des bactéries cibles en

formant des pores qui mènent à la libération du contenu intracellulaire et à la mort de la bactérie affectée (KLAENHAMMER, 1993).

2.1.2.4.3 Neutralisation des produits toxiques

Les probiotiques interviennent très certainement dans la neutralisation de produits toxiques. Ils provoqueraient une atténuation du catabolisme intradigestif et une orientation de la microflore intestinale pour réduire l'absorption des substances toxiques (ammoniac, amines et indoles) et diminuer les bios transformations des sels biliaries et des acides gras en produits toxiques. Les bactéries probiotiques auraient aussi la capacité de produire des métabolites susceptibles de neutraliser in situ certaines toxines bactériennes (KUNG, 2001).

2.1.2.4.4 Stimulation de système immunitaire

Les probiotiques agissent par stimulation du système immunitaire en s'adhérant à la muqueuse intestinale, ce qui permet de créer une barrière naturelle pour l'entrée des entéropathogènes. En plus, il a été rapporté que les probiotiques sont dotés d'un effet protecteur qui se traduit par l'augmentation de la production des lymphocytes T, des cellules CD⁺ et des cellules productrices d'anticorps associé à ceci la stimulation de l'expression des cytokines, des interleukines, des IFN-gamma, des NK (Natural killer) et de la réaction d'hypersensibilité retardée (OUKESSOU et al, 2021).

2.1.2.5 Les effets santé associés aux probiotiques

Plusieurs effets bénéfiques sur la santé ont été associés à la consommation des probiotiques (BEN ABDELLAH, 2010).

- Amélioration de la digestion du lactose (sécrétion de lactase).
- Augmentation de la valeur nutritionnelle (bonne digestion et absorption des minéraux et vitamines).
- Influence positive sur la flore intestinale bonne croissance et le bien-être.
- Prévention des infections intestinale.
- Régulation de la motilité intestinale (constipation).

Conclusion

Conclusion

L'élevage avicole est une véritable source de revenu. Il permet de créer des richesses et satisfaire le besoin des populations en protéine animales dans une courte période de temps

A mesure du développement de l'aviculture, l'impact potentiel des maladies n'a pas retenu l'attention nécessaire du coup ces maladies ont provoqué des pertes dévastatrices dans l'industrie avicole.

Les exploitants doivent avoir recours aux vaccins et aux antibiotiques pour contrôler ces pertes mais l'émergence des résistances rend la tâche beaucoup plus difficile. Cependant, cet inconvénient nous a aidé à réaliser que les vaccins et les médicaments ont leurs limites qu'il est temps de revenir sur les principes de base.

Donc L'éleveur doit toujours avoir à l'esprit qu'il est plus avantageux de payer plus cher un aliment de qualité que de consacrer ces ressources financières à des spécialités pharmaceutiques pour aider les animaux à lutter contre des maladies qu'ils n'auraient peut être pas contractés s'ils avaient été bien nourris (Amadou Ousmane Traore, 2010).

***Les
Références
Bibliographiques***

A

AARTHI .S, GOPAL DHINAKAR, RAMAN .M, GOMATHINAYAGAM.S ET KUMANAN .K, 2010. Molecular prevalence and preponderance of *Eimeria* spp. among chickens in Tamil Nadu, India. In: *Springer* [en ligne]. 6 July 2010. [consulté le 10 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://link.springer.com/article/10.1007/s00436-010-1971-2>

ABIZAR.D ET CHIBANI.R, 2019. Effet d'un probiotique 'AVIATOR' sur les performances zootechniques, histométrie, morphométrie intestinale et sur la réponse immunitaire vis-à-vis de la new castle ainsi que son coût chez le poulet de chair.

ADEDEJI W.A, 2016. The treasure called antibiotic. In: *Ann Ib Postgrad Med*. Décembre 2016. 14(2): 56–57.

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS, 2003. Alimentation infantile et modification de la flore intestinale. In : *rapport du groupe de travail*. Juin 2003.

ALGAWANY, M., E ABD EL-HACK, M., R FARAG, M., SACAN, S., KARTHIK, K et DHAMA, K, 2018. The use of probiotics as eco-friendly alternatives for antibiotics in poultry nutrition. In: *Environ Sci Pollut Res Int*. Avril 2018. 25(11):10611-10618.
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-1687-x>.

ALLOUI, MOHAMED NABIL, 2011. Phytobiotics as alternative for antibiotic growth promoters in poultry diets. In: *Livestock Research for Rural Development*. 23(6).

ALMARGOT J, 1982. Anatomie de l'appareil digestif des oiseaux. In : *Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires*, Edit. Le point vétérinaire, 15-30p.

AMADOU OUSMANE TRAORE, 2010. *Guide technique et économique d'un élevage de poulet de chair*. l'harmattan, 75005 Paris.

APAJALAHTI, J et BEDFORT, M, 2000. Impact of dietary and environmental factors on microbial communities of the avian gut tract.

Association Des Vétérinaires En Industrie Animale Du Québec, 2013. COCCIDIOSE. In : *Association des vétérinaires en industrie animale du Québec (AVIA)* [en ligne]. 2013. [consulté le 18 août 2021]. Disponible à l'adresse : <http://aviaquebec.ca/wp/wp-content/uploads/Coccidiose.pdf>

AVIAGEN, 2018. ARBOR ACRES Guide d'élevage du Poulet de Chair. In: *AVIAGEN* [en ligne]. 2018. [Consulté le 10 mai 2021]. Disponible à l'adresse : http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/French_TechDocs/A-BroilerHandbook2018-FR.pdf

AXELSSON, L., 2004. Classification and physiology. In : *lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects* (SALMIEN, S., WRIGHT, A.V et OUWEHAND, A. 3e Ed., Macel Dekker, Inc. New York. 1-66.

B

BADRAN I., LUKEŠOVÁ D., 2006. Control of coccidiosis and different coccidia of chicken in selected technologies used in tropics and subtropics. In: *AGRICULTURA TROPICA ET SUBTROPICA* [en ligne].2006. [consulté le 01 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : https://projects.its.czu.cz/ats/pdf_files/vol_39_1_pdf/6_Badran.pdf

BECKERS. 9^{ème} Journée Productions porcines et avicoles. Belgique, 2009.

BEHIRA, BELKACEM, 2012. *Contribution à l'étude des espèces de lactobacilles à caractère probiotique isolée de la poule domestique (Gallus gallus domesticus) de l'Ouest Algérien*. Thèse de doctorat en Microbiologie alimentaire. Oran : Université d'Oran. 93p.

BEN ABDALLAH, NOUR, 2010. *Isolement et caracterisation de bacteries a fort potentiel probiotique à partir du tractus gastrointestinal de volaille*. Thèse de doctorat en microbiologie agroalimentaire. Québec : Université Laval Québec, 78p.

BIOMIN. Poultry probiotics. In: *Biomin* (en ligne). (Consulté le 19 juin 2021). Disponible à l'adresse : <https://www.biomin.net/species/poultry/probiotics/>.

BODINIER, M et GOURBEYRE, P, 2012. Les prébiotiques une stratégie pour lutter contre les allergies. In : *La Lettre du Pneumologue*. Juillet- Aout 2012. 17(4).

BOUCHAIB, Amine, 2016. *Etude descriptive radiologique et échographique du tube digestive chez le canard*. Mémoire de Magistère en Production animale, Aviculture. Batna : Université Batna 1, Institut Des Sciences Vétérinaires et Des Sciences Agronomiques, 87p.

BOURIDJ, M, 2016. *Evaluation de l'effet de la supplémentation dans l'alimentation d'un prébiotique naturel sur les performances de poulet de chair*. Mémoire de fin d'étude (MFE). Alger : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, p.

BRUNO, F. A et SHAH, N. P, 2002. Inhibition of pathogenic and putrefactive microorganisms by Bifidobacterium sp. In: *Milchwissenschaft*. Janvier 2002. 57(11):617-621.

BRUGERE-PICOUX Jeanne, VAILLANCOURT Jean-Pierre, SHIVAPRASAD HL, VENNE Daniel, BOUZOUAIA Moncef, 2015. *Manuel de pathologie aviaire*. Association Fancaise Pour L'avancement Des Sciences, FRANCE.

C

CARTELO, Leila Amel, 2017. *Effet d'un symbiotique sur la charge microbienne intestinale chez le poulet de chair et son impact épidémiologique sur la prévalence des antibiorésistances*. Mémoire de Magistère en science vétérinaire, Epidémiologie des maladies animales et santé publique. Alger : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, p. 141

CHABERT, Y.A., 1982. Sensibilité bactérienne aux antibiotiques. In : *Bactériologie Médicale* (L. Le Minor & M. Véron, eds.), Flammarion Médecine Sciences. 204-212.

CHAFAI, Sihem, 2006. *L'effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques de poulet de chair*. Mémoire de Magistère en Sciences Vétérinaires. Batna : Université El-Hadj-Lakhdar- Batna, 66p.

CHOUDER, Nedjma, 2006. *Contribution à l'étude des flores intestinales des poulets conventionnels sains*. Mémoire de Magistère en médecine vétérinaire, Aviculture et pathologie aviaire. Constantine : Université Mentouri Constantine Faculté des sciences Département des sciences vétérinaires, 116p.

COATES M.E, 1973. Gnotobiotic animals in nutrition research. In: Proc Nutr Soc. Septembre 1973. 32(2):53-58. <https://doi.org/10.1079/PNS19730015>.

COPPOLA, M. M., AND TURNES, C. G, 2004. Probiotics and immune réponse. In : *Ciencia. Rural. Santa Maria*. 34(4): 1297-1303.

CORRAND Léni, GUERIN Jean-Luc, 2010. Les coccidioses aviaires. In : *AVICAMPUS* [en ligne]. 29 octobre 2010. [consulté le 01 août 2021]. disponible à l'adresse : <http://www.avicampus.fr/PDF/PDFpathologie/coccidioses2.pdf>

D

DAKPOGAN Hervé Brice, SALIFOU Sahidou, MENSAH Guy Apolinaire, GBANGBOTCHE Armand, YOUSAO Issaka, NACIRI Muriel et SAKITI Nestor, 2012. Problématique du contrôle et de la prévention de la coccidiose du poulet. In: *International Journal of Biological and Chemical Sciences* [en ligne]. Décembre 2012. [consulté le 28 août 2021]. Disponible à l'adresse : <http://ajol.info/index.php/ijbcs>

DENG, Y., RYU, J. H et BEUCHAT, L. R, 1999. Tolerance of acid adapted and non adapted *Escherichia coli* O157:H7 cells to reduced pH as affected by type of acidulant. In: *Appl Microbiol*. Février 1999. 86(2):203-10. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00649.x>.

DERQAOU, Sophia., OUKESSOU, Mohamed., EL IDRISSE, Ibrahim et NASSIK, Sadia, 2021. Les probiotiques seraient-ils la nouvelle génération naturelle des cofacteurs promoteurs de croissance chez le poulet de chair ?. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. Vol 9, N°3.

DJELLOUT, B., BOUZAGH, T., DARDABOU, H., BENMOHAND, C., ABOUN, A., SAHRAOUI, L., ZENIA, S., BOUDOUMA, D et BEN MAHDI, MH, 2018. Effet des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* et d'*Origanum onites* sur les performances zootechniques, la microflore digestive et les paramètres sanguins du poulet de chair. In: [*Livestock Research for Rural Development*. 2 Décembre 2018.](#)

DOYLE et ERICKSON, (s.d.). estimating daily potential E. coli loads in rural texas watersheds using spatially explicit load enrichment calculation tool (SELECT).

DUFOUR Nicolas et LAURENT Debarbieux, 2017. La phagothérapie une arme crédible face à l'antibiorésistance. In : *Med Sci(Paris)*. 33 :410-416.

DURLU-OZKAYA, F., XANTHOPOULOS, V., TUNAIL., N et LITOPOULOU-T, Zanetaki, 2001. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolated from beyaz cheese made from ewe's milk. In: *J Appl Microbiol*. Novembre 2001. 91(5):861-70. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01448.x>.

E

EZZARIGA, Nihal, 2015. *Probiotiques : application thérapeutiques et effets secondaires*. Thèse de doctorat en Pharmacie. Rabat : Université Mohammed 5 de Rabat, 95p.

F

FABRICE, Nessler, 2019. *Point sur l'additif alimentaire e171, dioxyde de titan*.

FANATICO Anne, 2006. Parasite Management for Natural and Organic Poultry: Coccidiosis. In : *NCAT.ATTRA* [en ligne].2006. [consulté le 14 août 2021]. Disponible à l'adresse : [Organic Specialty Crop Breeding Program Advances Guar and Cowpea Varieties | ATTRA | Sustainable Agriculture Project \(ncat.org\)](#)

FLORES, Crestobal, Perez, 2004. *Improving performance of sheep using fibrolytic enzymes in dairy use ewes and malate in fattening lambs*. Thèse de doctorat en Science animal. Barcelona: Université Autònoma de Barcelona, 123p.

FOOKS, L.J. et GIBSON, G.R, 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. In: *Br J Nutr*. Septembre 2002. 88(1):39-49. <https://doi.org/10.1079/bjn2002628>.

FOURNAZIER., REBEIRO., ALBINO et RODRIGUES, 2019. A Symbiotic Improves Performances And Carcass Yield Of Broilers. In: *App Poult Res*. 1 juin 2019. 28(2): 383-389. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy082>.

FRETER, R., 2004. Factors affecting the gut by lactobacilli and other bacteria. The university of michigan, departement of microbiology and immunology. USA

FULLER R, 1989. Probiotics in man and animals. In: *J Appl Bacteriol.* May 1989. 66(5):365-378. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2666378/>

FURUSE, M., YANG, S.I., Niwa, N et OKUMURA, J., 1991. *Br. Poult. Sci.*, 32,159-165.

G

GABREIL Irène, MALLET Serge, Sibille p, 2005. *La microflore digestive des volailles : facteurs de variation et conséquences pour l'animal.* INRA Prod. Anim., 18 (5): 309-322.

GABRIEL Irène, MALLET Serge, LESSIRE Michel. *La microflore digestive : une composante oubliée de la nutrition des volailles.* Cinquièmes journées de la recherche avicole. Tours, 26 et 27 mars 2003.

GABRIEL, I., ALLEMAN, F., DUFOURCQ, V., PERRIN, F et GABARROU, JF, 2013. Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles.2. Hypothèses sur les modes d'action impliqués dans les effets observés. In: *INRA Prod. Anim.* 26 (1):13-24.

GADDE U, KIM W.H, OH S.T et LILLEHOJ S. Hyun, 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. In: *Anim Health Res Rev.* Juin 2017. 18(1):26-45. <https://doi.org/10.1017/s1466252316000207>.

GADOUD Raymond, JOSEPH Marie-Madeleine, JUSSIAU Roland, LISBERNEY Marie-Jacqueline, MANGEOL Brigitte, MONTMEAS Louis, TARRIT André, 1992. *Collection INRAP nutrition et alimentation des animaux d'élevage.* Les éditions Foucher, Paris.

GAGNON, Mélanie, 2007. *Rôle des probiotiques lors d'infections entériques d'origine bactérienne et virale : analyses in vitro et études in vitro chez des modèles murins.* Thèse de doctorat en sciences et technologie des aliments. Québec : Université Laval Québec, 155p.

GHAOUI, Hichem., 2011. *Effet d'une complémentation alimentaire en acides organiques sur les performances de croissance, la flore coliforme et la qualité de la laitière du poulet de chair élevé à différentes densités.* Mémoire de Magistère en Médecine Vétérinaire. Alger : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire,p.

GONG, R., 2002. Cecal microflora and development of probiotics for broiler chickens.

GOURNIER-CHATEAU, Nathalie., LARPENT, Jean-Paul., Castellanos, Maria-ines et LARPENT, Jean-Luc, 1994. *Les probiotiques en alimentation animales et humaine.* Techniques et documentation, édit. Lavoisier, 1994.

GRUBER Arthur et CASTAÑON César A.B., 2006. A Short Manual for On-Line Diagnosis with COCCIMORPH. In: *université de São Paulo département de parasitologie* [en ligne].2006. [consulté le 14 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.coccidia.icb.usp.br/uploadoocyst/coccimorph/tutorials/Tutorial-1-On-Line-Diagnosis.pdf>

GUERIN Jean-Luc, BALLOY Dominique, FACON Charles, VILLATE Didier, 2018. *Maladies Des Volailles*. 4^e Edition .Editions France Agricole : ISBN 978-2-85557-513-1

GUILLOT, J.F., 1989. Apparition et évolution de la résistance bactérienne aux antibiotiques. In : *Ann Rech Vet*. 20(1) :3-16.

H

HADDADIN, M.S.Y., ABDULRAHIM, S.M., HASHLAMON, E.A.R et ROBINSON, R.K., 1996. The effect of lactobacillus acidophilus on the production and chemical composition of hen's eggs. *Poult Sci*. Avril 1996. 75(4):491-494. <https://doi.org/10.3382/ps.0750491>

HAFEZ Mohamed Hafez, 2008. Poultry coccidiosis: prevention and control approaches. In: *ReaserchGate* [en ligne]. 13 March 2019. [consulté le 25 août 2021]. Disponible à l'adresse : [\(PDF\) Poultry coccidiosis: Prevention and control approaches \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/324111111_Poultry_coccidiosis_Prevention_and_control_approaches)

HAMMAMIN, 2009. effet d'une supplémentation alimentaire en *Pediococcus Acidilactici* (probiotique) sur les performances zootechniques, la flore digestive Lactobacilleaire et l'histométrie intestinale chez le poulet de chair.

HERICH, R et LEVKUT, M., 2002. Lactic acid bacteria, probiotics and immune system. *Vet Med*. 47(6): 169–180. <https://doi.org/10.17221/5821-VETMED>.

I

IZEMOUR, Mouloud., KERITA, Brahim et KEZZOULA, Said., 2013. *Impact des acides organiques sur l'utilisation digestive de l'aliment chez le poulet de chair*. Mémoire de fin d'étude (MFE) en Médecine Vétérinaire. Alger : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire,p.

K

KLAENMAMMER, T.R., 1993. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. In: *FEMS Microbiol Rev*. Septembre 1993. 12(1-3):39-85. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1993.tb00012.x>.

KUNG, L. J.R., 2006. Direct-fed microbial and enzyme feed additives. In: *Direct-fed microbial, enzyme and forage additive compendium*. Miller Publishing. Minnetonka, MN.

KUSSAIBATI, R., GUILLAUME, J et LECLERQ, B., 1982. The effect of the gut microflora on the digestibility of starch and proteins in young chicks. In: *Ann. Zootech.* 31(4):483-488.

L

LAM, E. K. Y., WOO, P. C. Y et CHO, C.H., 2005. Probiotics and Gastrointestinal Disorders. In : *Pharmacologyonline*.1:88-147.

LAN, PhamThi, Ngoc., HAYASHI, Hidenori., SAKAMOTO, Mitsu et BENNO, Yohimi., 2002. Phylogenetic analysis of cecal microbiota in chicken by the use of 16S rDNA clone libraries. In: *Microbiol Immunol.* 46(6):371-82. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.2002.tb02709.x>.

LARBIER Michel et LECLERCQ Bernard, 1992. *Nutrition et alimentation des volailles*. Institut National De La Recherche Agronomique(INRA), PARIS.

LAROUCI, Saliha, 2013. *Contribution à l'étude des probiotiques et prébiotiques comme alternatives aux antibiotiques en aviculture*. Mémoire de Magistère en Biologie. Oran : Université D'oran, 95p.

LEZZAR, Nawel, 2017. *Manuel d'autopsie et de pathologie aviaire*. In : Aviculture et pathologie aviaire. Cours. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine. 2017/2018.

LOZNIIEWSKI, A., RABAUD,C et NANCY., 2010. *Resistance bactérienne aux antibiotiques*. Fiches conseils pour la prévention du risque infectieux- infections associées aux soins, CCLIN Sud-est. Juillet 2010.

M

MADR, 2003. Ministère d'Agriculture et du Développement Rural, Rapport d'observation des fillères avicoles.

MANSOURI, Hanane, 2012. *Contribution à l'étude des entérites chez le poulet de chair dans un élevage de la région de Témara*. Thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire. Maroc : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan 2, 97p.

MATSYURA, O., BESH, L., BESH, O., TROYANOVSKA, O et SLYUZAR., 2020. Hypersensitivity reactions to food additives in pediatric practice: two clinical cases. In: *Georgian Med News*. Octobre 2020. (307):91-95.

MEAD, G.C., GRIFFITHS, N.M., IMPEY, C.S et COPLESTONE, J.C., 1983. Influence of diet on the intestinal microflora and meat flavor of intensively-reared broiler chickens. In: *Br Poult Sci.* 24(2): 261-272. <https://doi.org/10.1080/00071668308416738>.

MOREAU, M.C et GABORIAU-ROUTHIAU, V., 2001. Influence of resident intestinal microflora on the development and functions of the gut-associated lymphoid tissue. In: *Microbial Ecology in Health and Disease.* 13:2, 65-86.
<https://doi.org/10.1080/08910600120558>.

MURAMATSU, T., 1990. Gut microflora and tissue protein turnover in vivo in animals. In: *Int J Biochem.* 22(8):793-800. [https://doi.org/10.1016/0020-711x\(90\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0020-711x(90)90282-8).

N

NAHASON, S.N., NAKAUE, H.S., SNYDER, S.P et MIROUSH, S.P., 1994. Performance of single comb white leghorn layers fed corn-soybean meal and barley-corn-soybean meal diets supplemented with a direct-fed microbial. In: *Poult Sci.* Novembre 1994. 73(11):1712-23.
<https://doi.org/10.3382/ps.0731712>.

NACIRI Muriel et BROSSIER Fabien, 2008. Les coccidioses aviaires : importance et perspectives de recherche. In : *Académie vétérinaire de France* [en ligne]. 18 décembre 2008. [consulté le 27 août 2021]. Disponible à l'adresse : [Académie vétérinaire de France - Académie Vétérinaire de France \(academie-veterinaire-defrance.org\)](http://Académie vétérinaire de France - Académie Vétérinaire de France (academie-veterinaire-defrance.org))

O

OUKESSOU, Mohamed., DERQAOU, Sophia., EL IDRISSE, Ibrahim et NASSIK, Sadia., 2021. Les probiotiques seraient-ils la nouvelle génération naturelle des cofacteurs promoteurs de croissance chez le poulet de chair ?. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.* Vol 9, N°3.

OVINGTON, KS., ALLEVA, LM et KERR, EA., 1995. Cytokines and immunological control of *Eimeria* spp. In: *International Journal for Parasitology.* Novembre 1995. 25(11) : 1331-1351.

P

PIERROT, Sandra., 2015. *Portage de bactéries multirésistantes en structures d'accueil pour personnes âgées : Evaluation d'une politique de dépistage ciblée en fonction des facteurs de risque.* Thèse de doctorat en Pharmacie. Lorraine : Université de Lorraine, Faculté de Pharmacie, 98p.

R

- RICHARD., GUILLOT., LAFONT., CHASSES-croisés et OUDAR, J.,** 1982. Antibiothérapie, antibiorésistance, et écologie microbienne. In : *Revue de Médecine Vétérinaire*. 157-167.
- RICKE, S., SANG, L., KIM, S., PARK, S.H et SHI, Z.,** 2020. Prebiotics and the poultry gastrointestinal tract microbiome. In: *Poult Sci*. Février 2020. 99(2):670-677.
- RICKE, Steven.,** 2021. Prebiotics and alternative poultry production. In: *Poult Sci*. Juillet 2021. 100(7) 101174. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101174>.
- ROFLE, R. D.,** 2000. The role of probiotic culture in the control of gastrointestinal health. In: *J Nutr*. Février 2000. 130(2):396-402. <https://doi.org/10.1093/jn/130.2.396s>.
- ROLLAN, Sergi.,** 1997. L'intestin grêle, le reflet de notre image santé. In : *Symbiotic-Mix*. Rapport d'activité. Toulouse. 4 Décembre 1997.

S

- SAAD, Salma,** 2011. *Les additifs alimentaires dans l'alimentation animales*. Mémoire de licence en biologie. Batna : Université EL Hadj Lakhder Batna.
- SAKATA, T et SETOYAMA, H.,** 1995. Local stimulatory effect of short-chain fatty acids on the mucus release from the hindgut mucosa of rats (*Rattus norvegicus*). In: *Comp Biochem Physiol A Physiol*. Juillet 1995. 111(3):429-32.
- SALMINEM, S., BOULEY, C., BOUTRON-RUAULT, M.C., CUMMINGS, J.H., FRANCK, A., GIBSON, G.R., ISOLAURI, E., MOREAU, M.C., ROBERFROID, M et ROWLAND, I.,** 1998. Functional food science and gastrointestinal physiology and function. In: *Br J Nutr*. Aout 1998. 80 Suppl 1:S147-71. <https://doi.org/10.1079/bjn19980108>.
- SALTER, D.N.,** 1973. The influence of gut microorganisms on utilization of dietary protein. In: *Proc Nutr Soc*. Septembre 1973. 32(2):65-71.
- SANDERS, M.,** 2001. Lactic acid bacteria and human health. In: *Dairy and Food culture technologies*. 73: 361-364.
- SAVILLE Peter,** 1999. LA COCCIDIOSE AVIAIRE, In : *COMMUNAUTÉ DU PACIFIQUE/SECRETARIAT* [en ligne]. Santé animale Fiche technique N°3, 1999. http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/LRD/AHP/Animal_Health/27559_1999_Sante_animale_fiche_technique_3_Coccidiose_aviaire.pdf
- SCHREZENMEIR, J et DE Vress, M.,** 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics approaching a definition. In: *Am J Clin Nutr*. Février 2001. 73(2): 361-364. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.361s>.

SERVIN, A. L., 2004. Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. In: *FEMS Microbiol Rev.* Octobre 2004. 28(4):405-40.
<https://doi.org/10.1016/j.femsre.2004.01.003>.

SERVIN, Alain et COCONIER, Marie-Hélène., 2003. Adhesion of probiotic strains to the intestinal mucosa and interaction with pathogens. In: *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* Octobre 2003. 17(5):741-54. [https://doi.org/10.1016/s1521-6918\(03\)00052-0](https://doi.org/10.1016/s1521-6918(03)00052-0).

SHELDON, B.W et ESSARY E.O., 1982. Effect of Antibiotics on Intestinal Microflora and Flavor of Broiler Meat. In: *Poult Sci.* 61: 280-287. <https://doi.org/10.3382/ps.0610280>.

SIMON, O., JADAMUS, A., et VAHJEN, W., 2001. Probiotic feed additives-effectiveness and expected modes of action. In: *Anim Feed Sci.* 10:51-67.

SOUILEM, O et GOGNY, M., 2002. Particularité de la physiologie digestive des volailles. In : *Revue de la médecine vétérinaire.* 145(7):525- 537.

T

TALEBI, E., ZAREI, A., ME, Abolfathi., 2010. Influence of three different organic acids on broiler performance. In: *Asian Journal of Poultry Science.* 4(1):7-11.
<https://dx.doi.org/10.3923/ajpsaj.2010.7.11>.

TODAR, Kenneth., 2004. Nutrition and growth of bacteria. In: *Todar's online textbook of bacteriology.* <http://www.bact.wisc.edu/Bact330/lecturenf>.

V

VIDAL, Louis., 2009. In : Dictionnaire Vidal des médicaments (en ligne). (Consulté le 12 juin 2021).

VOSTERMANS VENTILATION, 2019. Les diverses options de ventilation dans les poulaillers In: *VOSTERMANS VENTILATION*, [en ligne]. 10 décembre 2019. [Consulté le 15 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.vostermans.com/fr/ventilation/blog/les-diverses-options-de-ventilation-dans-les-poulaillers>

VILLATE Didier, GUERIN Jean-Luc, BALLOY Dominique et FACON Charles, 2018. *Maladies Des Volailles*. 4^e Edition .Editions France Agricole : ISBN 978-2-85557-513-1

W

WAMBEKE, F. W et PEETERS, J., 1995. The effect of paciflor (R) on the performances, carcass composition and caecal bacterial numbers of broilers. In: Arch. Geflugelkd.59, 125-129.

Y

YVORE, P, 1992. Les coccidioses en aviculture. In : *Manuel de pathologie aviaire*. Maison d'Alfort:ENVA, Paris, 313-317p.