

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

*Evaluation de l'effet de la supplémentation dans
l'alimentation d'un prébiotique naturel sur les
performances du poulet de chair*

Présenté par : Bouridj Meriem

Beddar Meriam

Soutenu Le : 20 /06/2016

Devant le jury composé de:

Président : Goucem. R

Promoteur : Djeddar. R

Examinatrice : Sahraoui. L

Examinatrice : Djellout. B

Maitre as s i s t a n t

Maitre as s i s t a n t

Maitre as s i s t a n t e

Maitre as s i s t a n t e

ENSV

ENSV

ENSV

ENSV

Année universitaire : 2015/2016

Remerciements

Avant toute chose, on remercie Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donnée la force et la patience afin d'accomplir ce travail.

On exprime notre reconnaissance et notre profonde gratitude à Dr DJEZZAR .R Maitre assistant à l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger de nous avoir accordé le privilège de nous encadrer.

« On vous souhaite un Joyeux Anniversaire Docteur »

On tient à remercier très vivement Mme SAHRAOUI. L , Mr KADDOUR RACHID et Mr IDRES. T pour leur aide indispensable et pour leurs précieux conseils.

Nous remercions également :

Mr GOUCEM R qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury.

Mme DJELLOUT. B et Mme SAHRAOUI. L d'avoir examiné avec soin ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aussi à L'équipe de l'ITELV pour toute leur aide durant toute la partie expérimentale.

Dédicace

Je dédie mon modeste travail à,

Ceux qui ont fait de moi ce que je suis et ne cessent de me soutenir et de m'encourager, Mes Chers Parents ; pour tout le soutien que vous m'avez offert pendant ces longues années d'études, je vous dis Merci ...

A ma sœur, Mon frère, Mes cousines, Mes tantes et Mes oncles Maternels qui m'ont toujours entouré d'amour.

Une spéciale dédicace pour les deux personnes les plus chères à mon cœur

L'Adorable Super-Widi et Sofiane cœur d'Amande ☺

A tout mes collègues, Mes Amis, surtout ceux du groupe « Yakichidose »

A toute les personnes que j'aime

Mimito

Dédicace

Je dédie ce travail.

A mes chers parents qui m'ont suivi avec grand plaisir et intérêt

*A mon aimable époux qui était très compréhensif. Merci de m'avoir soutenu
durant ces longues années d'études*

A ma fille Hala

A mes frères Heissen et Aymen

A toute ma famille

A mes amis sans exception

Merci a tous...

Meriem

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Classification des ATB les plus utilisés en aviculture	09
Tableau 02 : Compositions et caractéristiques de l'aliment de base.....	26
Tableau 03 : Température et Hygrométrie durant la période d'élevage.....	27
Tableau 04 : Programme de prophylaxie médicale.....	28
Tableau 05 : Les différents prélèvements de l'analyse de la flore digestive	36
Tableau 06 : Poids vif moyen et gain de poids moyen des sujets de lots prébiotique et le lot témoin durant toute la période d'élevage	41
Tableau 07 : Ingéré alimentaire moyen des deux lots(g) /semaine /animal.....	44
Tableau 08 : Indice de consommation	45
Tableau 09 : Taux de mortalités dans les deux lots durant toute la période d'élevage	45
Tableau 10 : Morphométrie intestinale hebdomadaire des 2 lots	46
Tableau 11 : Longueur intestinale moyenne des deux lots	47
Tableau 12 : Hauteurs moyennes des villosités intestinales mesurées au niveau des trois portions de l'intestin chez les sujets des deux lots	48
Tableau 13 : volume moyen des villosités intestinales (mm ³) mesuré au niveau de duodénum, jéjunum et l'iléon chez le lot prébiotique et le lot témoin.....	50
Tableau 14 : Recherche et dénombrement des salmonella et des <i>E. coli</i> chez les deux lots ...	52

Listes des figures :

Figure 01 : L'extérieur du bâtiment d'élevage.....	22
Figure 02 : L'intérieur du bâtiment d'élevage	23
Figure 03 : Disposition de la mangeoire et de l'abreuvoir à une semaine d'âge	24
Figure 04 : Disposition de la mangeoire et de l'abreuvoir à 3 semaines d'âge	24
Figure 05 : Mise en place des poussins d'un jour	28
Figure 06 : Pesé des animaux.....	30
Figure 07 : Mesure de longueur des intestins.....	31
Figure 08 : Prélèvement des 3 portions de l'intestin	32
Figure 09 : Disposition des tissus au milieu de la barre de Leukart.....	33
Figure 10 : Disposition de la cassette à inclusion.....	33
Figure 11 : Réalisation des coupes histologiques par le microtome	33
Figure 12 : Disposition de la coupe histologique sur la lame.....	34
Figure 13 : Séchage des lames sur la plaque chauffante.....	34
Figure 14 : Mesure des dimensions des villosités intestinales	35
Figure 15 : Récolte aseptique du contenu caecal	37
Figure 16 : Colonies d' <i>E Coli</i> ensemencées sur VRBL après incubation	38
Figure 17 : Colonies d' <i>E Coli</i> ensemencées sur Kligler Hajna après incubation	39
Figure 18 : Absence de colonies de <i>salmonella</i> après incubation	40
Figure 19 : Evolution comparée du poids vif moyen des sujets de lot prébiotique par rapport à celle du lot témoin	42
Figure 20 : Evolution comparée du gain de poids moyen des sujets de lot prébiotique par rapport à celle de lot témoin	43
Figure 21 : Evolution comparée de l'ingéré alimentaire durant la période d'élevage chez le lot prébiotique par rapport à celle du lot témoin	44
Figure 22 : Evolution comparée de la morphométrie intestinale moyenne des deux lots.....	47
Figure 23 : Evolution comparée de la hauteur moyenne des villosités duodénales (μm) chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.....	48
Figure 24 : Evolution comparée de la hauteur moyenne des villosités jéjunales (μm) chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin	49

Figure 25: Evolution comparée de la hauteur moyenne des villosités iléales (μm) chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.....	49
Figure 26 : Evolution comparée du volume moyen des villosités duodénales chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin	51
Figure 27 : Evolution comparée du volume moyen des villosités jéjunales chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.....	51
Figure 28 : Evolution comparée du volume moyen des villosités iléales chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin	52
Figure 29 : Evolution comparée d' <i>E Coli</i> chez le lot prébiotique par rapport à celle de lot témoin	53

Liste des Abréviations:

- **ATB** : Antibiotiques.
- **AFC** : Anotibiotiques Facteurs de Croissance.
- **AstE** : Extraits d'Astragalus membranaceus Radix.
- **FOS** : Fructo-Oligosaccharide .
- **GOS** : Galacto-Oligosaccharide .
- **IC** : Indice de Consommation.
- **LenE** : Extraits de Lentinus edodes.
- **IMO** : Isomalto-Oligosaccharides .
- **MOS** : Mannan-Oligosaccharide .
- **SII** : Système Immunitaire Intestinal .
- **TreE** : Extraits de Tremella fuciformis.
- **TSE** : Triptone-Sel .
- **UFC** : Unité Formant Colonies.

Sommaire

Introduction

Partie Bibliographique :

Chapitre 1 : Notions d'aviculture

I. Définition de l'aviculture	01
II. Développement de l'aviculture	01
1. Dans le monde	01
2. En Algérie	02

Chapitre 2 : Rappel sur la microflore digestive des volailles

I. Répartition de la flore intestinale du poulet.....	03
II. Rôle de la flore digestive.....	03
1. Aspect nutritionnel	04
1.1. Digestion des glucides.....	04
1.2. Digestion des protéines.....	04
1.3. Digestion des lipides.....	04
1.4. Minéraux et vitamines.....	05
2. Impact sur la physiologie digestive.....	05
2.1. Les effets de la microflore sur l'anatomie et la physiologie du tractus digestif	05
2.2. Production et hydrolyse du mucus.....	05
3. Impact sur la sante de l'animal.....	06
3.1. Stimulation du système immunitaire.....	06
3.2. Protection contre les microorganismes néfastes	06
3.3. Production des substances et métabolites.....	07

Chapitre 3 : Les Antibiotiques

I. Définition et caractéristiques.....	08
II. Classification des antibiotiques les plus utilisés en aviculture.....	08

III. Les risques liés à l'utilisation d'antibiotiques	11
IV. Les antibiotiques utilisés comme facteurs de croissance.....	12
V. Mode d'action des antibiotiques facteurs de croissance.....	12
VI. Les antibiotiques facteurs de croissance et les réglementations	13

Chapitre 4 : Les Additifs alimentaires

I. Définition	15
II. Les additifs les plus utilisés en aviculture	15
1. Les antibiotiques	15
2. Les probiotiques	16
3. Les enzymes	16
4. Les épices et les extraits de plantes	17
5. Les prébiotiques	17

Chapitre 5 : Les prébiotiques

I. Définition 18	
II. Les principaux prébiotiques utilisés en aviculture.....	18
1. Les monosaccharides.....	18
2. Les diasaccharides	18
3. Les oligosaccharides	18
4. Les Polysaccharides	19
III. Mode d'action des prébiotiques	19
IV. Effets des prébiotiques.....	20

Partie Expérimentale :

Chapitre 1 : Matériels et Méthodes

I. Objectif de l'étude.....	22
II. Période et lieu d'étude.....	22

Matériels :

I. Bâtiments.....	22
-------------------	----

II. Equipements.....	23
1. Equipements d'élevage.....	23
2. Equipements d'accompagnements.....	24
III. Matières premières et fond de roulement.....	25
1. Animaux.....	25
2. La litière.....	25
3. L'alimentation.....	25
4. L'eau de boisson.....	26
IV. Condition d'ambiances.....	27
1. Température et hygrométrie.....	27
2. Système d'éclairage.....	27
V. Conduite d'élevage.....	27
1. Vide sanitaire.....	27
2. Mise en place des poussins.....	27
VI. Programme de prophylaxie médicale.....	28
Méthodes :	
I. Protocole expérimental.....	29
II. Evaluation des performances zootechniques.....	30
1. Détermination de poids moyen et gain de poids hebdomadaires.....	30
2. Ingéré alimentaire.....	30
3. Indice de consommation	30
4. Le taux de mortalités.....	31
5. Etude de la morphométrie intestinale.....	31
6. Etude de l'histométrie intestinale	32
II. Evaluation de l'évolution de la flore digestive.....	36
1. Recherche et dénombrement des <i>E coli</i>	37
2. Recherche des <i>Salmonelles</i>	39

Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Résultats :

I. Résultats des performances zootechniques.....	41
1. Effet sur le poids vif moyen et le gain de poids.....	41
2. Effet sur l'ingéré alimentaire.....	43
3. Effet sur l'indice de consommation.....	45
4. Effet sur le taux de mortalités.....	45
5. Effet sur la morphométrie intestinale.....	46
6. Effet sur l'histométrie intestinale.....	47
6.1. Effet sur la hauteur des villosités intestinales.....	47
6.2. Effet sur le volume des villosités intestinales.....	50
II. Résultats de l'évolution de la flore digestive.....	52

Discussions :

I. Paramètres zootechniques.....	54
1. Effet sur le poids vif moyen et le gain de poids.....	54
2. Effet sur l'ingéré alimentaire moyen.....	54
3. Effet sur l'indice de consommation.....	54
4. Effet sur les mortalités.....	55
5. Effet sur la morphométrie intestinale.....	55
6. Effet sur l'histométrie intestinale.....	55
II. Evolution de la flore digestive.....	56

Conclusion

Perspectives

INTRODUCTION GENERALE

L'accroissement de la production avicole est dû à l'amélioration du potentiel génétique de l'animal, à une maîtrise de la conduite des élevages, à une meilleure optimisation nutritionnelle des régimes alimentaires et à l'utilisation des facteurs de croissance qui sont surtout des antibiotiques (Langhout 1998). Ces derniers comptent parmi les additifs 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, ils ont favorisé l'apparition d'un nombre important de souches bactériennes résistantes conduisant à des échecs de traitements aux antibiotiques chez l'homme et des réactions allergiques chez le consommateur. (Corpet 1995).

Toutefois, l'interdiction de l'utilisation des antibiotiques en tant que facteurs de croissance affecte les performances zootechniques et la rentabilité économique des élevages du poulet de chair. En effet, la soustraction des antibiotiques de l'alimentation des volailles peut entraîner le développement de certaines pathologies telles que l'entérite nécrotique, colibacilloses et autres salmonelloses.

Le souci de maintenir un niveau satisfaisant de production exige la recherche de solutions non thérapeutiques qui se substituent à l'usage des antibiotiques en tant que facteurs de croissance. Les alternatives aux antibiotiques doivent être à la fois efficaces sur le plan zootechnique, sanitaire et économique. Parmi les additifs proposés, il existe les acides organiques, les huiles essentielles, les probiotiques et les prébiotiques (Dorman et Deans 2000).

C'est dans ce contexte que la présente étude se propose comme une contribution à l'utilisation d'un prébiotique comme alternative aux antibiotiques. Pour répondre à cet objectif, nous avons tenté d'évaluer :

- 1) Les performances zootechniques obtenues avec ce type de prébiotiques.
- 2) L'impact de ce prébiotique sur l'évolution de la microflore intestinale des poulets de chair.

Partie
Bibliographique

Chapitre 1 : Notions d'Aviculture

I. Définition de l'aviculture :

L'aviculture désigne toutes les sortes d'élevage des oiseaux ou de volailles, particulièrement les gallinacés (Poule, dinde, pintade, caille, faisans...etc.), colombidés (pigeons) et les palmipèdes (canard et oie) qui sont concernés par l'aviculture utilitaire.

Ces derniers sont domestiqués et exploités dans le but d'en tirer une production de viande et d'œufs qui par leur valeur biologique en protéines représentent une part importante de la nourriture de l'homme.

II. Développement de l'aviculture :

1. Dans le monde :

Le développement rapide au cours des cinquante dernières années a fait que l'aviculture est aujourd'hui une véritable industrie répandue mondialement obéissant à des normes spécifiques. Dans les pays industrialisés, du stade de produit traditionnel secondaire aux productions agricoles ou des phases de production (reproduction, incubation, élevage des jeunes, production d'œufs) se déroulaient dans un même endroit et /ou les poulets et les œufs étaient considérés comme des produits de luxe, l'aviculture est devenue une aviculture rationnelle caractérisée par sa spécialisation permettant une meilleure productivité grâce à un emploi plus efficace des facteurs de production ainsi qu'à l'obtention de bonnes conditions sanitaires.

Les différentes phases d'élevage sont pratiquement indépendantes divisant la profession avicole en :

- Sélectionneurs.
- Multiplicateurs
- Accouveurs.
- Eleveurs de poulet de chair.
- Eleveurs de poules pondeuses.

Le découpage des différentes phases de production avicole et la concentration en grands troupeaux élevés dans des conditions de plus en plus contrôlées, ont permis la mécanisation du travail et ont obligé les professionnels avicoles à une planification poussée de la production qui s'est traduite par un processus de concentration économique appelé intégration dans laquelle le

producteur éleveur reste propriétaire de ses moyens de production , alors tout est transféré à l'entreprise intégratrice (abattoirs et autres entreprises en aval de la production avicole comme les conditionneurs d'œufs).

En raison des marges de plus en plus réduites, le développement de l'aviculture se réalise le plus souvent par l'agrandissement des entreprises existantes, Le nombre d'élevages moyens a diminué fortement au profit des entreprises de 20000 sujets pour le poulet de chair et de 15000 à 25000 sujets pour les pondeuses (Economie d'échelle).

Une telle évolution a fait passer les poulets de leur rang de produits de luxe à celui de produits de consommation courante.

2. En Algérie :

Durant les années 60, l'aviculture algérienne était de type fermier, familial, sans organisation particulière, dont les faibles productions étaient réservées à l'autoconsommation. Le pays a vécu, des 1969, une amorce d'un programme de développement des productions animales, dont l'aviculture, par la création de structures visant à organiser la production.

Différents aménagements ont été réalisés à partir de 1980, jusqu'au désengagement de l'Etat en 1990, qui opte pour une politique d'incitation des investissements privées. A partir de l'an 2000, le lancement du PNDA visait la dotation en moyens indispensables, toujours dans le même objectif, de garantir aux consommateurs des produits avicoles de qualité et a des prix abordables en maintenant son pouvoir d'achat. Les résultats enregistrés et l'engouement des différents opérateurs permettront incontestablement d'aboutir à une professionnalisation des différents acteurs et l'émergence d'une filière intégrée, et les objectifs assignés en matière de protection du revenu des aviculteurs, de sécurisation et de stabilisation du marché ainsi que la protection du pouvoir d'achat des consommateurs seront forcément atteints. (ICHOU. S , 2012).

Durant cette dernière décennie, la filière avicole locale a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales. L'offre en viandes blanches est passée de 95 000 à près de 300 000 tonnes entre 1980 et 2010, soit une progression de +212 % en 30 ans (MADR, 2011). Ceci a permis d'améliorer la ration alimentaire moyenne en protéines animales de près de 35 millions d'algériens (6 Kg de viande de poulet par personne et par an) (Kaci, A., & Cheriet, F. 2013).

*Chapitre 2 : Rappel Sur La
Microflore Digestive Des Volailles*

Chez les oiseaux, la flore intestinale du jabot à l'intestin est composée principalement de *Lactobacillus*, alors que les caecae hébergent surtout des anaérobies strictes (Schrezenmeier 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, des modifications de la digestion des aliments, ainsi qu'une augmentation des besoins énergétiques.

I. Répartition de la flore intestinale du poulet :

Le tube digestif des oiseaux, comme celui des mammifères renferme une population microbienne extrêmement riche et diversifiée, composée de nombreux microorganismes différents (Andrieu, 1995 ; Paco et al, 2003).

Cette microflore comprend des bactéries et des champignons. Chez le poulet, 29 genres bactériens ont été identifiés, chaque genre serait représenté par 3 à 4 espèces, et chaque espèce par 3 à 4 types métaboliques différents, ce qui ferait plus de 200 types différents (Gabriel et al, 2003).

La microflore bactérienne digestive peut être divisée en trois groupes distincts (Larbier et Leclercq, 1994; Villate, 2001; Lu et al, 2003 ; Gabriel et al 2005)

1-une flore dominante (plus de 10⁷ germes/g) composée d'espèces anaérobies strictes et spécifique de l'espèce aviaire : *Lactobacilles*, *entérobactéries*.

2- une flore sous dominante (10⁵ à 10⁷ germes/g) composée de *Streptocoques* et d'*entérobactéries* moins spécifique de l'espèce.

3- une flore transitoire (moins de 10⁵ germes/g) sont aussi souvent anaérobies strictes.

A la naissance le tube digestif des animaux est totalement stérile (Rollan, 1997; Jean-Blain, 2002) mais en 6 à 12 heures, quelques bactéries s'implantent à son niveau à partir de l'environnement. Chez les volailles l'inoculation naturelle se fait à partir de la flore des adultes ou de celle des aliments.

II. Rôle de la flore digestive :

La flore digestive semble avoir des fonctions nutritionnelles, métaboliques, immunologiques et protectrices (Lee, 2002; Herich et Levkut, 2002; Lam et al, 2005).

1. Aspect nutritionnel :

1.1. Digestion des glucides :

Parmi les glucides on distingue deux types : ceux que l'oiseau peut digérer (amidon, dextrine) et ceux qui ne peuvent être utilisés que par la microflore, les polysaccharides non amylacés (cellulose, hémicellulose, substances pectiques) (Gabriel et al, 2003).

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 caecae sans avoir un rôle significatif.

1.2. Digestion des protéines :

L'effet de la microflore sur la digestibilité des protéines conduit selon les études à des résultats variables, probablement dû aux différences des compositions des régimes alimentaires. 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). D'une manière générale, la flore digestive semble jouer un rôle de conservation de l'azote : libération et recyclage de NH_3 (Gabriel et al, 2003).

1.3. Digestion des lipides :

Comme chez toutes 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.

1.4. Minéraux et vitamines :

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. 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.

2. Impact 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.

2.1. Les effets de la microflore sur l'anatomie et la physiologie du tractus digestif :

Par rapport à des animaux axéniques, les animaux conventionnels, ont un intestin plus lourd et plus long, ainsi qu'une paroi plus épaisse (Denis et al, 2004). Cet épaississement est dû principalement aux tissus connectifs en particulier la lamina propria, et au tissu lymphoïde (augmentation de la taille des plaques de Peyer). Les villosités sont plus hautes et de formes irrégulières, et les cryptes plus profondes. Les différents métabolites produits par les bactéries tels que les acides gras volatils tout particulièrement l'acide butyrique l'ammoniaque et les amines, seraient responsables du développement plus important des tissus intestinaux (Larbier et Leclercq, 1994 ; Jean-Blain, 2002; Prioult, 2003).

2. Production et hydrolyse du mucus :

Alors que certains micro-organismes s'attachent à l'épithélium du tube digestif, certains colonisent les mucines de l'iléon, des caecae et du colon du poulet. Le gel formé par le mucus pourrait servir à stabiliser la communauté microbienne. Celle-ci modifie le fonctionnement des cellules en gobelet et la composition chimique du mucus intestinal directement en libérant localement des facteurs bio actifs ou indirectement par l'activation des cellules immunitaires de l'hôte. Par ailleurs les mucines pourraient être utilisées comme source de carbone et d'énergie par certaines bactéries grâce à leurs activités glycosidiques (Lee, 2002; Collinder, 2003).

3. Impact sur la sante de l'animal :

3.1. Stimulation du système immunitaire :

La flore intestinale participe au développement et au maintien d'un système immunitaire intestinal (SII) efficace. D'une part, elle est une source d'antigènes capables de déclencher la réponse immunitaire spécifique systémique et locale (Salminen et al, 1998), d'autre part, elle influence le nombre et la distribution des populations cellulaires du SII et joue un rôle dans la régulation de la réponse immunitaire (Cebra, 1999 ; Gauthier, 2002). Où elle serait responsable de l'évolution de la production d'IgM en IgG, ces derniers étant les anticorps les plus importants quantitativement.

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, (Cebra, 1999 ; Corpet, 2000 ; Herich et Levkut, 2002). Certaines bactéries stimulent l'immunité non spécifique en activant la fonction des macrophages (phagocytose, synthèse de cytokines) (Lee et al, 2002 ; Lu et al, 2003).

3.2. Protection contre les microorganismes néfastes :

La flore autochtone empêche l'implantation de la flore pathogène (Gabriel et al, 2003 ; Denis et al, 2004; FAO/WHO, 2004). Les interactions microbiennes sont les principales responsables du maintien et de la régulation de la microflore gastro-intestinale de l'hôte ; elles sont à la base des mécanismes par lesquels la microflore, s'oppose à l'établissement des microorganismes que l'organisme hôte les ingère quotidiennement. Les divers mécanismes formant la première ligne de défense de l'hôte sont nommés résistance à la colonisation, exclusion compétitive, ou effet barrière en empêchant leur translocation dans la circulation sanguine. L'effet barrière de la microflore intestinale est dit préventif ou curatif selon qu'il se manifeste avant ou après l'introduction du germe pathogène. Cet effet est dit drastique si la bactérie indésirable est totalement éliminée. Il est dit permissif si le germe pathogène nouvellement se range dans la population sous dominante. Les mécanismes à la base de cet effet barrière sont variés :

- La flore naturelle du jabot, en particulier les *lactobacilles*, sont fixés sur l'épithélium squameux non sécrétoire du jabot des volailles. Cette faculté d'adhésion leur permet de se maintenir en place en quantité importante pendant toute la vie de l'animal. Ils sont également présents dans la lumière et diminue le pH de cet organe autour de 4.5 conduisant à un effet

bactéricide limitant la croissance des bactéries néfastes. La flore produit aussi des acides gras volatils, dont le type et la quantité dépendent de la nature des bactéries et des substrats disponibles. Dans le jabot, on trouve principalement de l'acide lactique, et dans les caecae, principalement de l'acide acétique, en moins grande quantité de l'acide propionique et butyrique, et des traces d'autres acides. Ces acides gras organiques ont un effet bactéricide.

- L'effet barrière peut être dû à la production de substances antimicrobiennes par la flore autochtone. Ces composants peuvent soit inhiber, soit tuer les pathogènes. Ainsi, les lactobacilles homofermentaires dont *L. acidophilus* produisent différents types de bactériocines qui ont un large spectre d'activité, ainsi que du peroxyde d'hydrogène (Prioult, 2003 ; Kralik et al, 2004).

3.3. Production des substances et métabolites :

Les bactéries produisent des vitamines B, K et E (Coates 1980 cité par Gabriel et al, 2005) et différentes substances antimicrobiennes. La flore bactérienne produit des acides gras volatils qui ont un effet barrière. En plus les bactéries produisent de l'ammoniac qui pourrait être utilisé par l'hôte pour la synthèse d'acides aminés non essentiels, mais qui est aussi néfaste pour la cellule et doit être détoxifié en acide urique. Les bactéries décarboxylent certains acides aminés conduisant à la formation d'amines. Ces amines qui stimulent la croissance de la muqueuse intestinale pourraient également avoir un effet négatif. Ainsi, l'histamine, bien qu'étant beaucoup moins efficace que les cytokines, est impliquée dans la réaction inflammatoire (Gabriel et al, 2005).

Chapitre 3 : Les Antibiotiques

En termes de nomenclature, les antibiotiques biologiques sont produits par des micro-organismes (bactéries, champignons) et sont dirigés contre la vie des bactéries mais aussi des champignons ou des cellules humaines. Les agents chimio-thérapeutiques proviennent d'une synthèse chimique. Cette distinction n'est aujourd'hui plus utilisée dans le langage courant (Lüllmann et all. 2001).

I. Définition et caractéristiques :

Un antibiotique est une substance chimique naturelle produite par un micro-organisme qui, à faible concentrations, a le pouvoir d'inhiber la croissance ou détruire certaines bactéries ou d'autres micro-organismes.

Cette définition implique une origine strictement naturelle des antibiotiques. La majorité des antibiotiques sont en effet produits par les moisissures (champignons inférieurs). Elle exclut donc les composés artificiels de synthèse que l'on regroupe en général sous le terme d'antibiotiques de synthèse ; néanmoins, si au départ, tous les antibiotiques sont des substances naturelles, de nombreux dérivés de semi-synthèse ont été obtenus par modification des composés initiaux.

D'après cette définition, l'action d'un antibiotique peut soit inhiber la croissance et la multiplication des bactéries (effet bactériostatique), soit de détruire les bactéries (effet bactéricide) (Fontaine. 1992).

Selon qu'une substance est capable d'atteindre seulement un petit nombre ou bien de très nombreuses espèces bactériennes, on parlera donc d'un antibiotique à spectre étroit (par ex : Pénicilline G) ou bien à spectre large (ex : Tétracycline) (Lüllmann et al, 2001).

Donc l'antibiotique est toute substance naturelle d'origine biologique élaborée par organisme vivant, substance chimique d'une molécule de base naturelle ayant les propriétés suivantes :

- Activité antibactérienne
- Activité en milieu organique
- Une bonne absorption et bonne diffusion dans l'organisme (Poyart, 2006).

II. Classification des antibiotiques les plus utilisés en aviculture :

Les antibiotiques, en fonction de leur structure chimique, sont regroupés en plusieurs grandes familles (voir tableau 01).

Tableau 01 : Classification des ATB les plus utilisés en aviculture :

Famille	Molécule d'antibiotique	Mode d'action	Utilisation en aviculture	Références
Les Béta-lactamines	Pénicillines Céphalosporines	-Agents à large spectre -Bloquent la synthèse du peptidoglycane.		(Fontaine,1992; Bacq-Calberg et al, 1995). (Bacq-Calberg et al, 1995 ; Lüllmann et al, 2001).
Les Tétracyclines		-Activité bactériostatique à spectre très large -Inhibent la fixation des molécules d'aminocycl-ARNt sur le site A du ribosome -Demi-vie d'élimination de la est de 2,30 h après une administration veineuse		(Fontaine,1992; Brugère, 1992 ; Bacq-Calberg et al, 1995)
Les Aminosides	Streptomycine et Kanamycine	-Activité bactéricide -Le point fort de leur spectre d'action porte sur les bactéries Gram négatives	-Traitement de la tuberculose. -Assez toxiques et peuvent entrainer une surdité, des dommages rénaux, des pertes d'équilibre, des nausées et des réactions allergiques. Ils ne sont envisagés que par voie parentérale (car ils sont peu ou pas absorbés per os)	(Fontaine,1992; Bacq-Calberg et al, 1995). (Lüllmann et al, 2001). (Brugère, 1992; Bacq-Calberg et al, 1995).

Les Macrolides	Erythromycine Tylosine Spyramycine	-Peuvent se fixer dans les tissus et dans certains liquides biologiques -A spectre d'activité peu large, portant sur les germes Gram positifs et les mycoplasmes.	Traitements des maladies respiratoires chroniques.	(Fontaine,1992; Brugère, 1992 ; Bacq-Calberg et al, 1995).
Les Quinolones	Fluméquine Enrolfoxacine Norfloxacine	- A large spectre -Inhibent l'ADN-gyrase bactérienne ou topoisomérase et perturbent la réplication et la réparation de l'ADN.		(Fontaine, 1992). (Fontaine,1992; Bacq-Calberg et al, 1995).
Les phénicolés	Le Chloramphénicol	-Un large spectre d'action. -Effet toxique (induit des réactions allergiques et neurotoxiques, abaissement temporaire ou permanent de la fonction de la moelle osseuse, conduisant à une anémie aplasique et à une réduction du nombre des leucocytes sanguins).	Traitement de salmonellose	(Fontaine,1992; Bacq-Calberg et al, 1995).
Les poly-peptidiques	Bacitracine et la Tyrothricine	- Polypeptides à spectre d'activité Gram positif agissent en perturbant la synthèse de la paroi bactérienne. -Polypeptides à spectre d'activité Gram négatif		(Fontaine, 1992 ;et al, 1995).

	Polymyxine et la Colistine	agissent sur la membrane cytoplasmique en la désorganisant		
Les Sulfamides		<p>-Activité bactériostatique à spectre large et anticoccidienne.</p> <p>-Agissent sur le métabolisme de l'acide folique en bloquant sa la synthèse de ce dernier.</p>	Intérêt particulier dans le traitement de l'entérite nécrotique due à <i>Clostridium perfringens</i>	(Bacq-Calberg et al, 1995). (Heskia, 2004).
Les Nitrofuranes	le Nitrofurantoin le Furazolidone le Furaltidone le Nitrofurantoin et le Nifurpirinol	<p>-Propriétés antimicrobiennes (agissent sur les Gram négatifs) et</p> <p>-Activité anticoccidiennes.</p>		(Fontaine, 1992).

III. Les risques liés à l'utilisation d'antibiotiques :

Les antibiotiques représentent, de très loin, la classe des médicaments la plus employée à l'heure actuelle, en médecine humaine comme en médecine vétérinaire. En effet, l'utilisation intensive des antibiotiques, notamment en médecine vétérinaire, pose de sérieux problèmes d'autant plus que les bactéries devenues résistantes peuvent être pathogènes pour l'homme. L'émergence de bactéries présentant des résistances, parfois multiples, aux antibiotiques est une préoccupation majeure de santé publique. Peu d'études permettent d'appréhender le devenir des antibiotiques dans l'environnement et leur effet éventuel sur les communautés microbiennes. De même si de nombreuses études ont montré l'importance des réservoirs humains et animaux dans la sélection de ces bactéries, peu de travaux ont été initiés sur le devenir des bactéries antibio-résistantes, et des gènes correspondants, dans les environnements aquatiques et telluriques (Eurin, 2008).

Les risques de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires provenant des animaux traités constituent un risque potentiel non négligeable pour le consommateur, du fait notamment de leurs effets allergisants et de l'induction de résistances bactériennes (Fontaine, 1992).

IV. Les Antibiotiques utilisés comme facteurs de croissance :

Certains antibiotiques ont été employés depuis des années comme promoteurs de croissance, les doses incorporées dans les aliments sont beaucoup plus faibles que les doses thérapeutiques. Il est généralement accepté que ces promoteurs de croissance agissent par modification de la flore intestinale, réduisant la population gram-positive, que l'on croit généralement responsable de performances médiocres (Bedford, 2000). Cette flore gram-positive réduit les taux de croissance des poussins à cause de la compétition avec l'hôte pour les nutriments dans le tube digestif, de la dégradation des enzymes sécrétées par l'hôte et de l'induction d'une réponse immunitaire qui en soi réduit l'appétit et induit un catabolisme protéique (Bedford, 2000). Ce catabolisme protéique serait lié à la production de TNF- α (tumor necrosis factor alpha). La flore ciblée par les antibiotiques facteurs de croissance contient par exemple des bactéries opportunistes voire facultativement pathogènes telles que *Clostridium perfringens* (Hofacreet al, 1998).

Les soucis concernant le développement de souches multi résistantes aux antibiotiques suite à l'emploi de ces produits à grande échelle dans les aliments pour animaux de rente a eu pour conséquence que la Communauté Européenne a interdit l'emploi de la majorité des antibiotiques comme promoteurs de croissance depuis fin juin 1999.

V. Mode d'action des antibiotiques facteurs de croissance :

D'après l'office national de la santé vétérinaire de Londres. Les antibiotiques facteurs de croissance sont utilisés pour aider les animaux au cours de leur croissance et à digérer leur nourriture de façon plus efficace, à en tirer le maximum de bénéfices et à rester en pleine santé, non pas comme stimulateurs d'appétit (House of Londres, 1998), les AFC utilisés à des concentrations largement inférieures à celles utilisées en thérapeutiques, permettent une digestion des nutriments plus efficace, diminuant ainsi la quantité d'aliment nécessaire à l'engraissement des animaux (Samanidou, Evaggelopoulou, 2008). Ceci constitue la principale raison pour laquelle les AFC ont été largement utilisés en élevage intensif, de plus, l'efficacité des AFC est d'autant plus importante dans des conditions où le risque d'infection est plus élevé, à des âges particuliers, lors d'un changement d'alimentation ou encore dans certaines conditions d'élevage peu hygiénique.

Le mode d'action des antibiotiques comme facteurs de croissance n'est pas encore précisément connu à ce jour, ils affecteraient l'activité métabolique de certains micro-

organismes intestinaux, ou entraîneraient un changement de l'équilibre de l'écosystème intestinal (Smanidou et Evaggelopoulou, 2008). Cette hypothèse repose sur le fait que la microflore intestinale aurait un impact négatif sur la croissance animale, directement ou indirectement et que le mécanisme des AFC dépendrait de leurs propriétés antibactériennes.

VI. Les antibiotiques facteurs de croissance et les réglementations :

L'association entre la résistance bactérienne et l'apport d'antibiotiques facteurs de croissance chez les poulets a été rapporté par Barnes en 1958 et Elliott et Barnes en 1959, la prise de conscience de l'impact du développement de résistances chez les pathogènes de l'homme a eu lieu dès 1969 grâce au rapport de Swann au parlement Britannique (Swann committee, 1969). Ce rapport proposait des recommandations pour l'utilisation des AFC à fin de limiter les risques pour l'homme. L'utilisation des AFC a ainsi été restreinte aux antibiotiques entraînant un impact économique significatif dans les élevages, n'ayant pas ou peu d'application comme agents thérapeutiques, chez l'homme et chez l'animal et n'affaiblissant pas l'efficacité des médicaments thérapeutiques via le développement de souches résistantes (Butaye et al, 2003).

Ces critères furent ensuite repris par l'Union Européenne pour les protocoles d'obtention des autorisations de commercialisation des AFC (Helmut et Bulling, 1985). Ainsi, les antibiotiques à large spectre n'ont plus été utilisés et à partir des années 1970, seule les AFC ayant un spectre d'activité envers les bactéries gram positives étaient autorisés. La totalité des AFC n'a pas été interdite à ce moment-là, car le possible transfert à l'homme, des germes résistants à ces produits, n'était pas démontré. La Suède avait cependant interdit l'utilisation de tout antibiotique comme additif alimentaire dans l'alimentation humaine ou animale dès 1986. La position politique européenne a changé lors de la découverte du transfert des germes résistants en 1993. Depuis cette date, un grand nombre d'interdictions, nationales ou européennes ont été mises en place. L'Avoparcine a été interdite au Danemark (1995) et en Allemagne (1996). La Spiramycine a été interdite en Finlande et la Virginiamycine au Danemark (1998).

A la suite des initiatives nationales, la directive européenne 97/6 annula l'autorisation d'utilisation de l'Avoparcine en 1997 et la directive 2821/1998 interdit la Spiramycine, la Virginiamycine et la Bacitracine en 1999. Début 2006, la totalité des antibiotiques fut interdite en Europe pour l'utilisation en tant qu'additifs alimentaires par la loi

1831 /2003.(Theuropean-parliament-and-the-council, 2003), leur utilisation étant alors réservée à un usage thérapeutique.

*Chapitre 4 : Les Additifs
Alimentaires*

I. Définition :

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

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.

L'utilisation des additifs dans l'Union européenne est soumise à une réglementation européenne commune depuis 1970. Cette législation défend les intérêts du fabricant et de l'éleveur ainsi que ceux du consommateur. Les additifs ne peuvent être autorisés qu'après avoir démontré leur innocuité, leur stabilité et leur efficacité. Chaque autorisation d'additif prévoit des conditions précises d'utilisation et fixe l'espèce cible, l'âge maximal des animaux et les doses d'incorporation à l'aliment.

II. Les additifs les plus utilisés en aviculture :

1. Les Antibiotiques :

Depuis les années 50, l'usage vétérinaire des antibiotiques s'est répandu parallèlement à l'antibiothérapie humaine (White et McDermott, 2001). L'utilisation vétérinaire des antibiotiques dans les élevages est de trois ordres : thérapeutiques, préventifs et facteurs de croissance (Windschill et al, 1991; Bories, 1998; Barton, 2000; Ferket et al, 2002; Van den Bogaard et Stobberingh, 2000).

Il est incontestable que ces produits ont permis le développement de grands élevages industriels tels que nous les connaissons et ont donné accès aux consommateurs à des produits d'origine animale de qualité et à des prix abordables. On peut s'attendre à des augmentations du gain moyen quotidien (GMQ) de 3 à 7% et des améliorations de l'indice de consommation de 2 à 9% (Mallet et al, 2001).

Néanmoins, le recours aux antibiotiques a connu ses limites en raison de l'émergence de nouvelles souches multi résistantes causées par l'utilisation abusive de ces composés dans le secteur avicole, bien que l'antibio-prévention reste actuellement le seul moyen utilisé pour contrôler les problèmes sanitaires et économiques liés aux pathogènes aviaires. L'utilisation d'autres additifs alimentaire s'avère nécessaire pour favoriser une bonne microflore antagoniste vis-à-vis des pathogènes et peut s'inscrire comme stratégie alternative envisagée

pour protéger les volailles des agents pathogènes et pour remplacer les antibiotiques comme facteur de croissance.

2. Les Probiotiques :

Selon la définition de Fuller (1989), un probiotique est un additif de la ration contenant des micro-organismes vivants, qui a un effet favorable sur l'animal hôte par le biais d'une amélioration de l'équilibre de la microflore intestinale. Il y a déjà presque un siècle, Metchnikoff (1907) a trouvé que boire du lait a un effet favorable sur la santé humaine et que cet effet est lié à la présence de lactobacilles dans le contenu intestinal.

Dans le secteur de la volaille, l'emploi des probiotiques est toujours basé sur les observations originales de Nurmi et Rantala (1973) qui ont observé que l'administration d'une suspension de contenu cæcal provenant de poules adultes peut protéger les poussins contre une infection à *Salmonella*. Ce concept de Nurmi est basé sur l'exclusion des bactéries pathogènes par ce que l'on appelle une flore compétitive. Le concept de Nurmi a été appliqué dans plusieurs produits commerciaux depuis plus de dix ans.

3. Les Enzymes :

Les enzymes sont des protéines qui aident à améliorer la digestion. L'objectif de l'ajout de l'enzyme consiste à améliorer la digestion des polysaccharides non amylacés (sucre ne contenant pas d'amidon). Les polysaccharides non amylacés contribuent à augmenter la viscosité du contenu digestif et par conséquent à réduire la digestibilité de l'aliment (Zhang et al, 2000 ; Revington, 2002; Ferket, 2002 ; Gunal et al, 2004).

Depuis quelques années, l'utilisation d'enzymes sous forme d'additifs, ajoutés aux aliments, principalement chez les volailles, permet d'améliorer la digestibilité et la biodisponibilité de certains nutriments dans les aliments composés et également, en modifiant les caractéristiques physiques ou chimiques des excréments, de diminuer certains cas les nuisances qui y sont associées dans les élevages industriels.

Ces enzymes sont produites industriellement à partir de champignons ou de bactéries (Grajek et al, 2005). Incorporées dans les aliments secs en farines ou en granulés, elles n'ont pas d'action sur les matières de l'aliment avant son ingestion. Elles agissent donc dans le tube digestif ou leur action s'ajoute à celle des enzymes sécrétées par l'animal lui-même (Ferket, 2002).

4. Les épices et les extraits des plantes :

De nombreux produits d'origine végétale sont déjà utilisés dans l'alimentation animale, il s'agit principalement de plantes, d'épices et d'huiles essentielles dont les principes actifs sont bénéfiques pour les animaux.

Parmi les produits d'origine végétale, les huiles essentielles qui semblent être les plus prometteuses, elles stimulent d'une part l'appétit grâce à leur odeur typique, et d'autre part les sécrétions digestives, elles ont aussi des propriétés antimicrobiennes et antiseptiques (Piva et Rossi ; 1999).

D'autres extraits de plantes et épices comme l'ail, la moutarde, l'origan et le thym par exemple, sont reconnus pour leurs activités bactéricides. Ils contribuent à améliorer l'appétence des ingrédients (Revington, 2002). Ils jouent un rôle dans le contrôle des maladies intestinales. Leurs inconvénients majeurs sont le coût et leur manque de stabilité qui limite leur emploi (Mallet et al, 2003).

5. Les Prébiotiques :

Parmi les stratégies alternatives envisagées pour améliorer les performance zootechnique des volailles et pour remplacer les antibiotiques comme facteurs de croissance, des sources alimentaires à pouvoir prébiotique , constituées de sucres complexes de réserve (inuline), oligo saccharides produits par hydrolyse ou par synthèse (voir chapitre suivant).

Chapitre 5 : Les Prebiotiques

I. Définition :

Les prébiotiques sont définis comme des substances alimentaires non digestibles par l'hôte qui lui procurent des effets bénéfiques par une stimulation sélective de la croissance et de l'activité d'un nombre limité d'espèces bactériennes dans le colon (Gibson et Roberfroid, 1995). Cette définition est donc fondée sur le fait que certaines bactéries comme *Bifidobacterium* et *Lactobacillus* ont des effets bénéfiques sur la santé de l'hôte. Les bactéries de ces espèces, quand elles sont administrées directement dans l'alimentation, sont considérées comme des probiotiques. Les prébiotiques sont, en général, des carbohydrates qui sont classés en mono, di, oligo et polysaccharides. Certains monosaccharides comme le glucose et le fructose, sont digestibles et ne sont pas considérés comme des prébiotiques.

II. Les principaux prébiotiques utilisés en production aviaires :

1. Les Monosaccharides :

Le mannose : est le monosaccharide le plus utilisé comme additif alimentaire. Le mannose est un ligand du fimbriae de type 1, communément trouvé chez des bactéries pathogènes comme *Salmonella*. 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 (Allen et al, 1997 ; Doyle and Erickson, 2006).

2. Les Disaccharides :

Le Lactose : Glucide du lait, procure une protection contre *Salmonella* chez le poulet qui ne dispose pas d'enzyme pour la digestion du lactose. Une inclusion de lactose dans l'alimentation du poulet entraîne une réduction de la colonisation par *S.Typhimurium* expliqué par une incapacité du pathogène à fermenter le lactose (Corrier et al, 1993 ; Doyle et Erickson., 2006 ; Terada et al, 1994 ; Ziprin et al, 1991).

Le lactulose : Diholoside formé d'un galactose et d'un fructose liés par une liaison osidique du type O β (1 \rightarrow 4), procure comme le lactose une protection contre *Salmonella* (Corrier et al, 1993 ; Terada et al, 1994 ; Patterson et Burkholder, 2003).

3. Les Oligosaccharides :

Le fructo-oligosaccharide (FOS) : Polymère de courte chaîne, produit à partir de l'hydrolyse de l'inuline, il a pour effet, une réduction de la colonisation de *Salmonella*, *Clostridium spp*, et stimule sélectivement *Bifidobacterium* à l'intérieur du microbiote (Xu et al, 2003 ; Kim et al, 2011 ; Roberfroid et al, 1998 ; Bailey et al, 1991 ; Fukata et al, 1999).

Le galacto-oligosaccharide (GOS) : Il est produit de façon synthétique à partir du sirop de lactose, il possède une activité sélective sur les *Bifidobactéries* (Jung et al, 2008).

L'isomaltooligosaccharides (IMO) : Il est produit par restriction du sucrose pendant la fermentation grâce à la dextranase, une enzyme produite en général par les espèces *Leuconostoc* et *Streptococcus* qui catalysent la synthèse des glucans à poids moléculaire élevé (dextrans), et qui en présence d'une forte concentration de maltose ou d'isomaltose, favorise la formation du glucooligosaccharide qui est l'isomaltooligosaccharides. L'IMO favorise la croissance de *Bifidobacterium* et réduit la croissance de *Salmonella* (Chung and Day, 2004).

Le mannan-oligosaccharide (MOS) : Il est dérivé de la paroi cellulaire de *Saccharomyces cerevisiae*. Il a comme effet une réduction de *Salmonella Typhimurium* et *Salmonella Enteritidis* chez la volaille (Spring et al, 2000 ; Fernandez et al, 2000).

4. Les Polysaccharides :

La gomme du guar, et la gomme de guar partiellement hydrolysée : sont des extraits des graines de *Cyamopsis tetragonobus*. Ce sont les polysaccharides les plus utilisés comme prébiotique dans l'alimentation de la volaille et ont un rôle protecteur contre la colonisation par *Salmonella* (Fernandez et al, 2002).

Les Extraits de Lentinus edodes (LenE) : stimulent la croissance des bactéries bénéfiques (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus*) et réduisent la colonisation par *bactéroïdes* et *E. coli* (Guo et al, 2004).

Les Extraits de Tremella fuciformis (TreE) : ont des effets similaires à LenE (Guo et al, 2004).

Les Extraits d'Astragalus membranaceus Radix (AstE) : ont aussi des effets similaires à LenE (Guo et al, 2004).

III. Mode d'action des prébiotiques :

Les mécanismes d'action des prébiotiques ne sont pas tous bien compris. Les recherches suggèrent deux modes d'action :

- Certains prébiotiques favoriseraient la multiplication et l'activité des microorganismes bénéfiques pour l'hôte.
- D'autres prébiotiques, tels que les mannane-oligosaccharides, modifieraient l'écosystème microbien intestinal en neutralisant les récepteurs des bactéries pathogènes présents sur l'épithélium intestinal.

Les prébiotiques préviendraient ainsi la colonisation et la multiplication de certaines bactéries pathogènes (Huyghebaert *et al.*, 2011; Vondruskova *et al.*, 2010). La multiplication des bactéries bénéfiques permet d'augmenter la production de certains acides organiques et acides gras volatils.

La clé de l'efficacité d'un prébiotique est qu'il puisse être fermenté par une microflore intestinale spécifique dont le développement ainsi engendré sera bénéfique. Ce mode d'action implique donc l'ingestion régulière de l'ingrédient concerné. De ce fait un certain nombre d'études ont tenté d'identifier les facteurs potentiellement bifidogènes et au premier rang des candidats se sont inscrits certains oligo-saccharides. Les oligo-saccharides non digestibles résistent à l'hydrolyse des enzymes de la bordure en brosse et vont se comporter comme des substrats énergétiques pour certains éléments de la flore colique tels que les *Lactobacilles* et les *Bifidobactéries* (Collins MD, Gibson GR ; 1999).

Le lactulose et le lactitol sont des exemples de prébiotiques utilisés de longue date au niveau pharmaceutique, leur administration entraîne des modifications de flore en terme de diminution de la population de *Bactéroïdes*, de *Clostridia*, de *Coliformes*, parallèlement à une augmentation des *Bifidobactéries*, *Lactobacilles* et *Streptocoques*. Cependant cette utilisation s'accompagne d'une fermentation importante entraînant une production d'hydrogène relativement importante (Ratcliffe B, Mc Millan J; 1999).

L'action immunitaire et métabolique potentielle des prébiotiques font penser qu'ils peuvent avoir un effet bénéfique notamment dans le cadre de la prévention des infections intestinales. Cependant ces effets semblent être dépendants de l'état de la flore bifidobactérienne avant la prise d'oligosaccharides, d'autre part les données expérimentales actuelles ne permettent pas d'affirmer ce rôle préventif.

IV. Effets des prébiotiques :

- Favorisent la croissance des bactéries bénéfiques pour le tube digestif et réduisent la colonisation des bactéries pathogènes tels que *Salmonella enteritidis* et *E. coli* en modifiant la microflore gastro-intestinale et le système immunitaire (Cummings et Macfarlane, 2002; Cummings et al, 2001; frémissante et Blaut, 2001).

-Acidification de l'alimentation avec des acides organiques faibles tels que l'acide formique, l'acide fumarique, l'acide propionique et l'acide sorbique ainsi qu'une amélioration de la digestibilité des protéines, Ca, P, Mg, Zn (Fallah R, Kiani A, Azarfar, 2013).

Ces additifs sont davantage destinés à maintenir une bonne santé intestinale en limitant l'implantation des bactéries pathogènes. Par conséquent, cette amélioration de la stabilité de la flore intestinale peut parfois entraîner de meilleures performances de croissance (Fallah et al, 2013).

Partie
Expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et Méthodes

I. Objectif de l'étude :

L'objectif de notre expérimentation est d'évaluer l'effet de l'addition d'un prébiotique à base de plante dans l'alimentation, sur les performances zootechniques du poulet de chair.

II. Période & Lieu d'études :

La période de notre expérimentation s'est étalée du 18 octobre 2015 jusqu'au 28 avril 2016

- Du 18 octobre jusqu'au 01 novembre 2015 : vide sanitaire et préparation du bâtiment.
- Le 02 novembre 2015 : mise en place des poussins âgés d'un jour.
- Suivi d'élevage durant 49 jours du 02/11 jusqu'au 20/12/2015.
- Autopsies et récoltes des prélèvements chaque semaine durant la période d'élevage.
- Du 17 janvier jusqu'au 28 avril 2016 : Analyses des prélèvements.

Le lieu d'expérimentations :

L'élevage est au niveau de l'ITELV à Baba Ali – Alger ; Analyse des prélèvements au niveau des laboratoires de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire.

Matériels :

I. Bâtiments :

Un bâtiment en charpente métallique construit sur une plate forme en béton armé. (Voir figure 01).



Figure 01 : L'extérieur du bâtiment d'élevage.

La structure est faite de tôles ondulées : les façades sont en double cloisons, les faces latérales sont munies de deux fenêtres chacune de 2m /1m sous forme de vasistas, une façade frontale avec la porte d'entrée du bâtiment. La toiture est aussi en tôle ondulée confortée par un plafond en tôle pour une surface de 125 m² au sol, qui sont répartis en 18 parquets de 4 m² ,pouvant contenir chacun 50 sujets pour un total avoisinant à 900 sujets (voir figure 02) .Nous avons été concernés par deux parquets seulement.



Figure 02 : L'intérieur du bâtiment d'élevage.

II. Equipements :

1. Equipements d'élevage :

-Mangeoires et abreuvoirs : Chaque parquet contient une mangeoire et un abreuvoir disposés à une hauteur adéquate à la taille des sujets. (Voir figures 03 et 04).



Figure 03 : Disposition de la mangeoire et de l'abreuvoir à une semaine d'âge.



Figure 04: Disposition de la mangeoire et de l'abreuvoir à 3 semaines d'âge.

- Un thermomètre en bois, placé à l'intérieur du bâtiment sur une hauteur d'un mètre, permettait le contrôle de la température ambiante durant toute la période d'élevage.
- Armoire de commande électrique : permet de commander l'éclairage du poulailler de façon optimale.
- Une cuve graduée d'une capacité de 500 L qui permet le stockage d'eau de boisson.
- Un pédiluve disposé à l'entrée du bâtiment.
- Deux extracteurs d'air et un Pad cooling en bon état.
- Matériel anti incendie : Extincteur à eau et à poudre.
- Système de chauffage à gaz.

2. Equipements d'accompagnements :

- Deux silos métalliques à l'extérieur du bâtiment permettant d'alimenter directement l'élevage.
- Un laboratoire contenant un équipement pour la préparation d'aliment (un broyeur, un mélangeur, une balance ...etc.).

III. Matières premières et fond de roulement :

1. Animaux :

Notre étude a été réalisée sur des poussins d'un jour d'espèce Gallus Gallus Domesticus, appartenant à la souche de type chaire Arbor acres, produite par le couvoir de la SIFAAC Dar El Beida- Alger, faisant l'objet d'inspections régulières de la part des services d'hygiène.

2. La litière :

Composée de copeaux de bois tendre, non traité et dépeussieré, disposée en une couche de 10 cm pendant la phase de démarrage, et d'environ 5 cm d'épaisseur durant les phases croissance et finition.

3. L'alimentation :

Le lot expérimental recevait un aliment additionné d'un prébiotique (Nor-Spice[®] AB) à raison de 250g/Tonne, pendant toute la durée de l'élevage. Le prébiotique utilisé dans notre étude est un prémélange d'ingrédients naturels à base d'extrait de citrus (famille décrite en 1993 par Bruneton). Commercialisé sous le nom de Nor-Spice[®] AB par le laboratoire Nor-Feed (plantes et extraits de plantes en alimentation animale bio). Il s'agit d'un additif issu d'agrumes développé spécialement en agriculture biologique pour la nutrition des monogastrique, il agit en synergie avec la flore digestive et est utilisé jusqu'à la fin du cycle (Absence de délai d'attente).

Au préalable on a opéré des prémélanges qui ont consistés à mélanger notre additif dans un premier temps avec un kilo d'aliment puis avec 5 autres kilos d'aliment puis avec la quantité nécessaire à chaque phase d'élevage. Le lot témoin recevait le même aliment mais dépourvu de prébiotique.

Les trois aliments de base utilisés correspondent à chaque période d'élevage, à savoir :

Aliment de démarrage distribué entre J₁ et J₂₁.

Aliment de croissance distribué entre J₂₂ et J₄₀.

Aliment de finition distribué entre J₄₁ et J₄₉.

La composition et les caractéristiques de chaque aliment sont représentées dans le tableau 02.

Tableau 02 : Compositions et caractéristiques de l'aliment de base.

Matières premières %	Phase de démarrage du J₁ à J₂₁	Phase de croissance de J₂₂ à J₄₀	Phase de finition de J₄₁ à J₄₉
Mais	60.90	64.80	68.80
Son de blé	5.90	5.00	6.00
Tourteau de soja	29.10	27.00	21.80
Calcaire	0.57	1.20	1.30
Phosphate bi-calcique	1.50	1.00	1.10
Méthionine	0.03	–	–
Antistress	1.00	–	–
Complément Minéral et Vitaminique	1.00	1.00	1.00
Energie métabolique (Kcal /kg)	2800	2900	2930
Protéines brutes %	21	19	17

4. L'eau de boisson :

Provenait d'un puits qui appartenant à l'ITELV, recensé par les services de l'hydraulique et contrôlé par les bureaux d'hygiène.

IV. Conditions d'ambiance :

1. Température et hygrométrie :

La température ambiante et sous radiant ainsi que l'hygrométrie ont été mesurées chaque jour à l'aide respectivement d'un thermomètre et d'un hygromètre durant toute la période d'élevage. Les valeurs sont rapportées dans le tableau 03 :

Tableau 03 : Température et Hygrométrie durant la période d'élevage.

Jours	J1-J5	J6-J13	J14-20	J21-J25	J25-J30	J31-J38	J38-J49
Température C°	33-31	30-28	28-27	27-25	25-23	23-22	23-22
Hygrométrie %	55-60	55-62	55-62	60-65	60-65	65-70	65-70

2. Système d'éclairage :

L'éclairage est de 24 heures avec une intensité de 3 watt/m² durant toute la période d'élevage.

V. Conduite d'élevage :

Nous avons procédé tout d'abord à un nettoyage puis une désinfection du bâtiment y compris les deux parquets utilisés dans notre expérimentation, ainsi que le matériel utilisé à l'aide d'un produit iodé.

1. Vide sanitaire :

Le vide sanitaire était d'une durée de 15 jours, dans le but de prolonger l'action du désinfectant et d'assécher les sols et les murs.

2. Mise en places des poussins :

Nous avons conçu des poussinières pour les deux lots, par la mise en place des poussins dans un rond en isorel, pourvu d'abreuvoir et d'une assiette ainsi qu'une éleveuse à gaz (voir figure 05). Les poussinières sont agrandies au fur et à mesure que les poussins grandissent .



Figure 05 : mise en place des poussins d'un jour.

VI. Programme de prophylaxie médicale :

Le programme de prophylaxie médicale suivi lors de notre essai est présenté dans le tableau 04, Il est à noter qu'un antistress est administré 24h avant, et après chaque acte vaccinal et toutes les vaccinations sont administrées dans l'eau de boisson.

Tableau 04 : Programme de prophylaxie médicale.

Age	Vaccinations et traitements
J1	Antistress + protecteur hépatorénal pendant 05j
J4	Vaccination contre Newcastle souche HB1 + Vaccination contre la Bronchite Infectieuse souche H120
J6	Enrofloxacine 10% +Colistine 20% pendant 03j (pour le lot témoin)
J14	Antistress
J15	Vaccination contre la Gumboro souche IBDL
J19	Vitamine E + sélénium pendant 3j

J21	Rappel de vaccination contre Newcastle avec la souche La Sota
J25	Vitamine B pendant 02 j
J30	Toltrazuril pendant 02 j
J32	protecteur hépatorénal + vitamines pendant 05 j

NB : à J6 un traitement d'ATB a été administré pour le lot témoin seulement, suite à une suspicion de coccidiose.

Méthodes :

I. Protocole expérimental :

Pour étudier l'effet de la supplémentation en prébiotiques chez le poulet de chair, nous avons comparé deux traitements expérimentaux effectués sur deux lots contenant chacun 50 sujets :

- Lot Témoin : recevant un aliment de base sans additifs pendant tout le cycle d'élevage.
- Lot Expérimental : recevant le même aliment de base que le lot témoin mais supplémenté avec le prébiotique (Nor-Spice® AB).

La supplémentation alimentaire en prébiotique couvre tout le cycle d'élevage, son impact est évalué sur l'évolution des paramètres suivants :

- Le poids moyens et gain de poids hebdomadaires.
- L'ingéré alimentaire moyen.
- L'indice de consommation.
- Le taux mortalité.
- La morphométrie et histométrie intestinales.
- L'évolution de la flore digestive principale pathogène.

II. Evaluation des performances zootechniques :

1. Détermination de poids moyen et gain de poids hebdomadaires :

En vue d'apprécier l'évolution hebdomadaire du poids vif, nous avons systématiquement procédé à la finalisation des pesées des animaux à l'aide d'une balance électronique (voir figure 06) ; le poids moyen individuel est obtenu en divisant le poids total des animaux de chaque lot sur l'effectif des sujets.

Le gain de poids est estimé par la différence entre le poids vif moyen final et initial de chaque semaine d'âge.

$$\text{Gain de poids} = \text{Poids vif moyen final (g)} - \text{Poids vif moyens initial (g)}$$



Figure 06 : Pesé des animaux.

2. Ingéré alimentaire moyen :

La quantité d'aliment consommée est calculée par la différence entre la quantité d'aliment distribuée en début et le refus mesuré à la fin de chaque semaine, le résultat obtenu est divisé sur le nombre des sujets de chaque lot.

3. Indice de consommation :

L'indice de consommation est le rapport de la consommation sur la croissance, ce paramètre se fait en appliquant la formule suivante :

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliment consommé (kg)}}{\text{Poids vif (kg)}}$$

4. Le taux de mortalités :

Le relevé quotidien des mortalités est effectué au début de chaque journée, le taux de mortalités est calculé en appliquant la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité \%} = \frac{\text{le nombre de sujets morts}}{\text{Nombre de sujets mis en place}} \times 100$$

5. Etude de la morphométrie intestinale :

La longueur de l'intestin a été mesurée sur des sujets âgés de : 14j, 21j, 28j, 35j, 42j et 49j.

Ces derniers ont été choisis aléatoirement (02 sujets du lot témoins et 02 sujets du lot supplémenté en prébiotique) et sacrifiés par saignée.

Les sacrifices et la récolte des prélèvements ont été réalisés au laboratoire d'Anatomo-pathologie de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.

La longueur totale de l'intestin, de la jonction gésier-duodénum jusqu'à la fin du rectum additionnée à la longueur des 2 caecae, a été mesurée à l'aide d'un ruban mètre, à la fin de chaque semaine. (voir figure 07).



Figure 07 : Mesure de longueur des intestins.

6. Etude de l'histométrie intestinales :

Pour ce faire, nous avons procéder aux étapes suivantes :

-Prélèvement des tissus étudiés :

Des portions de 1 cm de longueur sont prélevées à partir de duodénum, jéjunum et l'ilion, chaque portion est obtenue après deux sections transversales distantes de 1cm l'une de l'autre au niveau de la région ciblée de l'intestin , les portion sont préservées dans des cassettes de différentes couleur à fin de les identifiées (casette blanche pour duodénum , rose pour jéjunum et bleu pour l'ilion). (Voir figure 08), les cassettes sont conservées dans du formole jusqu'à la récolte de tout les prélèvements nécessaires.



Figure 08 : prélèvement des 3 portions de l'intestin.

-Préfixation et fixation des tissus :

Les portions obtenues sont d'abord plongées dans une solution de préfixation (liquides de Ceras) comprenant 6 volumes de formole, 2 volumes de méthanol et 1 volume d'acide acétique absolus.

Six heures après, ces portions sont transférées dans une solution de fixation à base de formole à 10% ou elles sont conservées pendant 48h au moins.

-Déshydratation et éclaircissement :

Chaque tissu prélevé est d'abord rincé à l'eau claire puis plongé dans 3 bains d'alcool à 70%, 90%, 100%, puis dans 3 bains de Toluène, pour l'étape d'éclaircissement, les portions sont plongées dans la paraffine liquide chauffée à 56C° pendant 12heurs.

-Inclusion et réalisation des coupes :

Après 12h d'éclaircissement, chaque portion de tissu est placée au milieu du creux d'un moule (barres de Leukart), (voir figure 09), puis recouverte avec une cassette à inclusion (voir figure 10).

De la paraffine liquide est versée sur cette dernière, après durcissement, un block de paraffine est obtenu, puis placé dans un microtome pour réaliser des coupes de 5 μ m d'épaisseur (Voir figure 11).



Figure 09 : Disposition des tissus au milieu de la barre de Leukart .



Figure 10 : Disposition de la cassette à inclusion.



Figure 11 : Réalisation des coupes histologiques par le microtome.

-Fixation du tissu sur la lame :

Etaler en Déplissant la coupe histologique par flottaison à la surface d'un bain marie, puis la poser sur une lame préalablement gravée (Voir figure 12), le tout est mis sur une plaque chauffante réglée à 55° pendant 10 min (Voir figure 13), la lame est ensuite mise à sécher 1 à 2 heures dans une étuve réglée à 46C°.



Figure 12 : Disposition de la coupe histologique sur la lame.

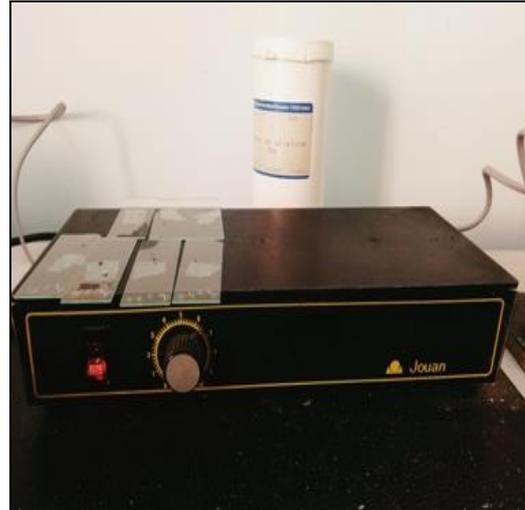


Figure 13 : Séchage des lames sur la plaque chauffante.

-Coloration des lames :

La coloration nécessite le passage des lames par les étapes suivantes :

- Deux bains de Toluène de 5 minutes chacun, en vue de déparaffiner le tissu.
- Trois bains d'alcool : le 1^{er} à 100%, le 2^{ème} à 90% et le 3^{ème} à 70% pendant 1 minute chacun, à fin d'hydrater les tissus.
- Rinçage à l'eau du robinet pendant 3 min.
- Une coloration à l'hématine pendant 45 sec à 1 min.
- Rinçage à l'eau du robinet pendant 3 min.
- Une coloration à l'éosine pendant 4 min.

-Trois bains d'alcool le 1^{er} à 70%, le 2^{ème} à 90% et le 3^{ème} à 100% pendant 1 min chacun à fin de réhydrater les tissus.

-Deux bains de Toluène de 5 min chacun.

-Enfin, une lamelle avec une goutte de milieu de montage (Eukitt) est déposée sur la portion tissulaire.

-Mesure des villosités intestinales :

A fin de mesurer les dimensions des villosités intestinales, une analyses des coupes histologiques est faite au niveau de laboratoire Zootechnie de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire.

Les lames sont photographiées au grossissement $\times 4$ par un microscope muni d'un procédé de capture d'image (MOTIC CO, LTD), ensuite les mesures des dimensions des villosités (hauteur et largeur à mi hauteur) sont effectuées directement sur les images obtenues grâce au logiciel MOTIC IMAGE PLUS 2.0.(Voir figure 14).

Pour calculer le volume des villosités qui sont considérées comme des cylindres, la formule suivante est appliquée :

$$\text{Volume } (\mu\text{m}^3) = \pi \times (L/2)^2 \times H$$

L : largeur à mi hauteur, **H** : hauteur.



Figure 14 : Mesure des dimensions des villosités intestinales.

III. Evaluation de l'évolution de la flore digestive :

Dans notre essai une partie du travail a porté sur l'évolution de certaines flores du tube digestif afin d'estimer l'effet de l'additif testé sur ces flores. Pour cela deux critères microbiologiques ont été suivis.

Dans cette analyse on s'est intéressé à la recherche et le dénombrement des *E coli* et des *salmonelles* pendant la période d'élevage. Ces mesures ont été réalisées à J₁₄, J₂₁, J₂₈, J₃₅, J₄₂, J₄₉ sur différents organes (voir tableau 05).

Le choix des prélèvements pour les *E coli* est motivé par les données bibliographiques, qui stipulent que la flore bactérienne de l'intestin du poulet se concentre essentiellement dans les caecas (Gabriel et al ; 2005).

Les animaux prélevés ont été sacrifiés par saignée au niveau de l'ENSV. Toutes les recherches microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de Microbiologie 2 de l'ENSV après l'acheminement et conservation au frais des organes des individus sacrifiés.

Tableau 05: Les différents prélèvements de l'analyse de la flore digestive.

Age (Jours)	J ₁₄ , J ₂₁ , J ₂₈ , J ₃₅ , J ₄₂ , J ₄₉
Flores Recherchées	- <i>Escherichia coli</i> (ISO6887-1: 1999(F). - <i>Salmonella</i> (NF V 08-052)
Portions prélevées	- <i>Escherichia coli</i> : caeca - <i>Salmonella</i> : Foie
Nombre de sujets	06 de chaque lot
Nombre de pools analysés	03 (en fonction des phases d'élevages)

1. Recherche et dénombrement *d'E coli* :

Préparation des suspensions mères et des dilutions :

La préparation des échantillons a été réalisée selon les directives de la norme internationale ISO6887-1 : 1999(F).

Les individus prélevés ont été associés en pool de deux individus selon les trois phases d'élevage. Un gramme du contenu de leur caecas a été pesé aseptiquement (voir figure 15), puis mis dans des pots stériles contenant 9ml de bouillon Triptone-Sel (TSE). Cette préparation constitue la solution mère pour tout échantillon.



Figure 15 : Récolte aseptique du contenu caecal.

A partir de la suspension mère des dilutions successives de 10^{-1} à 10^{-5} en progression géométrique à raison de 1/10 sont réalisées avec le diluant (T.S.E) dans des tubes stériles.

Toutes les recherches et les analyses retenues pour estimer l'effet de notre produit ont été effectuées selon les normes internationales et françaises (ISO et AFNOR).

La recherches a été réalisée suivant les directives générales pour le dénombrement des *Escherichia coli* selon la norme AFNOR NF V08-060 /V08-17 dont le protocole est le suivant :

- 1 ml des deux dernières dilutions a été prélevé et ensemencé en double couche et en profondeur dans des boîtes de Pétri avec la gélose VRBL. Les boîtes ont été ensuite incubées à 44 °C pendant 24 heures à 48 heures.

Seules les boîtes ayant des colonies bien développées, bien séparées et non contaminées par des levures ou moisissures ont été retenues en vue d'en apprécier l'aspect, la forme, la taille, et la couleur. (Voir figure 16).

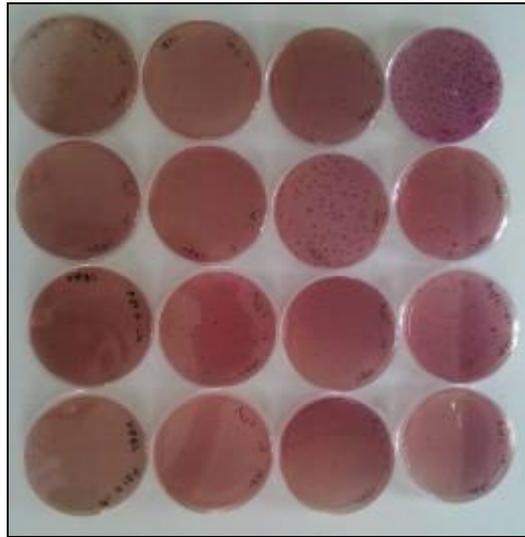


Figure 16: Colonies d'*E coli* ensemencées sur VRBL après incubation.

-A partir d'un nombre déterminé (02) de colonies caractéristiques prélevées pour chaque boîte retenue de VRBL, un isolement sur milieu gélosé éosine et bleu de méthylène (EMB) coulé en boîte de Pétri a été réalisé et incubé à 37°C pendant 24 heures.

-Les colonies ayant fait virer l'indicateur coloré du milieu EMB donnant des colonies caractéristiques (colonies à reflets métalliques), ont été repiquées sur milieu (Kligler Hajna) puis incubées 24 heures à 37°C. (voir figure 17).

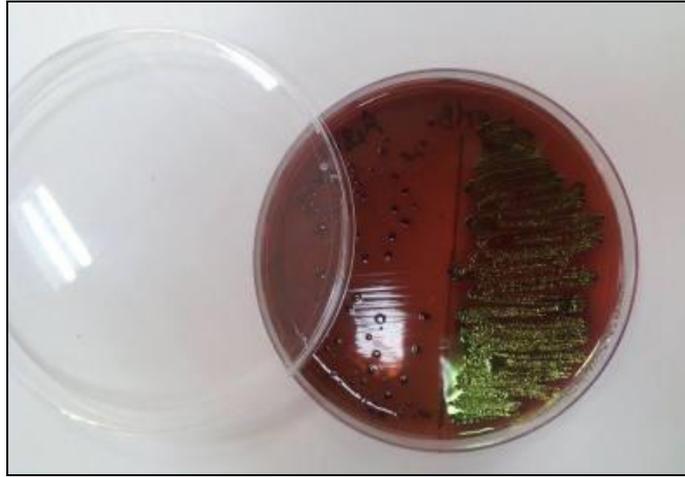


Figure 17: Colonies d'E. Coli ensemencées sur Kligler Hajna après incubation.

A partir de ces cultures pures ,une suite d'identification biochimique d'*E coli* a été effectuée par les tests biochimiques (Indole, Uréase, Citrate de Simmons).

-Le calcul du nombre de bactéries *Escherichia coli* se fait en appliquant la formule suivante :

$$\frac{nE \times nd \times 10x}{np}$$

Où

10x : est l'inverse du taux de dilution correspondant.

nE : est le nombre de colonie d'*E coli* identifiées.

nd : est le nombre de colonies caractéristiques dénombrés.

np : est le nombre de colonies caractéristiques prélevés.

Dans le cas où plusieurs boîtes ont été retenues, effectuer la moyenne des résultats.

2. Recherche des *Salmonelles* :

La recherche des *salmonelles* a été réalisée selon la Norme NF V 08-052. Pour cela Plusieurs milieux ont été utilisés aux différentes étapes de la recherche :

1^{ère} étape :

- pré- enrichissement dans l'eau peptone tamponnée à raison d'un dixième (1/10) du produit (foie) dans des flacons stériles.
- Bien homogénéiser et incuber à 37° C pendant 24h.

2^{ème} étape :

- Enrichissement réalisé dans le bouillon sélénite + cystéine (un disque par tube). Prélever 2ml du flacon de pré- enrichissement et l'introduire dans un tube contenant environ 10ml de bouillon SFB.
- Bien homogénéiser et incuber à 37° C pendant 24h.

3^{ème} étape :

- Isolement effectué sur milieu gélosé Hecktoen et Mac Conkey
- Prélever un inoculum à l'aide d'une anse de platine et l'ensemencer à la surface de la gélose Hecktoen
- Incuber à 37° C pendant 24h.

Lecture :

Les colonies des *Salmonelles* sont colorées en bleu vert avec ou sans centre noir sur Hecktoen. (Voir figure 18).



Figure 18 : Absence de colonies de *salmonella* après incubation.

Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Résultats :

I. Résultats des performances zootechniques :

1. Effet sur le poids vif moyen et le gain de poids:

L'évolution du poids vif moyen et du gain de poids hebdomadaires enregistrée au sein des deux lots (témoin et prébiotique) est présentée dans le tableau 06 et les figures 19 et 20.

Tableau 06 : Poids vif moyen et gain de poids moyen des sujets de lots prébiotique et le lot témoin durant toute la période d'élevage.

Jours	Poids vif moyen (g)		Gain de poids (g)	
	Lot prébiotique	Lot témoin	Lot prébiotique	Lot témoin
J₁	35	35	/	/
J₈	143	139.5	108	104.5
J₁₅	346	333.06	203	193.56
J₂₁	769	723.3	423	390.24
J₂₈	1599	1174.3	830	451
J₃₅	1920	1580	321	405.1
J₄₂	2400	1860	480	280
J₄₉	3090	2780	690	920

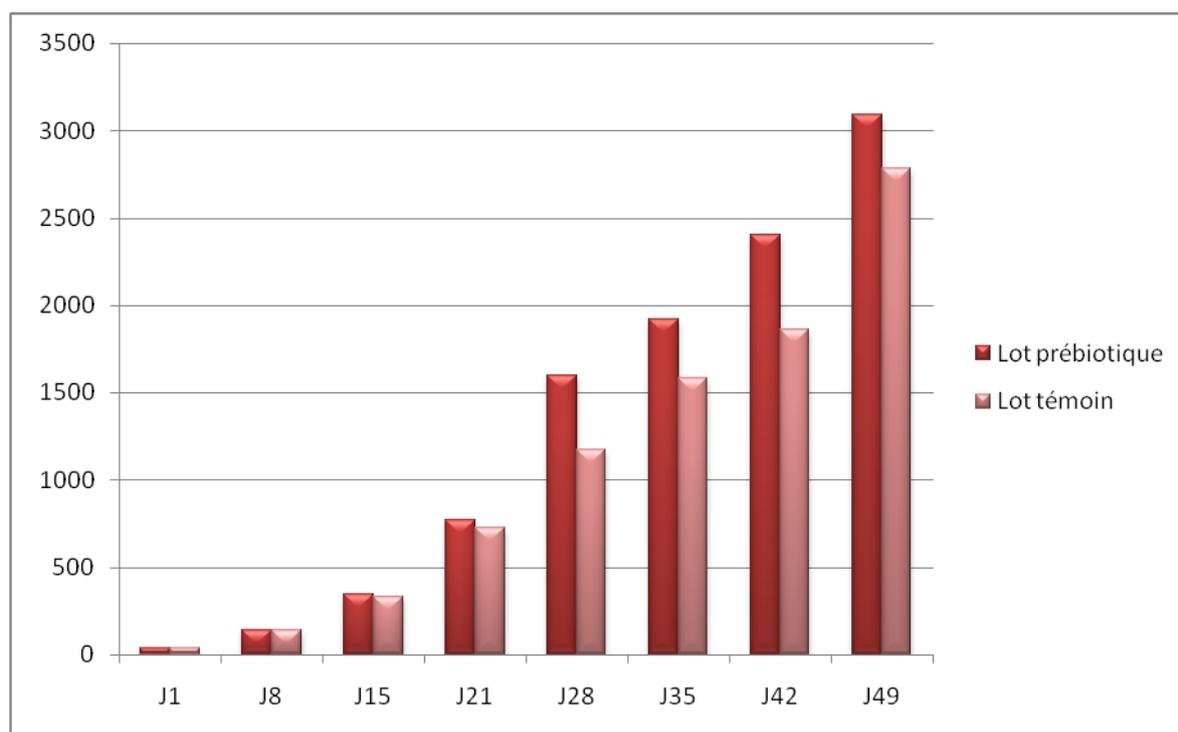


Figure 19 : Evolution comparée du poids vif moyen des sujets de lot prébiotique par rapport à celui de lot témoin.

On constate que l'évolution du poids vif moyen est caractérisée par deux phases : la première phase (J₁-J₂₁) marquée par un accroissement en poids quasi-identique entre les sujets des deux lots. En revanche, à partir de la seconde phase (J₂₈-J₄₂) et ce jusqu'à la fin de l'élevage (J₄₉) des écarts de poids vifs entre les deux lots sont devenus accentués avec une tendance remarquable au profit de lot supplémenté en prébiotique.

Le meilleur poids moyen a été observé dans le lot prébiotique à J₄₉ soit 3090g contre 2780g pour le lot témoin avec un écart de 310g.

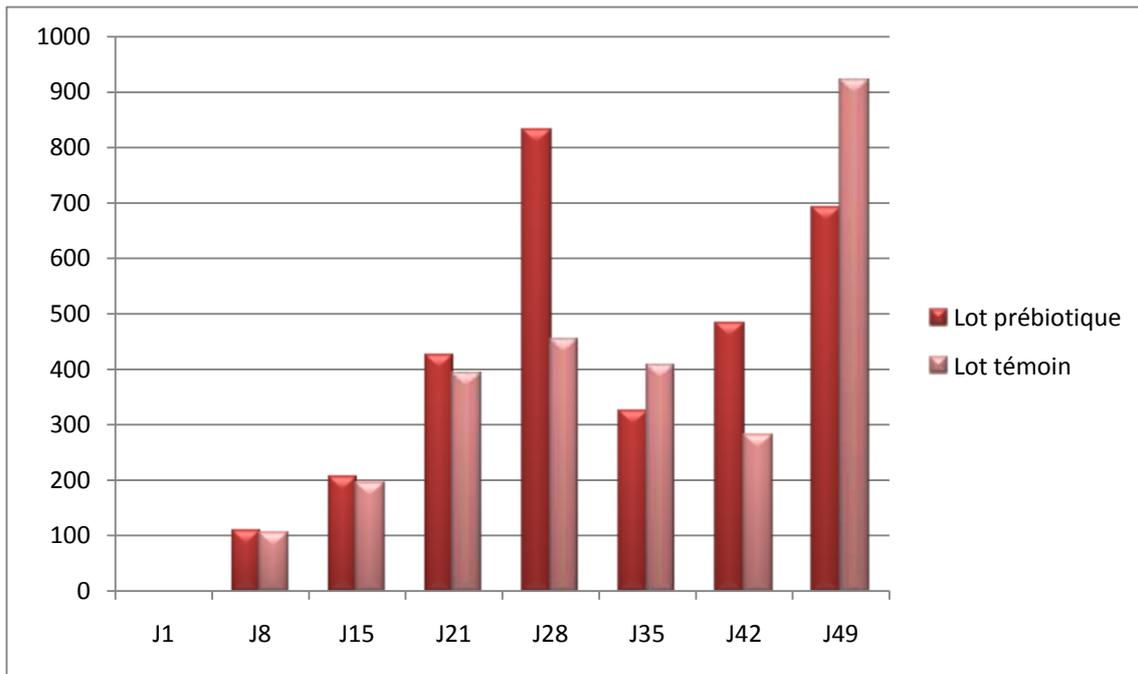


Figure 20 : Evolution comparée du gain de poids moyen des sujets de lot prébiotique par rapport à celle de lot témoin.

L'évolution hebdomadaire du gain de poids moyen au cours de la période d'élevage chez les deux lots est caractérisée par 3 phases ; une phase ascendante de J1 à J21 avec une évolution quasi proportionnelle chez les deux lots, un pic est noté chez les sujets du lots prébiotique à J28 soit 830 contre 451 chez les sujets du lot témoin , ensuite on a une phase descendante de J28 à J42 avec une évolution remarquable au profit du lot prébiotique par rapport à celle du lot témoin, enfin on a une autre phase ascendante ou on marque un pic chez le lot témoin soit 920 contre 690 chez le lot prébiotique

2. Effet sur l'ingéré alimentaire :

Les quantités moyennes d'aliment consommées par animal ,chez les deux lots, durant chaque semaine d'âge, sont présentées dans le tableau 07 et illustrées dans la figure 21.

Tableau 07 : Ingéré alimentaire moyen des deux lots(g) /semaine /animal.

Périodes	Age (jour)	Quantité d'aliment consommée (g)	
		Lot Prébiotique	Lot Témoin
Phase de Démarrage	7	167	169
	15	370	374
	21	638	640
Phase de Croissance	28	932	939
	35	1190	1220
	42	1370	1400
Phase de Finition	49	1450	1453
Total		6117	6194

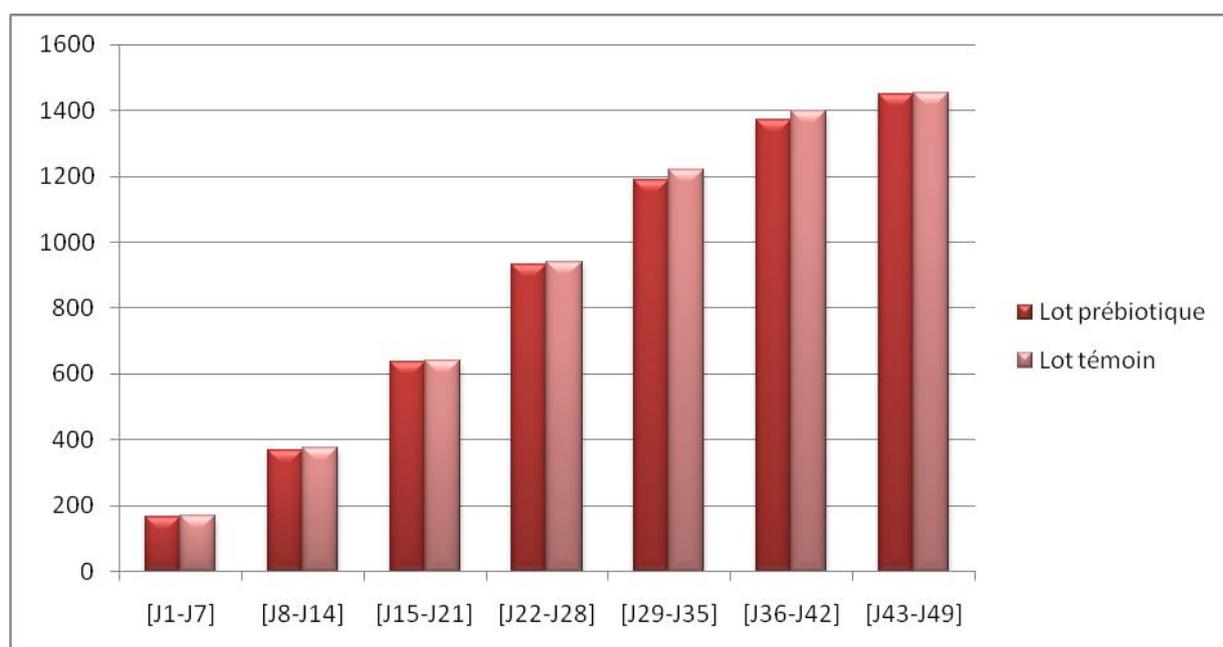


Figure 21 : Evolution comparée de l'ingéré alimentaire durant la période d'élevage chez le lot prébiotique par rapport à celle du lot témoin.

Quoique l'ingéré alimentaire pour les 2 lots est sensiblement le même durant toute les phases d'élevage, la consommation totale de l'aliment des animaux du lot expérimental accuse un déficit de 77 g par rapport à celle des animaux du lot témoin.

3. Effet sur l'indice de consommation :

L'indice de consommation enregistré chez les deux lots est représenté dans le tableau 08.

Tableau 08 : Indice de consommation.

Age (jour)	Indice de consommation	
	Lot Prébiotique	Lot Témoin
49	1.98	2.22

Les animaux du lot Prébiotique réalisent un indice de consommation nettement inférieur à celui réalisé par ceux du lot Témoin .

4. Effet sur le taux de mortalités :

Le tableau 09 présente le taux de mortalités et la mortalité cumulée enregistrés durant la période de l'élevage :

Tableau 09 : Taux de mortalités dans les deux lots durant toute la période d'élevage.

Lots	Témoin	Prébiotique
Mortalité cumulée	4	2
Taux de mortalité %	8%	4%

Les taux de mortalités enregistrés chez le lot nourri avec aliment supplémenté en prébiotique sont plus faibles que ceux notés chez le lot témoin.

Le nombre de sujets restants à la fin de l'expérimentation est de 27 sujets pour le lot prébiotique et 25 sujets pour le lot témoin sur un effectif de départ de 50 sujets pour chaque lots, sachant que notre protocole expérimental exige de sacrifier 3 sujets par semaine de chaque lot pour la réalisation des prélèvements nécessaires, soit 21 sujets sacrifiés de chaque lots.

Le taux de mortalité enregistré chez le lot témoin est de 8 % tandis que celui enregistré chez le lot prébiotique est de 4% seulement.

5. Effet sur la morphométrie intestinale :

La morphométrie intestinale hebdomadaire des sujets des deux lots est rapportée dans le tableau 10, aussi la longueur intestinale moyenne est rapportée dans le tableau 11.

Une comparaison entre l'évolution de la longueur intestinale des deux lots est illustrée dans la figure 22.

Tableau 10 : Morphométrie intestinale hebdomadaire des deux lots.

jours	Lot témoin		Lot prébiotique	
	T1	T2	A1	A2
J₁₄	125 cm	113 cm	120 cm	159 cm
J₂₁	143 cm	141 cm	147 cm	143 cm
J₂₈	189 cm	186 cm	213 cm	202 cm
J₃₅	202 cm	210 cm	228 cm	255 cm
J₄₂	245 cm	239	232 cm	256 cm
J₄₉	251 cm	234 cm	282 cm	268 cm

Tableau 11: Longueur intestinale moyenne des deux lots.

Jours		J14	J21	J28	J35	J42	J49
Longueur intestinale moyenne	Lot prébiotique	139.5	145	207.5	241.5	244	275
	Lot témoin	119	142	187.5	206	242	242.5

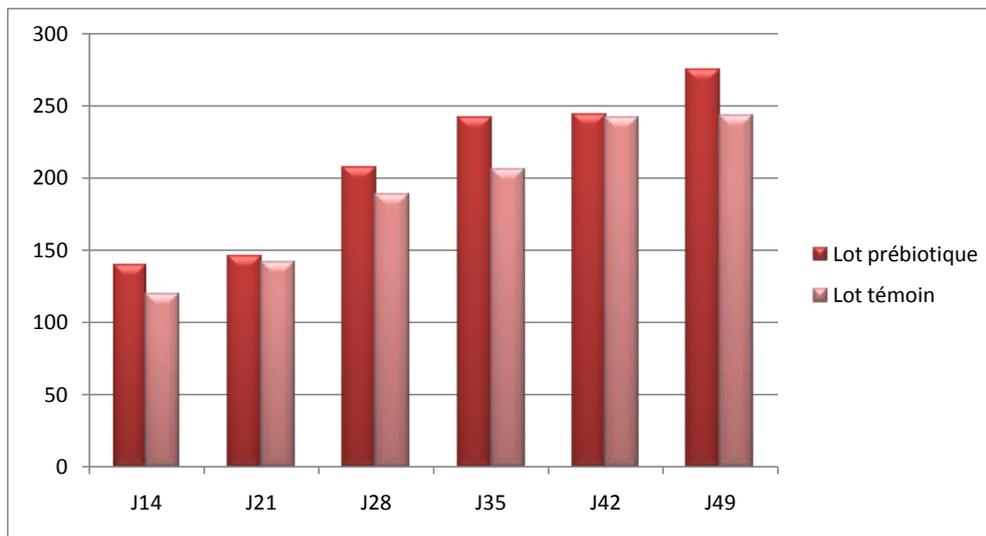


Figure 22: Evolution comparée de la morphométrie intestinale moyenne des deux lots.

On constate que dès la 1^{ère} semaine et ce jusqu'à la fin de l'élevage, la longueur intestinale moyenne réalisée par les sujets du lot supplémenté en prébiotique est plus élevée que celle des sujets du lot témoin.

6. Effet sur l'histométrie intestinale :

6.1. Effet sur la hauteur des villosités intestinales :

Les hauteurs moyennes des villosités intestinales mesurées au niveau du duodénum, jéjunum et l'iléon, chez les sujets du lot expérimental et du lot témoin sont représentées dans le tableau

12 et la hauteur moyenne des villosités duodénales, jéjunales et iléales sont respectivement illustrées dans les figures 23, 24 et 25.

Tableau 12 : Hauteurs moyennes des villosités intestinales mesurées au niveau des trois portions de l'intestin chez les sujets des deux lots.

Jours		14	21	28	35	42	49
Hauteur moyenne des villosités (µm)	Lot prébiotique	D:1342	D:1599	D:1849	D:1870	D:1948,5	D:1968,8
		J:1180	J:1417	J:1536	J:1655	J:1687,9	J:1752
		I:817	I:942	I:1034	I:1179	I:1480	I:1547
	Lot témoin	D:1320	D:1587	D:1825	D:1866,4	D:1931	D:1959,1
		J:1167	J:1400	J:1490	J:1650	J:1669,2	J:1747
		I:808	I:936	I:1029,9	I:1160	I:1473	I:1530,4

D: Duodenum, **J:** Jejunum, **I:** Iléon.

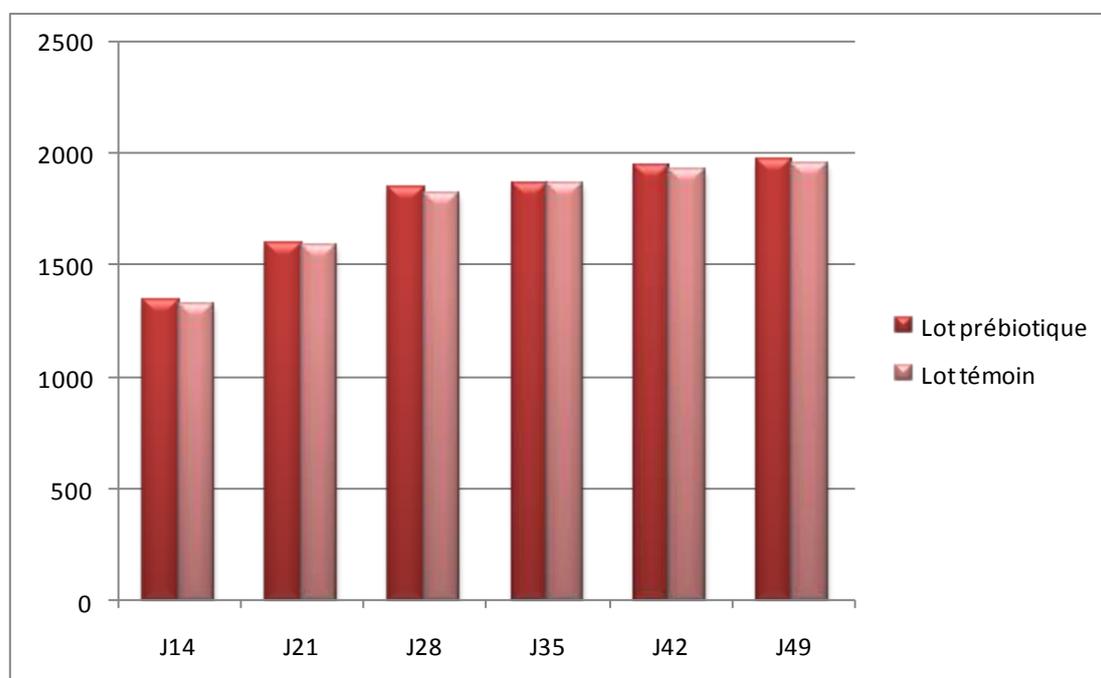


Figure 23: Evolution comparée de la hauteur moyenne des villosités duodénales (µm) chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.

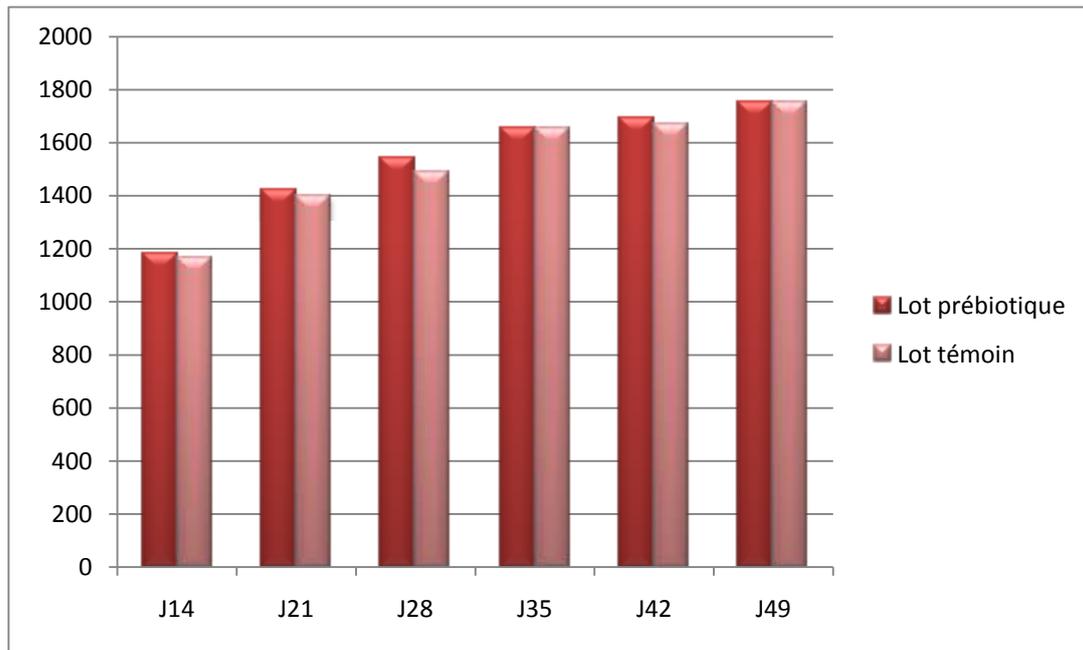


Figure 24: Evolution comparée de la hauteur moyenne des villosités jéjunales (μm) chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.

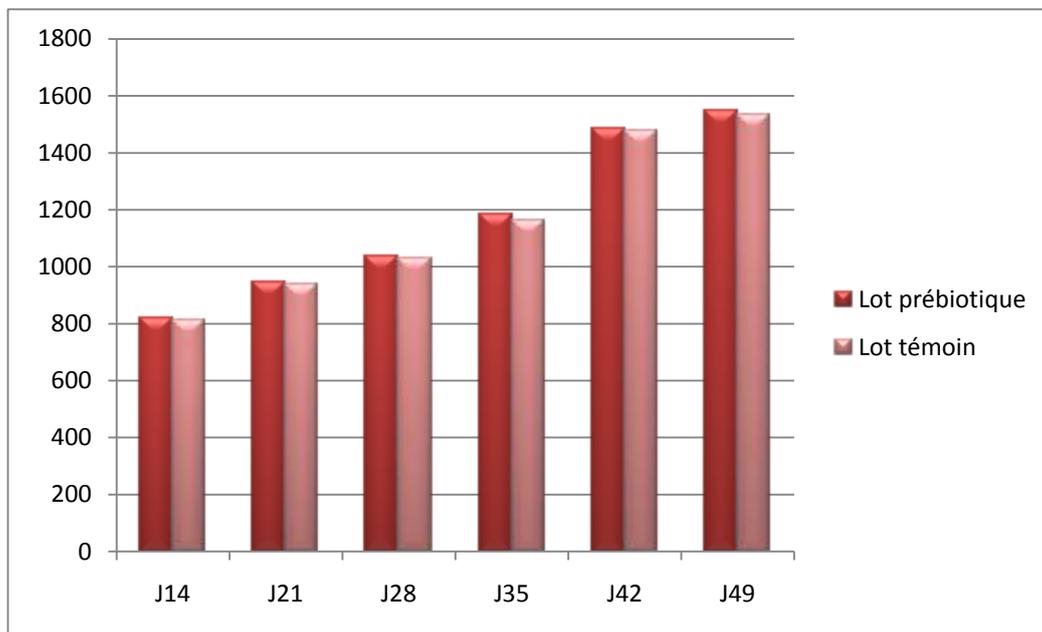


Figure 25: Evolution comparée de la hauteur moyenne des villosités iléales (μm) chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.

Quel que soit l'âge des animaux, la hauteur moyenne des villosités au niveau du duodénum, jéjunum ou l'iléon est supérieure chez les sujets de lot supplémenté en prébiotique que celle des sujet de lot témoin.

6.2. Effet sur le volume des villosités intestinales :

Nous avons mesuré le volume de 10 villosités intestinales de chaque portion intestinale (duodénum, jéjunum, iléon) des sujets prélevés de lot prébiotique et ceux de lot témoin chaque semaine d'âge.

La moyenne du volume des villosités mesurée en (mm³) est apportée dans le tableau 13 et le volume moyen de villosités duodénales, jéjunales et iléales sont respectivement illustrées dans les figures 26, 27 et 28.

Tableau 13 : volume moyen des villosités intestinales (mm³) mesuré au niveau de duodénum, jéjunum et l'iléon chez le lot prébiotique et le lot témoin.

Volume moyen des villosités (mm ³)	Jours	14	21	28	35	42	49
	Lot prébiotique	D	D:0.056	D:0.32	D:0.68	D:0.72	D:0.86
J		J:0.013	J:0.073	J:0.118	J:0.28	J:0.43	J:0.52
I		I:0.005	I:0.016	I:0.054	I:0.067	I:0.11	I:0.19
D		D:0.049	D:0.31	D:0.53	D:0.69	D:0.74	D:1.05
J		J:0.010	J:0.045	J:0.09	J:0.11	J:0.17	J:0.36
I		I:0.004	I:0.015	I:0.04	I:0.060	I:0.10	I:0.17

D:Duodenum, J: Jejunum, I: Iléon.

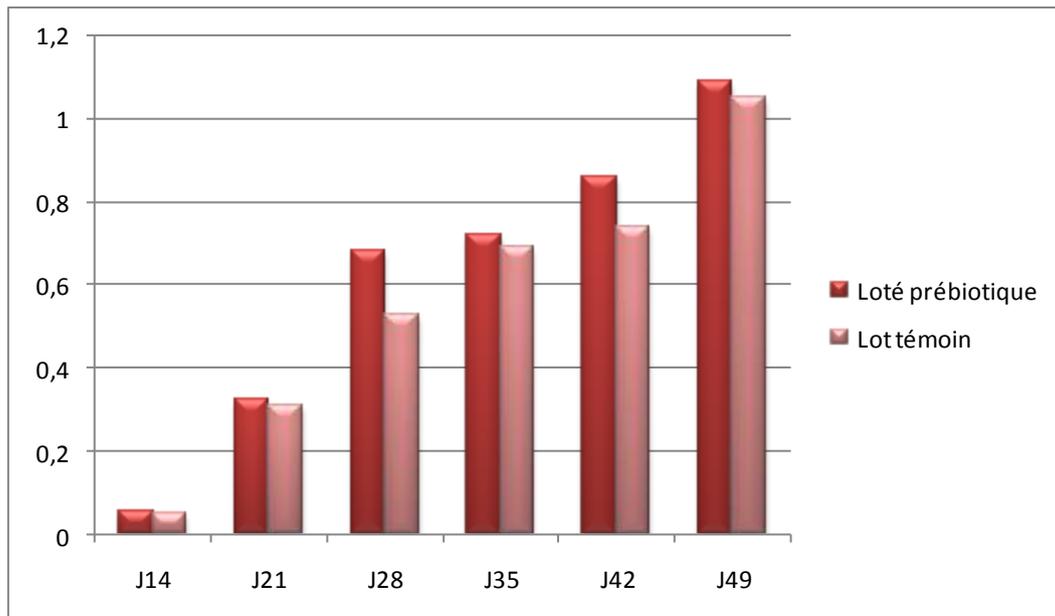


Figure 26 : Evolution comparée du volume moyen des villosités duodénales chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.

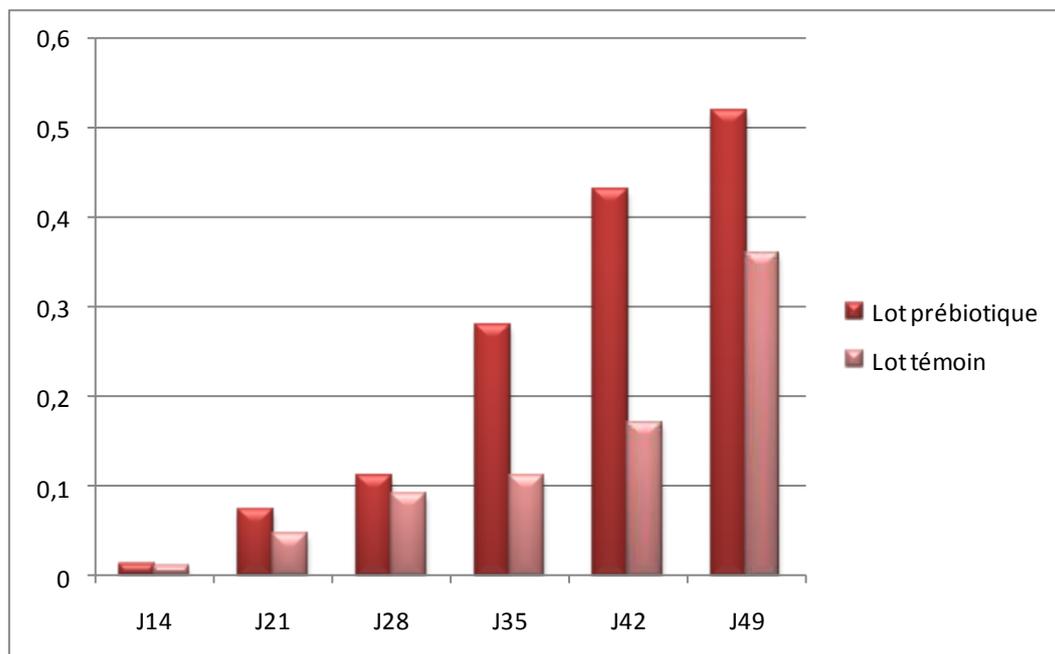


Figure 27 : Evolution comparée du volume moyen des villosités jéjunales chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.

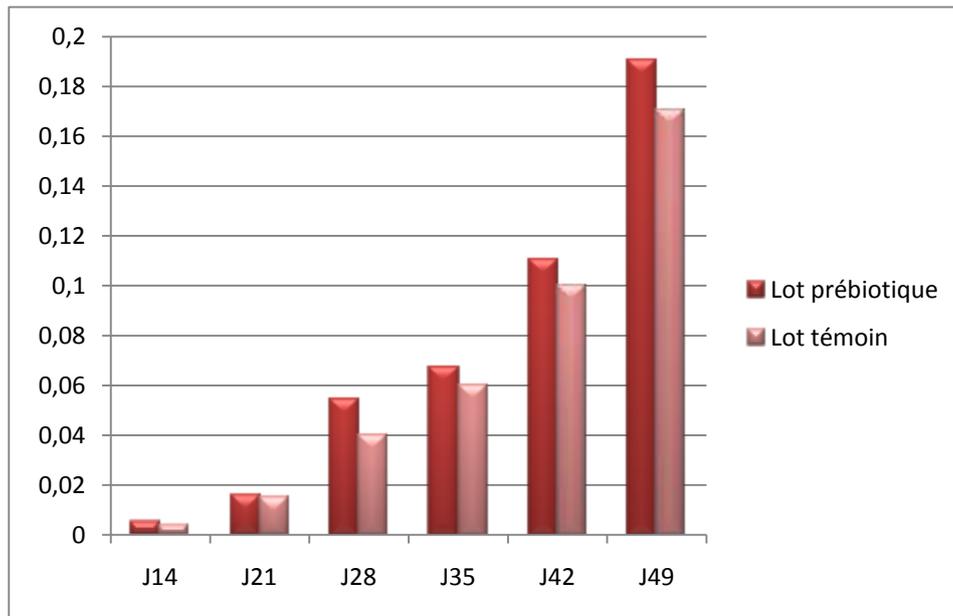


Figure 28 : Evolution comparée du volume moyen des villosités iléales chez le lot prébiotique par rapport à celle chez le lot témoin.

Le volume moyen des villosités duodénales, jéjunales et iléales est supérieur chez les sujets du lot supplémenté en prébiotique par rapport à celui observé chez les sujets du lot témoin.

II . Résultats de l'évolution de la flore digestive

Le dénombrement des flores bactériennes (*Salmonella* et *E coli*) chez les sujets des deux lots, en fin de chaque phase d'élevage, est rapporté dans le tableau 14 et illustré dans la figure 29.

Tableau 14: Recherche et dénombrement des *salmonella* et des *E coli* chez les deux lots.

Flores recherchés	<i>E coli</i> (UFC)*		<i>Salmonella</i>	
	Lot A	Lot T	Lot A	Lot T
Phase de démarrage (J21)	15×10^4	16×10^4	Absence	Absence

Phase de croissance (J 35)	93×10^4	161×10^4	Absence	Absence
Phase de finition (J49)	124×10^4	175×10^4	Absence	Absence

UFC : unité formant colonies

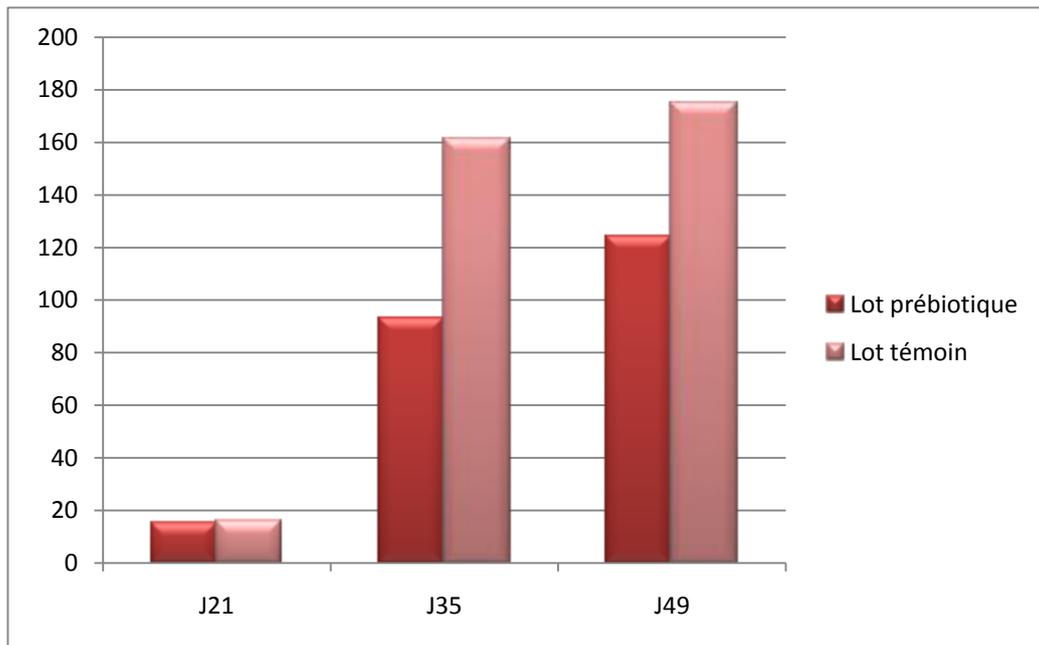


Figure 29 : Evolution comparée d'*E coli* chez le lot prébiotique par rapport à celle du lot témoin.

Nos résultats montrent clairement que la charge colibacillaire est plus importante chez les sujets du lot Témoin par rapport à celle des sujets du lot expérimental.

L'absence des *Salmonelles* est commune pour les 2 lots et s'explique par les conditions d'élevages contrôlées (aucune suspicion de *salmonelle* ne s'est révélée au cours du cycle d'élevage).

Discussions :

I Paramètres zootechniques :

1. Effet sur le poids vif moyen et le gain de poids :

Les résultats obtenus ont montré un écart de poids important entre les sujets du lot expérimental nourri avec un aliment additionné au prébiotique et ceux du lot témoin avec ce même aliment exempt de prébiotique. Il est établi que le gain de poids est en étroite relation avec la qualité de l'alimentation et au respect des conditions d'élevage.

Dans la présente étude, les valeurs nutritives de l'aliment utilisé sont celles des matières de base, provenant certes de l'importation, disponibles en Algérie et dont les caractéristiques diffèrent probablement de celles recommandées pour la souche utilisée. De plus, le type d'aliment utilisé pour les trois phases d'élevage est de type farineux alors que le type granulé fortement appétent et mieux homogénéisé conserve au mieux ses valeurs nutritives, et est recommandé dans les deux dernières phases. Dans la présente étude, nous avons noté que le lot prébiotique est celui qui a réalisé les meilleures performances pondérales, en l'occurrence, un gain de poids moyen de 310g par rapport au lot témoin. En effet, l'utilisation des prébiotiques en élevage aviaire a fait l'objet d'une nette amélioration de gain de poids (à été rapporté par Rasmussen et Siemsen, 1998)

2. Effet sur l'ingéré alimentaire moyen :

L'addition du prébiotique aux animaux de lot expérimental, dans notre étude, a réduit légèrement la consommation de l'aliment d'environ 77g par rapport au lot témoin. Cet effet relativement positif trouve des similitudes dans les travaux de (Lamballais, 2013).

3. Effet sur l'indice de consommation :

Les résultats ont révélé que l'indice de consommation obtenu est meilleur pour le lot prébiotique en comparaison avec celui du lot témoin.

Par ailleurs, les indices obtenus pour les 2 lots (1.98 pour le lot prébiotique vs 2.22 pour le lot témoin) sont élevés par rapport à celui de la souche utilisée qui est de 1.83 (performances et

recommandations nutritionnelles du poulet de chair Arbor acres, 2010) exprimant une forte consommation d'aliments pour un faible gain de poids.

Toutefois, cet effet positif du prébiotique sur l'efficacité alimentaire a été observé par Chicoteau et al, (2001).

4. Effet sur les Mortalités :

Les résultats obtenus montrent des taux de mortalités de 4 % et de 8%, respectivement pour le lot prébiotique et le lot témoin.

Cette situation est considérée comme bonne par rapport à ce qui est observé sur le terrain algérien (Villate ,2002).On peut expliquer ces résultats par les bonnes conditions d'élevage dans les quelles s'est déroulée notre expérimentation. Bien que ces dernières ne sont pas respectées rigoureusement sur le terrain algérien (isolation thermique du bâtiment, ventilation, densité, respect de la barrière sanitaire, équipements et type d'alimentation).

5. Effet sur la morphométrie intestinale :

La morphométrie intestinale est en faveur des animaux du lot prébiotique durant toute les phases d'élevage .Cela suggère une plus grande surface d'absorption intestinale pour une meilleure assimilation et une bonne efficacité alimentaire. Des travaux dans ce sens ont été réalisés par Aurensan (2012).

6. Effet sur l'histométrie intestinale :

La hauteur et le volume moyen des villosités intestinales sont plus importants chez les sujets du lot prébiotique en comparaison avec ceux réalisés par les sujets du lot témoin durant toutes les semaines de leur vie. Cet effet positif et amélioré rencontré chez les animaux du lot prébiotique vient conforter nos résultats positifs cités précédemment sur la morphométrie comme quoi la surface d'absorption intestinale est augmentée pour une assimilation des nutriments plus importante.

Cet effet serait lié à une induction de la prolifération des cellules épithéliales de l'intestin suite à l'effet de prébiotique comme il a été démontré chez le rat (Ichikawa et al, 1999). Par

ailleurs, il est établi que l'augmentation de la taille des villosités indique une stimulation de la fonction d'absorption intestinale (Langhout et al, 1999 ; Shamato et Yamauchi, 2007).

II . Evolution de la flore digestive :

Le résultat brut obtenu (non traité statistiquement), après l'incorporation du prébiotique Nor-Spice. AB dans l'alimentation du poulet de chair, semble avoir une réaction visible sur le développement de la flore digestive, parmi laquelle peuvent exister des pathogènes endogènes qui pose de sérieux problèmes en production avicole. L'évolution de la flore colibacillaire était visiblement réduite au sein de lot expérimental supplémenté en prébiotique .

L'action de ce prébiotique sur les *salmonelles* n'a pas été mise en évidence dans notre essai. Ce résultat négatif est normal quand les conditions d'élevages sanitaires sont bien maîtrisées (le cas de notre élevage). En outre, il serait plus intéressant d'œuvrer à un pouvoir pathogène expérimental par inoculation d'une souche de *salmonelle* et ceci pour apprécier l'effet du produit sur cette flore pathogène. En effet, plusieurs travaux ont montré que les Fructo-oligosaccharides et les mananes-oligosaccharides à effet prébiotique réduisent la colonisation du tube digestif par les *salmonelles* et les *E Coli*. (Gibson, G. R., and Fuller, R., 2000).

D'après Revington, l'administration de prébiotique dans l'alimentation protège les volailles contre plusieurs pathogènes provoquant des troubles digestifs en stimulant le système immunitaire (Revington, 2002. Anonyme, 2002, yeastderivatives-Rev-CFNP .TAP) .

Une action directe des molécules de prébiotiques sur certains caractères de virulence chez les entéropathogènes a été signalée. En effet, le mannose, ainsi que les autres hydrates de carbone indigestibles contenant du mannose disponible, pourraient bloquer les fimbriae de type 1 (Finucane et al, 1999). Les fimbriae de type 1 sont exprimés par plusieurs bactéries entéropathogènes y compris *Salmonella* (Oyofu et al, 1989). Ces derniers permettent à la bactérie de s'attacher aux résidus de mannose présents dans les glycoprotéines couvrant la surface de la muqueuse intestinale. Ainsi, les MOS induisent l'agglutination de 51% des souches d'*Escherichia coli* et 53% des souches de *Salmonelles*.

Conclusion :

L'utilisation du prébiotique naturel à base d'extrait végétal (NORSPICE.AB) nous a effectivement permis d'améliorer les performances zootechniques entre autre :

- Un meilleur poids vif à la fin de l'élevage
- Un meilleur indice de consommation
- Un meilleur statut sanitaire (réduction des *E. Coli*)
- En plus, la phase de retrait avant l'abattage est nulle (pas de résidus).

Dans le cadre de la recherche d'alternatives aux antibiotiques, ces résultats positifs observés chez les poulets du lot expérimental nous permettent d'avancer que le prébiotique naturel à base d'extrait végétal (NORSPICE.AB) peut être une véritable alternative aux antibiotiques.

Perspectives :

De tels résultats positifs induits par le prébiotique naturel à base d'agrumes dans notre expérimentation et vu l'intérêt mondial qu'ils suscitent (santé publique), d'autres études scientifiques complémentaires méritent d'être relayées dans ce sens.

Références bibliographiques :

- **ALAMARGOT. J 1982** - L'appareil digestif et ses annexes, pages 15-32.
- **Andrieu, V., 1995.** Intérêt des probiotiques dans le gavage du canard. Application a la région des landes. Thèse Docteur vétérinaire. Faculté de médecine de Nantes.
- **Anonyme 4, 2005** - Fowlpox, Canker, Sorehead, Avian Diphtheria.
- **BRUGERE-PICOUX. J et SILIM. A 1992.** - Particularités de la physiologie des oiseaux, pages 15-24.
- **Brugere H. 1992.** Pharmacologie chez les oiseaux. IN : Manuel de pathologie aviaire. eds Brugere-Picoux J et Silim A., Imprimerie du cercle des élèves de l'ENV d'Alfort, Paris, France, pp 355-363.
- **Brugere-Picoux. J, 1988c** - L'autopsie des volailles. - Edition : service audiovisuel de l'école nationale vétérinaire de Lyon.
- **Bruinsma, N., E. Stobberingh, P. de Smet and A. van den Bogaard (2003).** Antibiotic use and the prevalence of antibiotic resistance in bacteria from healthy volunteers in the dutch community. "infection 31(1): 9-14.
- **Cebra, J. J., 1999.** Influence of microbiota on intestinal immune system development. Am.J. Clin. Nutri., 69(5): 1046-1051.
- **Chatelain. E, 1992-** L'anatomie des oiseaux. - Manuel de pathologie aviaire, édit. Jeanne Brugere-Picoux et Amer Silim, 25 - 36.
- **Collins MD, Gibson GR** : Probiotics, prebiotics, and symbiotics : approaches for modulating the microbial ecology of the gut. Am J Clin Nutr 1999; 69 : S1052-7.
- **Cummings JH, Macfarlane GT, Englyst HN (2001).** Prebiotic digestion and fermentation. Am. J. Clin. Nutr., 73 (suppl): 415s-420s.
- **Cummings JH, Macfarlane GT (2002).** Gastrointestinal effects of prebiotics. Br. J. Nutr., 87 (suppl-2): 145-151.
- **Denis O. Krause, James D. House, and Nyachoti, C. M., 2004.** Alternatives to antibiotics in swine diets: a molecular approach. Department of Animal Science. University of Manitoba. Canada.
- **Fallah R, Kiani A, Azarfar A (2013).** Effect of Artichoke leaves meal and menthe extract (*Mentha piperita*) on immune cells and blood biochemical parameters of broilers. Global Veterinarian. 10(1):99- 102
- **Fooks, L.J., Fuller R and Gibson, G.R.,** Prebiotics, probiotics and human gut microbiology International Dairy Journal, V.9, (1999), 53-61
- **Fontaine M. 1992.** Vade-mecum du vétérinaire. 15ème édition, volume 1, ENV Lyon, pp 256-275

- **Gabriel, I., Mallet, S., Sibille, P., 2005.** La microflore digestive des volailles : facteurs de variation et conséquences pour l'animal. INRA. Prod. Anim., 18 (5) : 309-322.
- **Gabriel, I., Mallet, S., Lessire, M., 2003.** La microflore digestive : une composante oubliée de la nutrition des volailles. Cinquièmes journées de la recherche avicole.
- **Gibson, G. R., Isolauri, E., Moreau, M.C., Roberfroid, M. and Rowland, I., 1998.** Functional food science and gastrointestinal physiology and function. Br. J. Nutr., 80:147- 171.
- **Hanson LÅ, Yolken RH :** Probiotics, other nutritional factors, and intestinal microflora. Nestlé Nutrition Workshop series, Nestec Ltd, Vevey/Lippincott-Raven pub., Philadelphia 1999; 42 : 306p.
- **Heskia B. 2004.** Interet des sulfamides dans la maitrise simultanee des enterites non specifiques chez les volailles. rencontres interprofessionnelles de pathologie aviaire Rennes, 115-118.
- **ICHOU S. 2012** Ministère de l'agriculture et du développement rural, Algérie 10eme journée de sciences vétérinaire de l'école nationale supérieure vétérinaire, Alger.
- **Kaci, A., & Cheriet, F. (2013).** Analyse de la compétitivité de la filière de viande de volaille en Algérie: tentatives d'explication d'une déstructuration chronique. *New Mediterr. J Econ. Agric. Environ*, 12, 11-21.
- **Larbier, M. et Leclercq, B., 1994.** Nutrition et alimentation des volailles. Edition. INRA.
- **Lee, M. D., Lu, J., Idris, U., Harmon, B., Hofacre, C., Maurer, J. J., 2002.** Microbial dynamics of the broiler intestinal tract. The Elanco Global Enteritis Symposium.
- **Lüllmann H, Mohr K, Ziegler A.** 2001 . Atlas de poche de pharmacologie. 2eme edition française, Medecine-Sciences Flammarion Paris, France, pp 264-279
- **MADR, (Ministere de l'Agriculture et du Developpement Rural), 2011.** Statistique agricoles, series A et B Alger, Algerie
- **Mathlouthi, N., Mallet, S., Saulnier, L., Quemener, B. and Larbier, M.,** Effect of xylanase and b-glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet, Anim. Res., V .51, (2002), 395-406.
- **Poyart C.** Tetracyclines. In : AntibioGramme Courvalain P, Leclercq R, Bingen. E 2em edition 2006 : P325-334.
- **Priault, G., 2003.** Effet des probiotiques sur l'induction et le maintien de la tolérance orale à la β -lactoglobuline chez la souris et étude de leurs mécanismes d'action. Thèse. Université Laval Québec.

- **Ratcliffe B, Mc Millan J** : The potential for beneficial manipulation of the gut microflora by dietary means. British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin 1999; 24 : 82-90.
- **Rollan, R. S., 1997.** L'intestin grêle le reflet de notre image santé. Laboratoire Symbiotique
- **Schrezenmeir, J and De Vrese, M., 2001.** Probiotics, prebiotics, and synbiotics approaching a definition. Am. J. Clin. Nutr., 73(2): 361-364.
- **Souilem, O., Gogny, M., 1994.** Particularité de la physiologie digestive des volailles. Med. Vet., 145(7):525- 537
- **Van den Bogaard, A.E., N. Bruinsma and E.E. Stobberingh (2000).** "The effect of banning avoparcin on VRE carriage in The netherlands" J antimicrob Chemother 46(1): 146-148
- **VILLATE. D 2001.** Maladie des volailles. 2eme ed, Edition France agricole, pp 318-330

Résumé :

L'objectif de notre essai est d'évaluer l'impacte de la supplémentation alimentaire en prébiotique Nor-Spice.AB sur les performances zootechniques, morphométrie et histométrie intestinales ainsi que la flore digestive du tube digestif du poulet de chair.

Pour ce faire, deux lots de 50 poussins de chaire de souche Arbor acres ont été élevés en séparation durant 49 jours dans les mêmes conditions d'élevage, une même source d'alimentation et d'eau. Le 1^{er} lot recevait un aliment additionné à un prébiotique à raison de 25g /tonne d'aliment, le 2^{ème} lot témoin recevait un aliment sans prébiotique.

Les résultats relatifs aux performances zootechniques ont montré que l'addition du prébiotique a amélioré le gain de poids, l'indice de consommation et le taux de mortalité ainsi qu'une morphométrie et histométrie nettement plus développées. Quant à son impacte sur la flore digestive, nos résultats ont montré une absence totale des salmonelles et une efficacité contre les E. coli qui se traduit par une réduction de ces derniers au niveau du caeca. De tels résultats suggèrent un effet positif du prébiotique Nor-Spice.AB qu'il devient intéressant d'explorer d'avantage.

Mots clés : Prébiotique, Supplémentation, Performances zootechniques, Morphométrie, Histométrie.

Abstract :

The objective of our study is to evaluate the impact of supplementation with a prebiotic Nor-Spice.AB on zootechnical performance, morphometry and histometry intestinal, digestive flora of the digestive tract of broilers.

To do this, two lots of 50 chicks meat (Arbor Acres) were bred in separation for 49 days in the same conditions breeding, the same source of food and water. The first lot received food added to a prebiotic in an amount of 25g / ton of feed, the second lot received food without a prebiotic.

The results for the zootechnical performance showed that the addition of a prebiotic improve weight gain, feed efficiency and mortality, morphometry and histometry more developed. As for its impact on the digestive flora, our results showed a total absence of salmonella and efficiency against E. coli resulting in a reduction of these latter at the caeca. Such results suggest a positive effect of the prebiotic Nor-Spice.AB it becomes interesting to explore farther.

Key words : Prebiotic, Supplementation, Zootechnical performance, Morphometry, Histometry

ملخص :

الهدف من هذه التجربة هو تقييم مدى فعالية إضافة المساعد الحيوي "نورسبيس أ.ب" في غذاء دجاج اللحم وتأثيره على نتائج فعالية الإنتاج (الوزن, معامل الاستهلاك, الوفيات, طول الأمعاء, حجم الزغابات المعوية و البكتيريا المعوية).

لهذا الصدد تم تربية مجموعتين من الدجاج في كل واحدة منهما 50 دجاجة من سلالة دجاج اللحم (أربور اكرس) لمدة 49 يوما وفقا لنفس الشروط التجريبية من مكان التجربة و أصل الغذاء و الماء. المجموعة الأولى تلقت غذاء مضافا إليه مساعدا حيويا بتركيز 25 غرام في طن من العلف, أما المجموعة الثانية من الدجاج تلقت علف من دون إضافة المساعد الحيوي.

النتائج المحصل عليها توضح بأن للمساعدات الحيوية أدوارا ايجابية تتلخص في تحسين الوزن و المعامل الغذائي مع وفيات أقل, كما نلاحظ أيضا تأثيرا ايجابيا على الجهاز الهضمي من حيث الزيادة في طول الأمعاء الدقيقة, حجم الزغابات المعوية كما انه يحمي ضد البكتيريا الهضمية الضارة (الايثيليشيا كولي و السالمونيلا).

الكلمات الدالة : مساعد حيوي, إضافات, دجاج لحم, تغذية, فعالية الإنتاج.