

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur



114THV-2

Université Saad DAHLEB - Blida  
Faculté des sciences Agro-Vétérinaires et biologiques  
Département des sciences vétérinaires

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

**Thème:**

**L'effet de la substitution d'un antibiotique  
par un probiotique "BIOPLUS 2B"  
sur les paramètres zootechniques du poulet de chair**

**Présenté par :**

**BOURENNANE MOHAMED LAMINE.**

**NAMANE REDOUANE**

**Membres du jury :**

- |                            |                   |            |
|----------------------------|-------------------|------------|
| • Mr Menoueri Nabil.       | Maître conférence | Président. |
| • Mr Oumouna Mustapha.     | Maître assistant  | Examineur. |
| • Mr Adel Djalal.          | Maître assistant  | Examineur. |
| • Mr Boudergouma Sid Ahmed | Maître assistant  | Promoteur. |



**2006/2007**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Dédicaces

*J'offre ces lignes avec toutes ma tendresse et mon amour à ceux  
qui ne m'ont jamais laisser tombé, à ceux qui ont fait de moi un  
homme et qui m'ont guidé et orienté vers la meilleure voie,*

*Mes chers parents*

*Ma grande mère: Aicha "Dhahbia"*

*Ma tante et mère : Khadouja. et ma tante Farida.*

*Mes frères: Salim et Sofiane et mes très chères sœurs.*

*Mes Oncles : Ali, Hossin, Hamide, youssef, Abdnoure. Et*

*Mes tantes: Tassaadit, Fatima, Zhira, Ourrida*

*ET toute la famille NAMANE*

*Mes Oncles :Omar, Rabah, Mohamed, Mokrane Et toute la  
famille BENOURET*

*A tous mes cousins et toutes mes cousines*

*A toute la famille de mon binôme "BOURENNANE".*

*A mes meilleurs et fidèles amis MISSOUM, ISHAK, ADEL,  
BOURENNANE, MAMI, M'HAMED, HAKIM, KOCEIR,  
BELKACEM, RAFIK, HAMOUDA, MUSTAFA*

*A toute la promotion de l'année 2001-2002*

*Et 2002-2003.*

*Namane Redouane*

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail  
A mes très chère parents qui m'ont aidé, Soutenu et  
encouragé durant toutes mes études  
A mes très chères sœurs (A.S.Y.L)  
A mes grands mères Aicha et Fatiha  
A mes oncles  
A mes tantes  
A toute ma famille et la famille de mon binôme  
"Namane"  
A Dr.Hamoud Allal et Mr.Mohamed Himena  
A mes fidèles Amis et frères:  
Redouane, Ishak, Maissoum, Hakim, Kocaire, M'hamed  
A mon ami et mon frère  
"Hamza Nadjemi" pour tous les moments q'on a vécu  
ensemble  
A mon ami "Adlane" à l'occasion de son mariage  
A notre amie qui nous a quitté" jakmakji" et sa  
famille  
A tous ceux qui me connaissent  
A toute la section de 5ème année vétérinaire  
2006/ 2007*

*Bourennane Mohamed lamine*

# Remerciement

*Avant tout, nous tenons à remercier DIEU de nous  
Avoir donné le courage et la force d'achever notre travail.*

*Nos vifs remerciements à notre promoteur docteur,  
BOUDERGHOUA SID.AHMED*

*Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à :  
Mr. Menoueri Nabil qui nous a fait le grand honneur de  
présider notre jury.*

*Mr. Omouna Mostafa qui a bien accepté d'examiner et juger  
notre travail.*

*Mr. Adel Djalal qui a accepté d'examiner et juger notre  
travail.*

*Nos sincères remerciements à tous nos enseignants, surtout le  
Professeur S.Achache pour tous ces encouragements.*

*Nous remercions également:*

*Melle. Namane.F pour son orientation et son aide.*

*Dr. Sakhril et toute l'équipe de l'ITELV pour leur aide  
et collaboration.*

*Sans oublier de remercier également nos amis MHAMED,  
ISHAK, MAMI, et MISSOUM pour leurs  
encouragements.*

*Et tous ceux qui nous ont aidé à réaliser  
ce travail.*

### ملخص

سنقوم في هذه الدراسة بتقدير فعالية عملية تعويض المضادات الحيوية المستعملة كعوامل محفزة للنمو « virginiamycine » والمقدّمة في الأقسام الشاهدة، تعويضها بواسطة مساعد حيوي المشكل من نوعين من البكتيريا « *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* » و المستعملة في الأقسام التجريبية، و الذي يضاف إلى النظام الغذائي للدجاج الموجه لإنتاج اللحم، كما تهدف إلى تقييم أثره على معايير تربية الحيوانات التالية:

- الوزن المكتسب اليومي.
- مؤشر استهلاك الغذاء.
- نسبة الوفيات.

وفي العموم، أبرزت النتائج المحصل عليها أثرا إيجابيا على معايير تربية الحيوانات في الأقسام التجريبية مقارنة بالأقسام الشاهدة.  
**الكلمات المفاتيح:** مساعد حيوي - دجاج اللحم - معايير تربية الحيوانات.

### RÉSUMÉ

Dans cette étude nous allons évaluer l'efficacité de la substitution des antibiotiques facteurs de croissance « virginiamycine » des lots témoins par un probiotique à base de deux bactéries « *Bacillus licheniformis* et *Bacillus subtilis* » des lots expérimentaux, additionnés aux régimes alimentaires du poulet de chair, et connaître leurs effets sur les paramètres zootechniques suivants :

- Gain de poids quotidien «GMQ».
- Indice de consommation d'aliment « IC ».
- Taux de mortalité « T.m. ».

En général, les résultats obtenus ont mis en évidence un effet positif sur les performances zootechniques dans les lots expérimentaux par rapport aux lots témoins.

**Mots clés :** Probiotique - poulet - performances zootechniques.

### ABSTRACT

In this study, we're going to evaluate the efficiency of substituting antibiotics used as growth factors « virginiamycine » in the witness share by a probiotic based on two bacteria « *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* » used in the experimental share, added to the diet of chickens bred for flesh, and to consider its effects on the following zootechnic parameters:

- Daily weight gain.
- Aliment consumption index.
- Death rate.

In general, the results show a positive effect on the zootechnic performances in the experimental share comparing to the witness one.

**Key-words:** Probiotic – Chicken for flesh – Zootechnic performances.

# Liste des Abréviations

- **B** : Bacillus.
- **Bf** : Bifidobactérium.
- **C.E.E** : Communauté Economique Européenne.
- **C.I.I.A.A** : Commission Interministérielle et Inter professionnelle de l'Alimentation Animale.
- **CA** : consommation d'aliment.
- **CMV** : Complément Minéral Vitaminique.
- **Cons d'alt** : consommation d'Aliment.
- **Crois**: Croissance.
- **Cum** : Cumul.
- **Dem** : démarrage.
- **E** : Escherichia.
- **Ec** : Enterococcus
- **FAO**: Food and Agriculture Organisation.
- **Finit** : finition.
- **GMQ** : gain moyen quotidien.
- **GP** : gain de poids.
- **IgA** : immunoglobuline A
- **IgM** : immunoglobuline M
- **IgG** : immunoglobuline G
- **IT** : indice de transformation.
- **IC**: Indice de consommation.
- **ITELV** : institut technique d'élevage.

## Liste des Abréviations

---

- **Lb** : Lactobacillus
- **L** : Lactobacillus.
- **Log** : logarithme.
- **nd** : non détecté.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **ONAB** : Office National des Alimentation de Bétail.
- **Ppm** : partie par million.
- **Pds** : poids
- **P v m**: poids vif moyen.
- **Pds**: poids.
- **S**: Salmonella.
- **Stm** : Salmonella typhimurium
- **Str** : Streptococcus.
- **T m** : taux de mortalité.
- **UF** : unité fourragère.
- **UFC** : Unités Formant Colonies
- **VC** : vitesse de croissance.
- **WHO** : World Health Organization.



# Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Les principales bactéries du tube digestif des volailles d'après Vanbelle et al (1989).	3
2	Composition de la flore le long du tractus digestif du poulet déterminée par dénombrements bactériens (Smith 1965).	5
3	Composition de la flore digestive intestinale et caecale du poulet déterminée par clonage et séquençage (Lu et al 2003)	7
4	Evolution de la composition de la flore digestive intestinale du poulet en fonction de l'âge déterminée par clonage et séquençage (Lu et al 2003) (1).	9
5	Antibiotiques autorisés dans le pays de la Communauté Economique Européenne ( <i>journal officiel de la C.E.E.</i> )	13
6	principaux microorganismes utilisés comme probiotiques (Coppola et Turnes, 2004) Cité par CHAFAI.S 2006.	23
7	Efficacité d'une souche de Bacillus sur le poids de poulet atteints de coccidiose. (Guillot JF.1998).	31
8	Efficacité de quelques probiotiques chez les volailles. (Bougon et al, 1987 ; Wolter et al, 1987)	33
9	Efficacité de souches de Bacillus et d'Enterococcus sur la croissance du poulet. (Guillot J.F. 1998).	34
10	le poids des poussins (kg /lots).	43
11	les matériaux d'élevages utilisés.	46
12	dosage de probiotique dans l'aliment expérimenté par phase d'élevage.	47
13	la durée des trois phases de l'essai.	48
14	le programme prophylactique effectué.	50
15	composition physico-chimique des deux aliments.	53
16	Les paramètres zootechniques calculés.	54
17	Evolution du taux de mortalité.	55
18	Quantités d'aliments consommés.	57
19	Evolution de Poids vif (gr) par période.	58
20	Évolution de gain de poids (gr) par période.	60
21	indice de consommation.	62
22	vitesse de croissance (g/j/sujet).	64

# Liste des figures

Numéro	Titre	Page
1	Schéma du tractus digestif des volailles et valeurs des PH des contenus digestifs ( <i>Famer 1942</i> ).	4
2	Evolution de la composition de la flore digestive iléale du poulet en fonction de l'âge déterminée par dénombrements bactériens ( <i>Knarreborg et al 2002</i> ).	8
3	Possibilités de contrôle de la flore digestive et de ses effets. ( <i>Gabriel .I. et al 2005</i> ),	12
4	Mode d'action des antibiotiques et des substances antibactériennes (d'après <i>Gadoud R .et al, 1992</i> ).	15
5	Schéma de la barrière Intestinale. . ( <i>Hoebler .C. et Nicol.G. 2004</i> ).	21
6	Effets des probiotiques sur les barrières physiques. ( <i>Hoebler .C. et Nicol.G. 2004</i> ).	22
7	Effets des probiotiques sur la microflore. ( <i>Hoebler .C. et Nicol.G. 2004</i> ).	22
8	Diagramme de sélection <i>in vitro</i> de souches à usage probiotique (d'après <i>Havenaar et al 1992</i> .) cité par <i>Gournier, C .et al 1994</i>	27 28
9	Formation de Nitrosamine à partir de nitrates. (S. Achache et J.P.Magnol 1983).	36
10	photo du bâtiment expérimental à Baba Ali – W d'Alger. ( <i>Namane. R. et Bourennane, M 2006</i> ).	44
11	Schéma du bâtiment expérimental de Baba Ali – Alger ( <i>Namane .R. Bourennane.M , 2007</i> ).	45
12	L'évolution du taux de mortalité (%).	56
13	Évolution du Consommation d'aliment par sujet (gr)	58
14	Evolution du Poids vif (gr).	59
15	Évolution du gain de poids (gr).	61
16	Indice de consommation.	63
17	Vitesse de croissance (g/j/sujet).	65

# Sommaire

• <b>Résumé</b> .....	I
• <b>Listes des abréviations</b> .....	II
• <b>Listes des tableaux</b> .....	IV
• <b>Liste des figures</b> .....	V
• <b>Sommaire</b> .....	VI
• <b>Introduction</b> .....	I
• <b>CHAPITRE I : LA MICROFLORE DIGESTIVE DES VOLAILLES</b>	
I.1 LOCALISATION DANS LE TRACTUS DIGESTIF:.....	4
I.1.1 Localisation dans le jabot :.....	5
I.1.2 Localisation dans le gésier et le proventricule :.....	6
I.1.3 Localisation dans le duodénum :.....	6
I.1.4 Localisation dans l'intestin grêle et dans les caeca :.....	6
I.2 ÉVOLUTION DE LA FLORE DIGESTIVE DE POULET:.....	7
I.2.1 A l'éclosion :.....	7
I.2.2 Après l'éclosion :.....	8
I.3 FACTEURS DE VARIATION :.....	10
I.3.1 Souche, sexe, individu :.....	10
I.3.2 Environnement :.....	10
I.3.3 Composition et structure de l'aliment :.....	10
I.4 CONTRÔLE DE LA MICROFLORE :.....	11
• <b>CHAPITRE II : LES ANTIBIOTIQUES EN ALIMENTATION DE POULET DE CHAIR ET LEURS MODE D'ACTION.</b>	
II.1 DÉFINITION :.....	13
II.2 LES ANTIBIOTIQUES UTILISÉS EN AVICULTURE :.....	13
II.2.1. Macrolides :.....	14
II.2.2. Les synergistines :.....	14
II.2.3. Les antibiotiques polypeptidiques :.....	14
II.2.4. Les aminosides glycolipidiques :.....	14
II.3. MODE D'ACTION DES ANTIBIOTIQUES COMME FACTEURS DE CROISSANCE :.....	15
II.4. LES RISQUES DE L'UTILISATION DES ANTIBIOTIQUES COMME ADITIFS ALIMENTAIRES:.....	16

• **CHAPITRE III : LES PROBIOTIQUES ET LEURS MODES D'ACTION.**

II.1	QU'EST-CE QUE C'EST QU'UN PROBIOTIQUE : .....	17
III.1.1	Définitions : .....	17
III.2	MODES D'ACTION DES PROBIOTIQUES : .....	18
III.2.1	Inhibition des bactéries indésirables : .....	18
III.2.1.1	Production d'acides organiques : .....	18
III.2.1.2	Production des peptides antimicrobiens : .....	18
III.2.1.3	Deconjugaison des sels biliaires : .....	18
III.2.1.4	Compétition avec les bactéries indésirables : .....	18
III.2.2	Neutralisation des produits toxiques : .....	19
III.2.3	Amélioration de la digestibilité de la ration alimentaire: .....	19
III.2.4	Stimulation de l'immunité : .....	20
III.2.4.1	Effets sur les cellules immunitaires impliquées dans les mécanismes de défense non spécifiques : .....	20
III.2.4.2	Effets sur les cellules impliquées dans les mécanismes de repenses immunitaires spécifiques : .....	20
III.2.4.3	Effet sur le système immunitaire sécrétoire : .....	21
III.2.4.4	La barrière intestinale et l'action des probiotiques : .....	21

• **CHAPITRE IV: LES MICROORGANISMES UTILISES COMME PROBIOTIQUES**

IV.1	CRITÈRES DE SELECTION DES SOUCHES PROBIOTIQUES : .....	24
IV.1.1	Choix de microorganismes : .....	24
IV.1.2	Résistance aux conditions rencontrées au cours du transit digestif: .....	24
IV.1.3	Colonisation du tractus digestif et adhésion aux cellules intestinales : .....	24
IV.1.4	Activités antimicrobiennes : .....	25
IV.1.5	Viabilité et stabilité des microorganismes : .....	25
IV.1.6	Résistance des micro-organismes probiotiques aux additifs alimentaires et aux antibiotiques : .....	26
IV.1.7	Essais <i>in vivo</i> : .....	26
IV.2	LES BACTERIES LACTIQUES ET LEUR ACTION PROBIOTIQUE : .....	29
IV.3	LES BIFIDOBACTERIES ET LEUR ACTION PROBIOTIQUE : .....	30
IV.4	LES LEVURES ET LEUR UTILISATION COMME PROBIOTIQUES : .....	30

• **CHAPITRE V : EFFICACITÉ DES PROBIOTIQUES CHEZ LE POULET ET QUELQUES EFFETS THÉRAPEUTIQUES CHEZ L'HOMME**

V.1	EFFICACITÉ DES PROBIOTIQUES CHEZ LE POULET DE CHAIR: .....	31
V.1.1	Efficacité sanitaire des probiotiques : .....	31
V.1.2	Efficacité zootechnique : .....	33
V.1.2.1	Les souches probiotiques du point de vue performances zootechniques : .....	33
V.2	QUELQUES EFFETS THERAPEUTIQUES CHEZ L'HOMME : .....	35
V.2.1	Effet sur le taux de cholestérol: .....	35
V.2.2	Activité anticancérogène: .....	36
V.2.2.1	La prévention de l'initiation d'un cancer: .....	36

V.2.2.2 La suppression des cellules tumorales: .....	37
<b>• CHAPITRE VI : LES EXPERIMENTATIONS <i>IN VIVO</i></b>	
VI.1 CONDITIONS EXPERIMENTALES DES ESSAIS D'EFFICACITE	
ZOOTECNIQUE:.....	38
VI.1.1 Choix des animaux:.....	38
VI.1.2 Distribution des animaux: .....	38
VI.1.3 Le probiotique et la ration alimentaire:.....	39
VI.1.4 L'environnement : .....	39
VI.1.5 Supplémentation, morbidité et mortalité:.....	40
VI.1.6 Performances zootechniques et leurs mesures:.....	40
VI.1.6.1 Courbe dose/effet : .....	40
VI.1.6.2 Mesures des performances zootechniques: .....	40
VI.1.6.3 Validité statistique des mesures: .....	41
<b>• CHAPITRE VII : PARTIE EXPERIMENTALE.</b>	
VII.1 INTRODUCTION : .....	42
VII.2 OBJECTIFS SCIENTIFIQUES : .....	42
VII.3 MATÉRIELS D' EXPERIMENTATION : .....	42
VII.3.1 Matériels biologiques : .....	42
VII.3.2 Le Bâtiment : .....	44
VII.3.3 Matériels d'élevage : .....	46
VII.3.4 Matériels de pesée : .....	46
VII.3.5 Aliments : .....	47
VII.4 MÉTHODE : .....	47
VII.4.1 Dispositif expérimental : .....	47
VII.4.2 Phases d'élevage : .....	48
VII.4.3 Conduite de l'élevage : .....	48
VII.4.4 Programmes prophylactiques : .....	50
VII.4.5 Les paramètres de croissance : .....	51
VII.5 RESULTATS ET DISCUSSION : .....	53
VII.5.1 L'analyse physicochimique de l'aliment:.....	53
VII.5.2 Paramètres zootechniques : .....	54
VII.5.2.1 Le taux de mortalité : .....	55
VII.5.2.2 Consommation d'aliment:.....	57
VII.5.2.3 Poids vif : .....	58
VII.5.2.4 Gain de poids.....	60
VII.5.2.5 Indice de consommation: .....	62
VII.5.2.6 La vitesse de croissance:.....	64
<b>• Conclusion</b> .....	66
<b>• Recommandations</b> .....	67

# Introduction

Depuis les années 50, l'usage vétérinaire des antibiotiques s'est répandu parallèlement à l'antibiothérapie humaine (White et Mc Dermott, 2001). L'utilisation vétérinaire des antibiotiques dans les élevages est de trois ordres : (Van den Bogaard et Stobberingh, 2000).

- Pour le traitement des infections déclarées chez l'animal ; ainsi, l'entérite nécrosante des volailles due à *Clostridium perfringens* est réprimée par la pénicilline à faible dose.
- Pour contrôler une infection débutante sur un effectif important, en intervenant non seulement sur les animaux malades mais aussi sur les animaux en incubation afin de limiter l'extension de la maladie .
- A dose infra thérapeutique environ 20 ppm, de 5 à 100 g/t, pour stimuler la croissance et améliorer les performances zootechniques (Corpet, 2000).

Il est incontestable que ces produits ont permis le développement des 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).

L'effet implique la flore digestive. A très faible dose, les antibiotiques inhibent fortement le catabolisme de l'urée et des acides aminés des bactéries de la flore intestinale : ils augmentent donc la disponibilité des nutriments et de l'énergie pour l'animal. La production de molécules toxiques comme l'ammoniaque est également réduite, entraînant en retour une diminution du taux de renouvellement de l'épithélium intestinal, épargnant les nutriments (Corpet, 2000).

Mais sous la pression des groupes écologiques et en raison des conséquences liées à l'usage des antibiotiques dont la principale est « l'antibiorésistance » des bactéries qui représente un grand risque pour la santé humaine et animale. La législation est de plus en plus restrictive quant à leur utilisation comme facteurs de croissance. Une décision ministérielle Algérienne n°472 du 24 décembre 2006, portant sur l'utilisation des additifs dans l'alimentation animale, interdit l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance sauf 7 d'entre eux appartenant au groupe de coccidiostatiques qui sont autorisées à être incorporées à l'alimentation animale. Dont la nécessité de rechercher des micro-organismes ou des substances de remplacement.

La flore du tube digestif des oiseaux a été considéré jusqu'à présent comme jouant un rôle mineur comparativement à celle du côlon des mammifères. Une meilleure connaissance de cette microflore et de ses effets s'avère nécessaire pour proposer des stratégies efficaces de substitution aux antibiotiques. Les probiotiques, produits favorisant les mécanismes biologiques naturels, sont, semble-t-il, une bonne alternative à l'emploi des antibiotiques facteurs de croissance. Ils permettraient de stabiliser la microflore intestinale, de l'orienter favorablement et d'en contrecarrer les

effets de la même manière que l'antibio-supplémentation mais sans les inconvénients que celle-ci entraîne.

Les essais *in vivo* sont à la base de la détermination des possibilités d'utilisation d'un additif alimentaire et plus particulièrement des probiotiques. Il est indispensable de connaître le comportement d'une flore ajoutée vis-à-vis de la microflore du tube digestif et de déterminer si ces produits probiotiques provoquent des changements mesurables dans les performances zootechniques des animaux d'élevage et leur état sanitaire. Dans un premier temps, les probiotiques ont été formulés en utilisant des connaissances empiriques. En pratique, l'utilisation de tels produits a donné des résultats positifs du point de vue zootechniques. Mais ces résultats étaient variables et non quantifiés. (*Gournier C, et al, 1994*).

De nombreuses expériences ont été réalisées au niveau de l'I.T.ELV à Baba Ali (willaya d'Alger), dont notre essai de substitution des antibiotiques facteurs de croissance par un probiotique dans l'alimentation de poulet de chair qui a les buts suivants :

- Une substitution totale des antibiotiques comme facteurs de croissance par un probiotique.
- Poursuivre toutes les étapes de l'expérience à terme pour détecter ce qui peut agir négativement sur l'efficacité du probiotique.
- Amélioration des paramètres zootechniques.

## CHAPITRE I : LA MICROFLORE DIGESTIVE DES VOLAILLES

La microflore des volailles est composée de nombreux micro-organismes différents (tableau 1) entre les quels existent souvent des interactions complexes.

Les micro organismes majoritaires de la flore intestinale des volailles sont les *Lactobacillus* : *Lb. Salivarius*, *Lb. Fermentum*. (Fuller R, 1973). Ils sont présents tout le long du tractus digestif (jabot, gésier, intestin grêle et caecum) y compris dans les fèces. (Rada V. et al ; 1991). Le groupe sous-dominant est constitué de souche d'*Enterococcus* : *Ec. Faecalis*, *Ec. Faecium*, *Ec. Avium* et *Ec. Gallinarum*.

**Tableau 1** : Les principales bactéries du tube digestif des volailles d'après Vanbelle et al (1989).

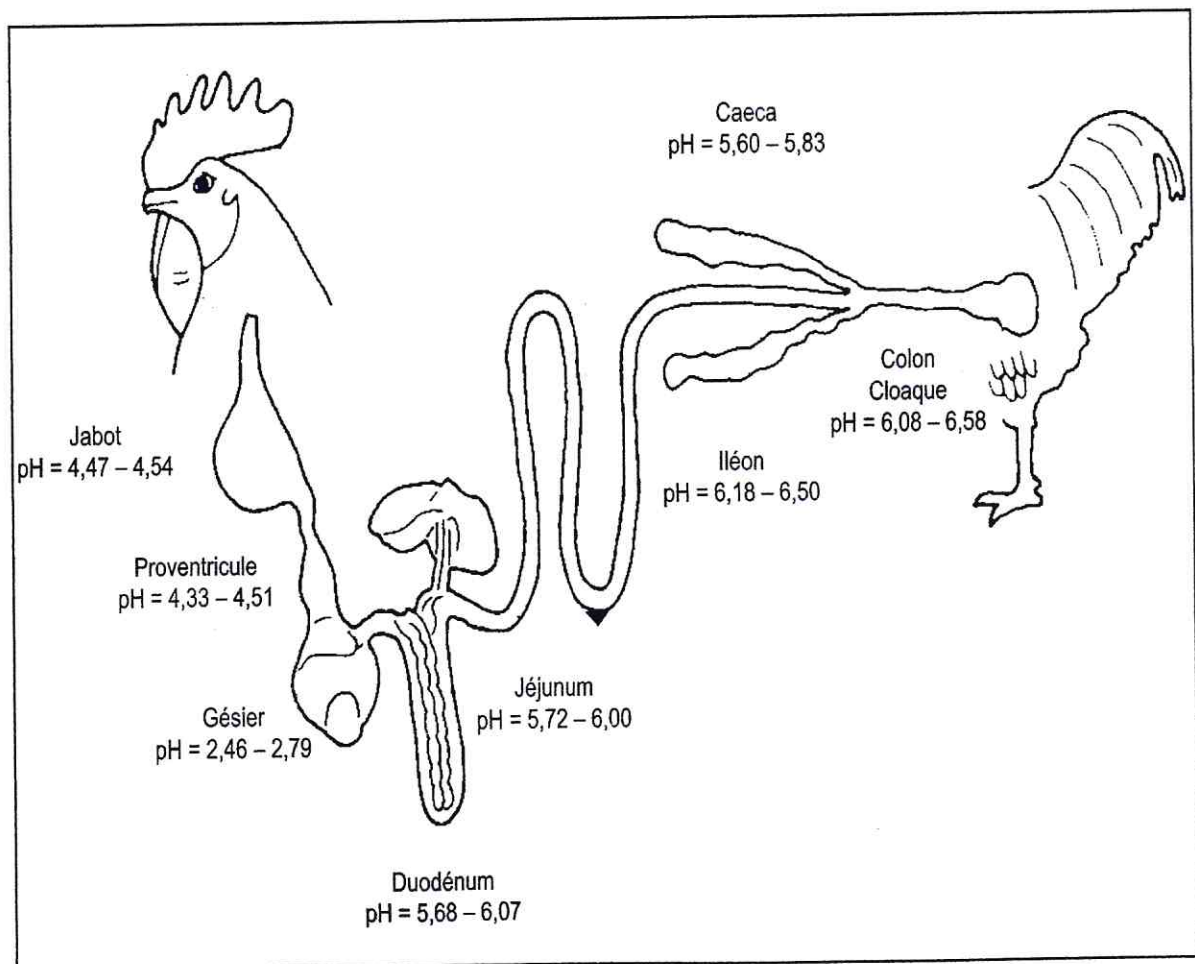
Les principales bactéries du tube digestif des volailles
<i>Bacteroides spp.</i>
<i>Bifidobacterium spp.</i>
<i>Clostridium perfringens.</i>
<i>Clostridium beijerinckii.</i>
<i>Eubacterium spp.</i>
<i>Fusobacterium spp.</i>
<i>Peptostreptococcus spp.</i>
<i>Gemmiger formicilis.</i>
<i>Lactobacillus acidophilus.</i>
<i>Lactobacillus salivarius.</i>
<i>Lactobacillus fermentum.</i>
<i>Micrococcus spp.</i>
<i>Enterococcus faecalis.</i>
<i>Enterococcus faecium.</i>
<i>Enterococcus avium.</i>
<i>Enterococcus gallinarum.</i>
<i>Ruminococcus obeum.</i>



## I.1 LOCALISATION DANS LE TRACTUS DIGESTIF:

La flore digestive au sens large comprend les organismes unicellulaires situés dans le tractus digestif, c'est à dire les bactéries, les champignons et les protozoaires. En ce qui concerne les populations bactériennes, qui sont les micro-organismes prédominants, elles représentent une large gamme de types métaboliques et morphologiques. On distingue les bactéries dominantes ( $>10^6$  Unités Formant Colonies (UFC) /g contenu), sous-dominantes ( $10^5$  à  $10^3$  UFC /g contenu), et résiduelles ( $<10^3$  UFC /g contenu). Chez le poulet, les sites principaux d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et, dans une moindre mesure, l'intestin grêle (Fuller 1984). Ainsi, dans les caeca et l'iléon, on trouve  $10^{11}$  et  $10^9$  bactéries par g de contenu respectivement (Apajalahti et al 2004).

Dans le gésier et le proventricule, le faible pH (figure 1) fait chuter la population bactérienne. Dans le duodénum, les conditions ne sont pas propices au développement de la flore.



**Figure 1** : Schéma du tractus digestif des volailles et valeurs des PH des contenus digestifs (Famer 1942).

Les données de la microbiologie montrent que la flore, constituée principalement de bactéries à Gram positif, est composée essentiellement d'anaérobies facultatives du jabot à l'iléon terminal, alors que les caeca contiennent en plus des anaérobies strictes, ces dernières étant dominantes (Fuller 1984 ; tableau 2).

**Tableau 2.** Composition de la flore le long du tractus digestif du poulet déterminée par dénombrements bactériens (Smith 1965) (1).

Groupes Majoritaires	Nombre de bactéries viables ( $\log_{10}$ UFC/g de contenu)						
	Jabot	Gésier	Intestin 1(2)	Intestin 3	Intestin 5	Intestin 7	Caeca
Lactobacilles	8.7	7.3	8.0	8.2	8.2	8.6	8.7
Streptocoques	4.0	3.7	4.0	4.0	3.7	4.2	6.7
Escherichia coli	1.7	nd	2.0	1.7	1.7	2.7	5.6
Levures	2.7	nd	1.7	nd	1.7	nd	2.0
Clostridium wilchi	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1.7
Bacteroides	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8.7

**UFC** : Unité Formant Colonie.

**nd** : organisme non détecté, c'est-à-dire quantité dont le  $\log_{10}$  est inférieur à 1,7 / g.

(1) Poulets de chair adultes issus d'un élevage (6 individus), consommant un régime composé de céréales et de farine de poisson (10-15 %), sans antibiotique.

(2) L'intestin a été divisé en 7 parties : différentes portions ont été étudiées (la 1re, la 3e, la 5e et la 7e partie).

### 1.1.1 Localisation dans le jabot :

Le jabot des volailles contient essentiellement des *Lactobacillus* : ceux ci produisent de grandes quantités d'acides organiques, principalement acide Lactique et acide acétique. De ce fait, le PH du jabot très bas (de l'ordre de 4-5) empêche le développement des micro-organismes non acidotolérants tels que les *Salmonella*, et les *Echerichia coli*. (Gournier.C.et al 1994).

Les travaux de Fuller et Turvey (1971) ont montré que de nombreux *Lactobacillus* adhèrent aux cellules épithéliales du jabot. L'établissement de ces souches de *Lactobacillus* commence dès le jour de l'éclosion des œufs, se produit tout au long de la vie du poulet et n'est pas affecté par des variations importantes du régime alimentaire ; ceci suggère une implantation stable des bactéries (Fuller .R.1973). Ces *Lactobacillus* sont spécifiques de l'espèce : seules les souches isolées à partir d'autres volailles peuvent adhérer aux parois du jabot alors que des souches isolées chez des mammifères ne présentent aucune capacité d'adhésion. (Fuller .R.1973 ; Tonnock G.W, et al. 1982).

Des souches d' *Echerichia coli* sont présentes dans le jabot mais en tout petits nombres, maintenues sûrement par l'ingestion quotidienne des fèces. Sont présentes, également en nombre restreint, des souches d'*Enterococcus spp.* (Gournier.C.et al 1994).

### I.1.2 Localisation dans le gésier et le proventricule :

Dans le gésier et le proventricule, le faible pH (figure 1, page 4) fait chuter la population bactérienne. (Fuller 1984,).

### I.1.3 Localisation dans le duodénum :

Dans le duodénum, les conditions ne sont pas propices au développement de la flore : présence de nombreuses enzymes, forte pression en oxygène, présence de fortes concentrations de composés antimicrobiens tels que les sels biliaires et mouvements de reflux du jéjunum au gésier entraînant une modification rapide des conditions de milieu. (Fuller 1984,).

La multiplication microbienne dans le duodénum est très faible à cause de transit important des nutriments (moins de  $10^8$  micro-organisme / g de contenu). (Barnes E.M.1979).Cependant, à ce niveau du tube digestif peuvent se développer des *Enterococcus hira* et des *Clostridium perfringens* : ces bactéries seraient responsables d'une baisse de croissance des oiseaux par leur adhésion aux cellules épithéliale du duodénum et par leur capacité à déconjuguer les sels biliaires. (Fuller.R. et al, 1981). Cependant, d'autres souches comme *Enterococcus faecium* et les *Lactobacillus* peuvent se fixer sur les cellules épithéliales et déconjuguer les sels biliaires sans pour autant provoquer une diminution de la croissance. (Cole .C.B, Fuller.R.1984).

### I.1.4 Localisation dans l'intestin grêle et dans les caeca :

Plus loin dans l'intestin, l'environnement devient plus favorable à la croissance bactérienne en raison de la plus faible pression d'oxygène et de la faible concentration en enzymes et en sels biliaires (réabsorbés par l'hôte et dégradés en partie par la microflore). Cependant, si les aliments sont bien digérés, la flore est limitée par manque de substrat. Globalement dans l'intestin grêle, on trouve principalement des bactéries anaérobies facultatives (lactobacilles, streptocoques et coliformes). Dans les caeca, les anaérobies stricts comme les *Eubacterium*, des bifidobactéries ou des clostridies, deviennent majoritaires, mais les bactéries anaérobies facultatives sont aussi présentes. La faible fréquence du renouvellement du contenu de cet organe (1 à 2 fois par jour) favorise le développement des bactéries.

Les nouvelles données issues d'approches moléculaires confirment certains résultats obtenus par les méthodes de culture conventionnelle. Ainsi, la présence majoritaire des bactéries à Gram positif dans le tube digestif et des lactobacilles au niveau de l'intestin grêle, ainsi que la diversité plus importante des populations bactériennes au niveau des caeca sont confirmées (Gong et al 2002, Lu et al 2003, tableau 3, page 7).

**Tableau 3.** Composition de la flore digestive intestinale et caecale du poulet déterminée par clonage et séquençage (Lu et al 2003) (1)

Groupe	Classe	% de classe (2.3)	
		Jéjunum+iléon	caeca
Gram+, Iléon:94.2%. caeca:76.9%	Lactobacillaceae	68.7	8.2
	Chlostridiaceae (6)	10.8	65.6
	Bacillaceae	0.7	1.4
	Staphylococcaceae	1.0	0
	Streptococcaceae	6.6	0.7
	Enterococcaceae	6.4	1.0
Gram+, Iléon:0.9% caeca:13.9%	Fusobacteriaceae	0.7	13.9
	bifidobacteriaceae	0.2	0
Gram-, protéobactéries (4)		2.3	2.8
Gram- (5) Iléon:0.6% caeca:5.2%	Flavobacteriaceae	0	0.2
	bacteroïdaceae	0.6	5.0

(1) Poulets de chair à croissance rapide élevés en conditions commerciales, consommant un régime composé de maïs et de soja, sans antibiotique.

(2) Valeur moyenne pour des animaux de 3 à 49 j (10 individus de 3 et 7 j, 5 individus de 14 à 49 j).

(3) 614 et 616 séquences pour l'intestin et les caeca respectivement, avec séquençage partiel (350 à 410 pb).

(4) *Ochrobacterium*, *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Campylobacter*.

(5) *Cytophaga*, *Flexibacter*, *Bacteroides*.

(6) *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Eubacterium*.

## I.2 ÉVOLUTION DE LA FLORE DIGESTIVE DE POULET:

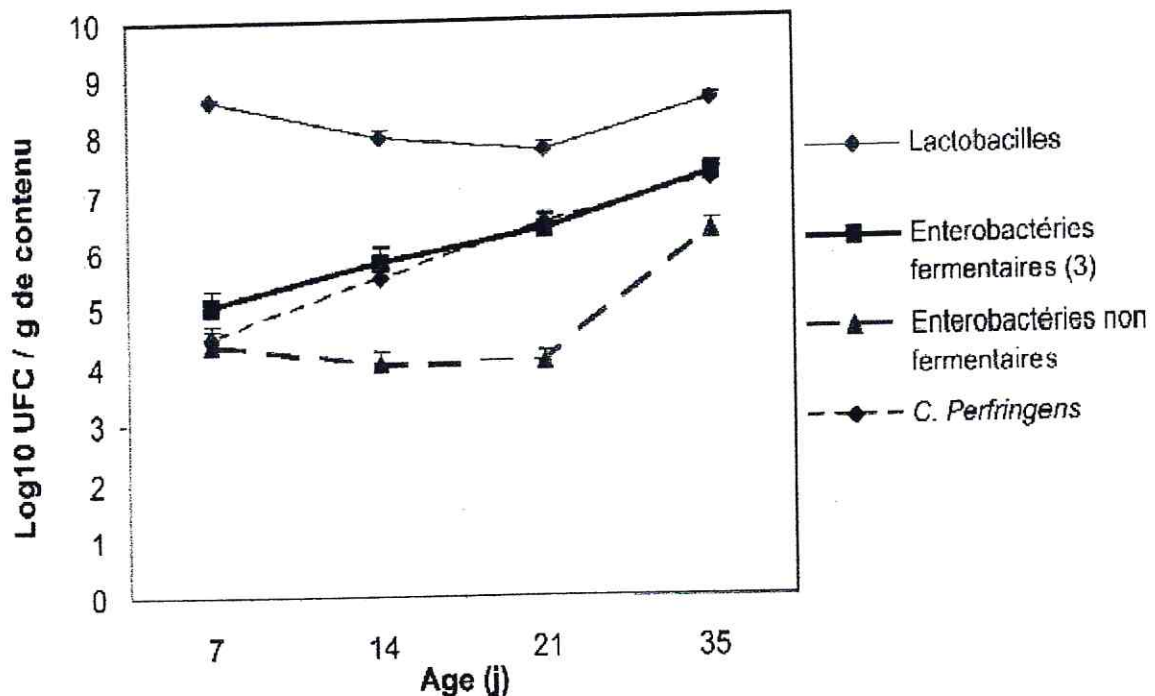
### I.2.1 A l'éclosion :

A l'éclosion, le tube digestif est stérile. L'implantation de la flore dépend de l'environnement de l'oeuf au moment de l'éclosion qui définit l'ordre dont lequel les animaux sont exposés aux micro-organismes, de leur aptitude à coloniser l'intestin (besoin en nutriments, lieu de développement) et des interactions entre microorganismes. (Apajalahti et al 2004).

### I.2.2 Après l'éclosion :

La flore augmente rapidement après l'éclosion. Ainsi dès le premier jour, l'iléon et les caeca hébergent 10<sup>8</sup> et 10<sup>10</sup> bactéries par g de contenu digestif (Apajalahti et al 2004). Leur nombre atteint 10<sup>9</sup> et 10<sup>11</sup> bactéries par g à 3 jours et reste relativement stable jusqu'à l'âge de 30 jours. D'un point de vue qualitatif, dès le premier jour, les coliformes, les streptocoques et les clostridies colonisent rapidement le tube digestif, du jabot aux caeca, alors que les lactobacilles ne sont pas mis en évidence avant 3 jours et les bactéroïdes pas avant 5 jours et seulement au niveau des caeca (Fuller 1984). La flore, aussi bien intestinale que caecale, se diversifie avec l'âge (Knarreborg et al 2002, Lu et al 2003). Ainsi, dans l'iléon, on observe avec l'âge différentes espèces de lactobacilles, une augmentation transitoire des streptocoques, et une augmentation continue de *Clostridium perfringens* (Knarreborg et al 2002, Lu et al 2003). Dans les caeca, bien que les clostridies soient toujours majoritaires, les Lactobacilles sont initialement présents, en proportions importantes à 3 jours d'âge, puis diminuent au profit des clostridies à 7 jours, puis des fusobactéries à 21 jours, et à nouveau des clostridies à l'âge de 49 jours (Lu et al 2003).

**Figure 2.** Evolution de la composition de la flore digestive iléale du poulet en fonction de l'âge déterminée par dénombrements bactériens (Knarreborg et al 2002) (1,2).



UFC : Unité Formant Colonie. (1) Poulets de chair (mâle) à croissance rapide élevés au sol en conditions expérimentales (parquet), consommant un régime composé de blé, soja, pois, farine de poisson et graisse végétale, sans antibiotique. (2) Nombre d'individus : 16, 10, 8 et 6 à 7, 14, 21 et 35 j respectivement. (3) Fermentation du lactose.

**Tableau 4 :** Evolution de la composition de la flore digestive intestinale du poulet en fonction de l'âge déterminée par clonage et séquençage (Lu et al 2003) (1).

Segment digestif	Groupe	Classe	% de classe (2,3)					
			3	7	14	21	28	49
Intestin (Jéjunum, iléon)	Gram +	<i>Lactobacillaceae</i>	61,1	63,3	63,7	65,8	86,3	69,8
		<i>Clostridiaceae</i> (7)	16,9	1,1	6,9	14,9	6,4	19,2
		<i>Bacillaceae</i>						4,0
		<i>Staphylococcaceae</i>	2,1			2,6		
		<i>Streptococcaceae</i>	2,1	17,8	16,7	2,6	0,9	
		<i>Enterococcaceae</i>	3,2	15,6	12,8	2,6	2,7	2,0
	Gram +	<i>Fusobacteriaceae</i>				4,4		
		<i>Bifidobacteriaceae</i>		1,1				
	Gram - , protéobactéries (4)		13,7					
	Gram - (5)	<i>Bacteroidaceae</i>				2,6		1,0
Bactéries inconnues		2,1			4,4	3,6	4,0	
Caeca	Gram +	<i>Lactobacillaceae</i>	25,7	4,3	9,9	1,0	0,9	7,2
		<i>Clostridiaceae</i> (7)	51,4	85	73	56,6	56,1	74,2
		<i>Bacillaceae</i>			2,7	4,0	1,8	
		<i>Streptococcaceae</i>	2,9					1,0
		<i>Enterococcaceae</i>	1,9	2,2	0,9			2,0
	Gram +	<i>Fusobacteriaceae</i>		2,2	9,0	27,3	35,1	7,2
	Gram - , protéobactéries (6)		15,2	2,2	9,9	27,3	35,1	7,2
	Gram - (4)	<i>Flavobacteriaceae</i>	1,0					
		<i>Bacteroidaceae</i>	1,0	5,4	3,6	10,1	5,3	5,2
	Bactéries inconnues		1,0	1,1		1,0	0,9	3,1

(1) Poulets de chair à croissance rapide élevés en conditions commerciales, consommant un régime composé de maïs et de soja, sans antibiotique.

(2) 10 individus de 3 et 7 j, 5 individus de 14 à 49 j.

(3) Entre 90 et 114 clones analysés par âge.

(4) *Ochrobacterium*, *Alcaligenes*, *A. faecalis*, *Campylobacter*, *Escherichia*.

(5) *Cytophaga*, *Flexibacter*, *Bacteroides*.

(6) *Ochrobacterium anthropi*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Escherichia coli*.

(7) *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Eubacterium*.

### **I.3 FACTEURS DE VARIATION :**

La flore digestive présente des variations entre les individus et dépend de leur âge, mais elle peut aussi être modifiée par de nombreux facteurs extérieurs.

#### **I.3.1 Souche, sexe, individu :**

La flore digestive semble différer selon la souche et le sexe des animaux. Chaque individu présente une communauté bactérienne digestive qui lui est propre (*Zhu et al 2002*). Ceci suggère que des facteurs spécifiques de l'hôte interviennent dans l'établissement de la flore intestinale. Chez l'homme, la microflore digestive dépendrait de facteurs génétiques de l'individu (*Zoetendal et al 2001*). Les caractéristiques immunologiques de l'hôte, des récepteurs spécifiques pour les bactéries ainsi que des systèmes de communication avec les bactéries pourraient être des facteurs importants dans l'établissement d'une communauté bactérienne spécifique de l'hôte. Cette hypothèse du rôle de la génétique dans l'établissement de la flore digestive nécessite de plus amples investigations. (*J. Gabriel, 2005.*)

#### **I.3.2 Environnement :**

Selon le milieu d'élevage, la microflore est différente. Des populations plus fortes sont observées chez des animaux élevés au sol (sur litière propre ou contaminée) par rapport à des animaux élevés en cages individuelles (*Mallet et al 2001*). L'augmentation de la densité d'élevage ou les stress thermiques semblent globalement augmenter les bactéries néfastes au détriment des bactéries bénéfiques (*Suzuki et al 1989*). La présence de parasites intestinaux comme les coccidies, entraînant la dégradation de la muqueuse intestinale donc la production de nouveaux substrats pour la microflore, conduit à une modification de celle-ci (*Kimura et al 1976*). Cependant la flore serait peu modifiée chez les animaux issus d'élevages conduits de façon similaire (*Apajalahti et al 2001*).

#### **I.3.3 Composition et structure de l'aliment :**

La flore digestive dépend directement de l'alimentation puisque cette dernière est à l'origine du type de substrat disponible pour la croissance des micro-organismes. La flore digestive peut être modifiée par le type de céréales, en particulier la présence de polysaccharides non amylacés hydrosolubles, ou par leur mode de présentation. Ainsi, (*Mathlouti et al 2002*) observent une augmentation des populations bactériennes anaérobies facultatives, dont les lactobacilles et les coliformes, avec un régime à base de blé et d'orge au lieu de maïs. La consommation d'un régime contenant du blé sous forme de graines entières par rapport à du blé broyé entraîne une modification de la flore (*Apajalahti et al 2001, Gabriel et al 2003, Engberg et al 2004*).

La granulation de l'aliment, entraîne d'après (*Engberg et al 2002*) une augmentation des coliformes et des entérocoques dans l'iléon, ainsi qu'une baisse de *Clostridium perfringens* et des lactobacilles en fin du tube digestif (caeca et rectum). De même, l'origine des matières grasses (*Knarreborg et al 2002*), de l'amidon (*Weurding 2002*) ou des protéines (*Jansman et al 2003*) peut modifier la flore.

Les minéraux et vitamines peuvent avoir un effet sur la flore. Ainsi, (Orban et al 1997) ont observé une augmentation des *Bifidobactéries* avec un apport doublé en oligominéraux et vitamines (1 % au lieu de 0,5 %). De même, (Xia et al 2004) ont montré une réduction des populations de clostridies et de coliformes dans l'intestin et les caeca de poulets recevant un supplément de cuivre associé à de la montmorillonite, la supplémentation de cuivre seul étant sans effet. Ces facteurs sont responsables des différences de flore observées entre des élevages dont les conditions de gestion varient. (Gabriel .I ; 2005.)

Ainsi, la flore digestive diffère entre des animaux à croissance rapide élevés en confinement et des animaux élevés en conditions plus extensives, c'est-à-dire avec des souches à croissance lente, une alimentation sans antibiotique, une densité d'élevage plus faible et l'accès à des parcours extérieurs. Des élevages dont les animaux sont issus du même couvoir et consomment le même aliment, peuvent aussi présenter des différences de flore du fait d'une gestion différente des élevages.

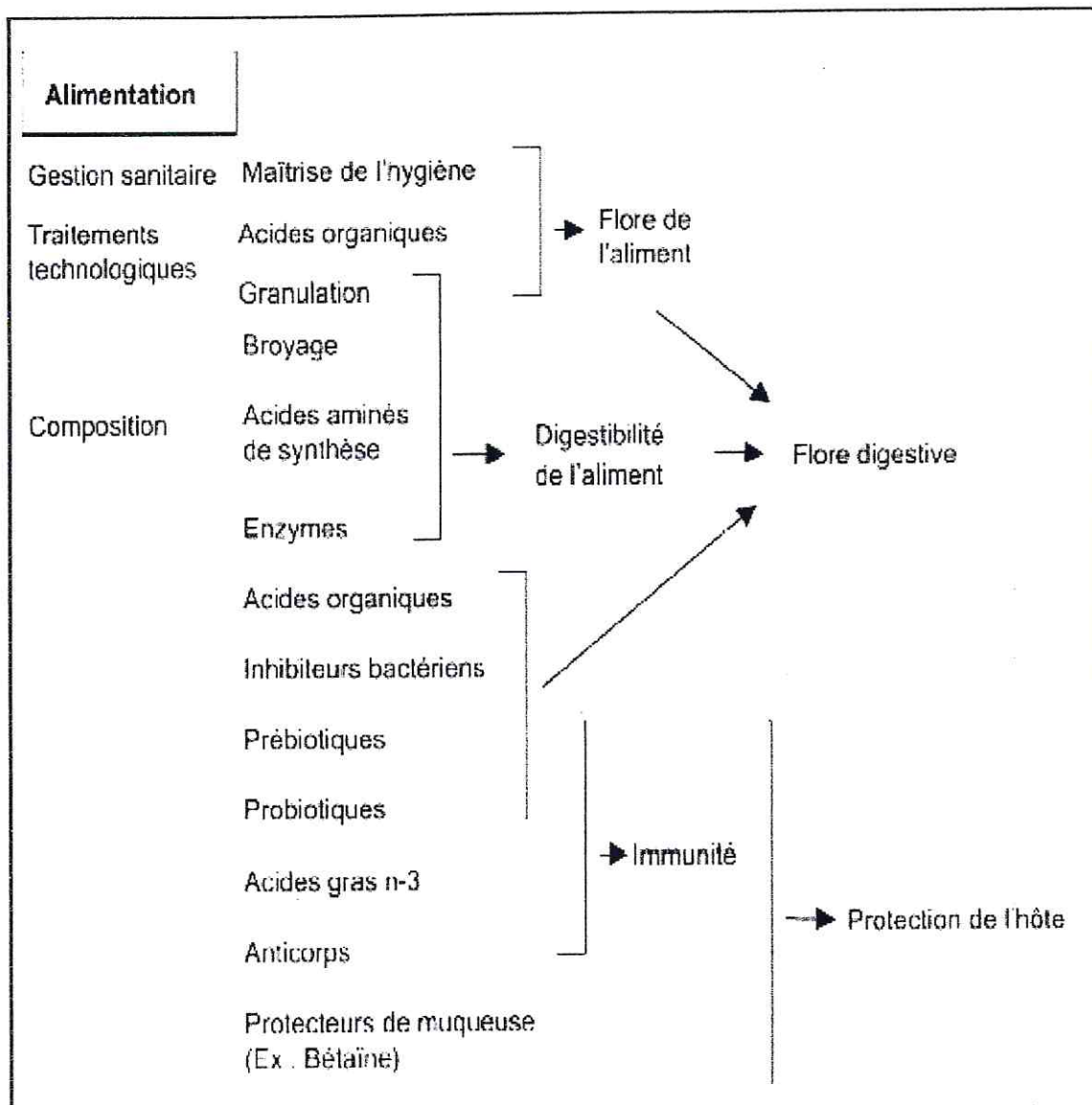
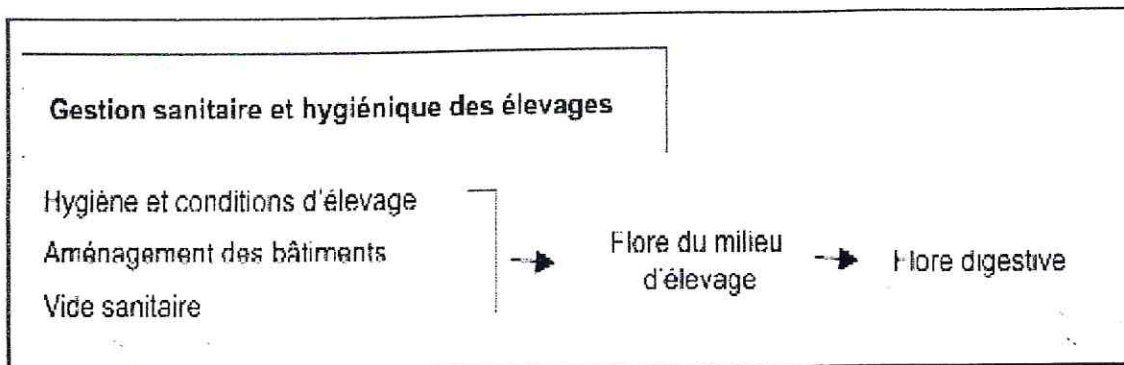
#### **I.4 CONTRÔLE DE LA MICROFLORE (Figure 3. P12) :**

Le développement de la microflore néfaste peut être limité en gérant au mieux l'hygiène et les conditions d'élevage, l'aménagement des bâtiments, et en pratiquant un vide sanitaire.

Au niveau nutritionnel, de nombreuses alternatives ont été proposées. Tout d'abord l'hygiène doit être contrôlée de la réception de la matière première jusqu'à la livraison de l'aliment, en vue de limiter l'apport de flores exogènes. Par ailleurs, la granulation et l'utilisation d'acides organiques permettent de réduire la charge bactérienne dans l'aliment. Des traitements technologiques appropriés peuvent augmenter la digestibilité limitant ainsi les substrats disponibles pour la microflore. Ce dernier objectif peut aussi être atteint en équilibrant au mieux les formules alimentaires avec des acides aminés desynthèse. Des enzymes peuvent être ajoutées pour hydrolyser les composants alimentaires et les rendre plus facilement disponibles pour l'hôte, ou hydrolyser les composants peu digestibles utilisés comme substrats par les micro-organismes.

La microflore ou son action peuvent être contrôlées. Ainsi, on utilise dans l'aliment ou l'eau de boisson des acides organiques qui ont un effet toxique sur les bactéries. L'activité d'enzymes microbiennes néfastes à l'hôte comme celles hydrolysant les acides biliaires, pourrait être bloquée avec des inhibiteurs. D'autres molécules telles que la lactoferrine pourraient être utilisées comme inhibiteurs bactériens (Kim et al 2002). La microflore est modifiable en utilisant des prébiotiques et des probiotiques qui ont été particulièrement étudiées ces dernières années. Les effets de la modification de la flore dépendent de très nombreux facteurs : espèces et souches bactériennes, quantités utilisées, additifs présents dans le probiotique (acides aminés, vitamines), alimentation, animaux cibles (espèce, souche, âge), conditions d'élevage. Ainsi, bien que de nombreuses études concluent à un effet bénéfique, d'autres ne montrent aucun effet de la modification de la microflore, voire des effets négatifs. De plus les travaux publiés ne sont pas représentatifs de l'ensemble des études effectuées car beaucoup sont restées confidentielles. Par ailleurs, une modification de la flore peut avoir à la fois des effets bénéfiques et des effets néfastes. (Gabriel .I. 2005).





**Figure 3.** Possibilités de contrôle de la flore digestive et de ses effets.  
 (Gabriel .I. et al 2005),

**CHAPITRE II : LES ANTIBIOTIQUES EN ALIMENTATION DE POULET DE CHAIR ET LEURS MODE D'ACTION.**

**II.1. DÉFINITION :**

D'après la définition la plus couramment admise. Un antibiotique est une substance chimique naturelle produite par un micro-organisme qui, à faible concentration a le pouvoir d'inhiber la croissance ou de détruire certaines bactéries ou d'autres micro-organismes. (*Fontaine M, Cadore J.L ; 1995*).

Le terme « Antibiotique » signifiant "contre la vie" (*Andrieu, 1995 ; Catanzaro et al, 1997*). A l'origine le mot « Antibiotique » désigne tout produit microbien qui, même à très faible concentration, inhibe ou tue certains micro-organismes. (*Singleton. P. 1999*).

**II.2. LES ANTIBIOTIQUES UTILISÉS EN AVICULTURE :**

Les antibiotiques additifs autorisés en aviculture sont peu nombreux (cinq) et peu solubles (sauf la spiramycine). Leur spectre est limité aux bactéries Gram positif. (*Oulmane, 1989*). (Tableau 5).

**Tableau 5 :** Antibiotiques autorisés dans les pays de la Communauté Economique Européenne (*journal officiel de la C.E.E*).

Nom	Espèce	Age limite (semaines)	Dose autorisée mg/kg d'alt
Bacitracine zinc	* Poule pondeuse.	4	15 – 100
	* Dindon.	26	05 – 50
	* Autres espèces sauf palmipède et pigeon.	4	05 - 20
Spiramicine	* Dindon.	26	05 – 50
	* Autres espèces sauf palmipède et pigeon.	16	05 – 20
Virginamycine	* Dindon.	26	05 – 20
	* Poule pondeuse.	-	02 – 20
	* Autres espèces sauf palmipède et pigeon.	16	05 – 20
Flavophospholipol ou Flavomicine	* Poule pondeuse.	-	-
	* Dindon.	26	02 – 05
	* Autres espèces sauf palmipède et pigeon.	16	01 – 20
Avoparcine	* Poulet de chair.	-	7.5 – 15
	* Dindon de chair.	16	10 - 20

Cité par : (*Larbier .M. et Leclercq. B. Novembre 1992*)

Actuellement, une décision ministérielle Algérienne a interdit tous types d'additifs appartenant au groupe d'antibiotiques, sauf quelques coccidiostatiques. (Voir annexe 1).

Quatre familles regroupent les antibiotiques facteurs de croissance :

### **II.2.1. Macrolides :**

Un exemple est la spiramycine, qui est liposoluble et peut être partiellement résorbée dans l'intestin puis distribuée dans l'organisme. Son spectre est Gram+. (Oulmane.1998).

### **II.2.2. Les synergistines :**

L'effet synergistique a donné son nom à cette famille. La virginiamycine est un mélange de deux molécules (facteur M, et facteur S), dont l'activité réelle ne s'exerce que lorsque ces deux molécules sont associées dans des proportions définies (60% M, et 40% S) selon Pothier (1987) et (80% M, et 20% S) selon Derache (1986).

La virginiamycine est insoluble et ne peut, de se fait, traverser la paroi intestinale, son action est strictement limitée au tube digestif (Pothier.1987). Son spectre est Gram+. (Oulmane.1989).

### **II.2.3. Les antibiotiques polypeptidiques :**

La bacitracine et l'avoparcine, leur insolubilité confère une activité limitée à l'appareil digestif. La bacitracine est obtenue à partir de cultures de micro-organismes et précipitée par un sel de zinc. La présence de zinc (7%) lui confère une stabilité chimique supérieure à celle de bacitracine de base. Son spectre est Gram+. La bacitracine zinc est commercialisée en alimentation animale sous forme de prémix à 10% d'activité. (pothier.1987).

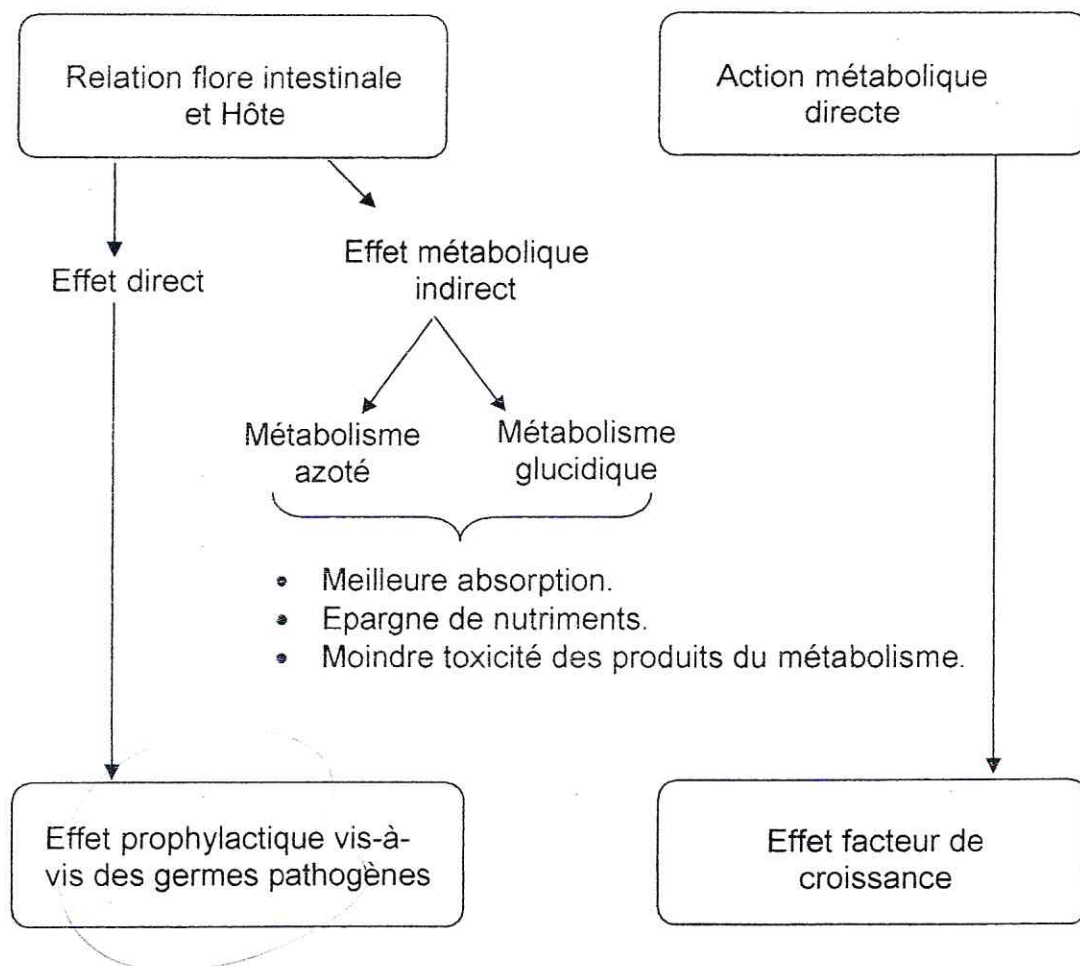
### **II.2.4. Les aminosides glycolipidiques :**

La flavomycine (insoluble dans les solvants organiques) dont l'action est limitée au tube digestif (Oulmane, 1989).

### II.3. MODE D'ACTION DES ANTIBIOTIQUES COMME FACTEURS DE CROISSANCE :

Le mode d'action de ces additifs n'est pas connu précisément, cependant on admet généralement à cette action un double aspect selon Gadoud. R. et al, (1992) : (figure 4).

- Contrôle de microbisme d'élevage qui malgré des doses très éloignées des doses thérapeutiques permet de prévenir des affections microbiennes pouvant se traduire par une mortalité des animaux.
- Modification des métabolismes de la flore microbienne digestive se traduisant par une limitation de la production de toxines microbiennes et par épargne de nutriments.



**Figure 4 :** Mode d'action des antibiotiques et des substances antibactériennes (d'après Gadoud R. et al, 1992).

#### II.4. LES RISQUES DE L'UTILISATION DES ANTIBIOTIQUES COMME ADITIFS ALIMENTAIRES:

➤ D'après Borris G, et Louisot P. (1998). Trois sortes de risques sont liés à l'utilisation des antibiotiques :

- La sélection et le transfert de bactéries pathogènes pour l'homme et les animaux (salmonelles) devenues résistantes.
- La sélection des bactéries résistantes commensales chez les animaux et l'homme mais susceptibles d'être pathogènes chez les patients immunodéficients, parmi ces bactéries, les Entérocoques multi résistants aux antibiotiques et particulièrement aux glycopeptides (avoparcine, vancomycine) qui sont les plus préoccupants.
- L'augmentation de la densité des gènes de résistance en circulation, que leurs origines soient animales, humaines ou des environnementales. Une crainte est que la résistance aux glycopeptides des Entérocoques soit transférée aux staphylocoques dorés multi résistants, ou à d'autres bactéries virulentes. Il est à noter que l'arrêt de l'utilisation d'un antibiotique dans un élevage conduit à une réduction à vitesse variable mais généralement lente, du nombre de bactéries résistantes.

Cependant, si les divers risques sont qualifiés, ils ne sont pas quantifiés. En particulier le flux du gène ou de bactéries échangées entre homme et animaux n'est pas connu, le fait que les végétariens hébergent plus d'Entérobactéries résistantes que les consommateurs de viande mettent bien en évidence la complexité du problème. D'autre part, le risque pour la santé publique en termes de mortalité ou de morbidité accrues, d'allongement de journées d'hospitalisation, ainsi que le sur coût correspondant n'ont pas été évalués. Il pourrait être qualifié pour les salmonelloses mais beaucoup plus difficilement dans les autres cas. (Borris G, Louisot P ; 1998).

➤ Concernant les risques de résidus des antibiotiques dans les denrées alimentaires provenant des animaux traités, ils constituent un risque potentiel non négligeable pour le consommateur du fait notamment de leurs effets allergisants de l'induction de résistances bactériennes. L'utilisation des antibiotiques doit donc répondre à un certain nombre de règles qui découlent de la connaissance de ces substances, de leurs caractères physico-chimiques essentiels et surtout de leurs propriétés biologiques dans l'organisme ; leur devenir dans l'organisme (leur pharmacocinétique) leur activité antibactérienne, leur effets toxiques ou secondaires éventuels. (Fontaine M, Cadore J.L, 1995).

## CHAPITRE III : LES PROBIOTIQUES ET LEURS MODES D'ACTION.

### III.1 QU'EST-CE QUE C'EST QU'UN PROBIOTIQUE :

#### III.1.1 Définitions :

Le terme probiotique est dérivé des deux mots grecs " *pros*" et " *bios*" qui signifient littéralement "pour la vie", contrairement au terme antibiotique signifiant "contre la vie" (Andrieu, 1995 ; Catanzaro et al, 1997). Ce terme a été introduit pour la première fois par Lilly et Stillwell en 1965 pour décrire des substances produites par un microorganisme et stimulant la croissance d'autres microorganismes (Soomro et al, 2002). Depuis, plusieurs définitions ont été données aux probiotiques dépendamment de leurs effets sur la santé. Selon Parker (1974), « *probiotiques* » désignent les microorganismes et les substances qui contribuent au maintien de l'équilibre de la flore intestinale (Crittenden et al, 2005).

Récemment, la définition s'est précisée et on entend maintenant par probiotique tout microorganisme vivant qui, une fois ingéré en une certaine quantité, exerce des effets bénéfiques au delà des fonctions nutritionnelles de base (Klaenhammer, 2000; Moreira et al, 2005 ; Grajek et al, 2005).

Lors d'une réunion de travail sur le sujet, organisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), (FAO définition 2002), la définition suivante est acceptée :

« Un probiotique est un micro-organisme vivant (appelé aussi bactérie ou ferment) qui, ingéré en quantité suffisante, procure un bénéfice sur la santé de l'Hôte »

## III.2 MODES D'ACTION DES PROBIOTIQUES :

Le mode d'action des probiotiques reste encore imparfaitement élucidé et beaucoup d'hypothèses subsistent. L'effet bénéfique dû à l'administration de probiotiques pourrait s'expliquer par plusieurs mécanismes.

### III.2.1 Inhibition des bactéries indésirables :

La répression du développement de germes indésirables ou pathogènes peut se faire de plusieurs façons :

#### III.2.1.1 Production d'acides organiques :

La production d'acides organiques à partir des glucides de la ration alimentaire (l'acide lactique, l'acide acétique, l'acide propionique, l'acide butyrique) limite en abaissant le pH, le développement des *Escherichia coli* et des *Salmonella*. Ainsi que la production de peroxyde d'hydrogène et le diacetyl (*Salminen, 1999; Krehbiel et al, 2003; Grajek et al, 2005*). De plus l'acidification favoriserait le péristaltisme intestinal.

#### III.2.1.2 Production des peptides antimicrobiens :

Les souches probiotiques pourraient également réprimer la croissance des bactéries pathogènes par production des peptides antimicrobiennes (*Percival, 1997; Van Belkum et Stiles, 2000*) de type bactériocine et reuterin (*Casas, et Dobrogosz, 2000; Lima E. T., et Andreatti Filho, R. L., 2005; Callaway et al 2003;*) capables d'inhiber les germes fréquemment responsables d'infection en élevage. (*Strompfv et al 2003*) ont isolé à partir du jabot, une souche d'*Enterococcus faecium EF55* ayant des propriétés de production de bactériocine et inhibant des bactéries à Gram positif (enterococci, staphylococci, lactococci, streptococci, lactobacilli, micrococci).

#### III.2.1.3 Deconjugaison des sels biliaires :

Certaines souches utilisées comme probiotiques possèdent la capacité de déconjuguer les sels biliaires : les formes déconjuguées ont un pouvoir inhibiteur plus important sur le développement des bactéries que les formes conjuguées (*Bezkorovany, 2001 ; Marteau, 2001*).

#### III.2.1.4 Compétition avec les bactéries indésirables :

Les souches probiotiques pourraient aussi agir en inhibant l'implantation des germes pathogènes par compétition pour la colonisation: l'adhésion des bactéries probiotiques aux cellules intestinales permettrait une colonisation rapide et dirigée du tube digestif.

L'implantation des germes indésirables pourrait également être empêchée par une inhibition compétitive des souches probiotiques par consommation des nutriments à la place des souches pathogènes (*Gournier.C et al.1994*).

### III.2.2 Neutralisation des produits toxiques :

Les probiotiques interviennent très certainement dans la neutralisation de produits toxiques. Ils provoqueraient une atténuation du catabolisme intra-digestif et une orientation de la microflore intestinale pour réduire l'absorption des substances toxiques (ammoniac, amines et indoles) et diminuer les biotransformations des sels biliaires et des acides gras en produits toxiques. Les bactéries probiotiques auraient aussi la capacité de produire des métabolites susceptibles de neutraliser in situ certaines toxines bactériennes (*Percival, 1997 ; Schrezenmeir et De Vrese, 2001 ; Kung, 2001*). Les probiotiques auraient aussi la capacité de produire des métabolites susceptibles de neutraliser certaines toxines : *Saccharomyces boulardii* secrète une enzyme « Protéase » empêchant l'absorption des toxines ochratoxicoles, ce qui améliore les paramètres hématologiques (*Agawane, 2004*).

### III.2.3 Amélioration de la digestibilité de la ration alimentaire:

Les probiotiques pourraient améliorer l'utilisation de la ration alimentaire de manière indirecte en agissant sur la microflore intestinale ou au niveau des cellules épithéliales du tractus digestif.

La digestibilité de la ration alimentaire pourrait être également augmentée par la pré digestion des facteurs antinutritionnels tels que l'acide phytique et les glucosinates en substrats assimilables par l'hôte (*Herzig et al 2003*).

Les souches probiotiques permettraient, aussi, d'améliorer l'assimilation des acides aminés essentiels par l'hôte soit en les synthétisant soit en inhibant l'action des désaminases et des décarboxylases bactériennes excrétées par la microflore du tube digestif. De nombreuses bactéries utilisées comme probiotiques synthétisent des vitamines pouvant être assimilées par l'hôte (*Choct, 2001 ; Grajek et al, 2005*).

Les souches probiotiques produisent des enzymes digestives (*Ghadban, 2002 ; Lee et al, 2006*), ce qui favoriserait la digestion des glucides et des protéines : tels que les *Lactobacillus* qui excrètent la  $\beta$ -galactosidase souvent déficiente dans le tractus digestif de l'hôte et facilitent donc la digestion du lactose (*Salminen et al, 1998 ; Netherwood et al, 1999*).



### III.2.4 Stimulation de l'immunité :

Les bactéries probiotiques auraient une action stimulante sur le système immunitaire de l'hôte en agissant sur les cellules impliquées soit dans l'immunité naturelle soit dans l'immunité spécifique.

#### III.2.4.1 Effets sur les cellules immunitaires impliquées dans les mécanismes de défense non spécifiques :

La phagocytose réalisée essentiellement par les macrophages est le principal mécanisme de défense non spécifique de l'organisme en réponse à la pénétration d'une substance étrangère. L'état d'activation des macrophages est donc une mesure de la réponse immunitaire naturelle de l'hôte. Les probiotiques stimuleraient l'activation des macrophages. (Herich et Levkut, 2002). L'administration orale de *Lactobacillus acidophilus* et *Bifidobacterium bifidum* active les macrophages (cité par Salminen et al, 1998).

#### III.2.4.2 Effets sur les cellules impliquées dans les mécanismes de réponses immunitaires spécifiques :

Le système immunitaire spécifique comprend en fait deux systèmes : l'un agit par l'intermédiaire des anticorps sécrétés par les lymphocytes B (immunité humorale) et l'autre agit par l'intermédiaire direct des lymphocytes T (immunité à médiation cellulaire). Les deux systèmes communiquent entre eux par l'intermédiaire de substances chimiques telles que les interleukines.

L'augmentation de la réponse immunitaire spécifique provoquée par les probiotiques se traduit par une activation des lymphocytes T et B, provoquant une augmentation du taux d'interleukines et des anticorps circulants (IgM et IgG) et augmente les IgA à la surface de la paroi intestinale (Corpet, 2000 ; Mercenier et al, 2002; Herich. et Levkut, 2002; O'Sullivan et al, 2005).

De nombreuses études ont démontré que la colonisation bactérienne influence le développement des fonctions immunitaires intestinales et systémiques ; Un effet bénéfique des bactéries lactiques et tout particulièrement du mélange probiotique qui contient des (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium*, *Candida pintolepesii*, *Aspergillus oryzae*), a été observé pour l'amélioration de la réponse immunitaire chez les oiseaux vaccinés contre la grippe aviaire (Ghafoor et al., 2005). D'autres effets ont été évalués avec un probiotique contenant 09 souches (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaris*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *Candida pintolepesii* et *Aspergillus oryzae*) ; où ont montré une différence significative versus le lot témoin concernant le titrage d'anticorps pour la maladie de Gumboro ainsi que le poids de la rate et la bourse de Fabricius (Kabir et al, 2004).

### III.2.4.3 Effet sur le système immunitaire sécrétoire :

La présence des micro-organismes probiotiques favoriserait la production d'anticorps, notamment des IgA sécrétoires dans la lumière intestinale. Directement en contact avec l'antigène présent dans le contenu digestif les IgA sont importantes dans le tractus digestif ; elles font partie, comme au niveau des appareils respiratoire et génital, des premières défenses de l'organisme contre l'infection. Les IgA peuvent inhiber l'adhésion des bactéries pathogènes à la surface des muqueuses (Sanders, 1999 ; Isolauri et al, 2001) :

- En agglutinant les bactéries.
- En se fixant sur les adhésines qui sont les facteurs d'adhésion présents à la surface des bactéries.
- En interférant avec les interactions adhésines/récepteurs cellulaires.

### III.2.4.4 La barrière intestinale et l'action des probiotiques :

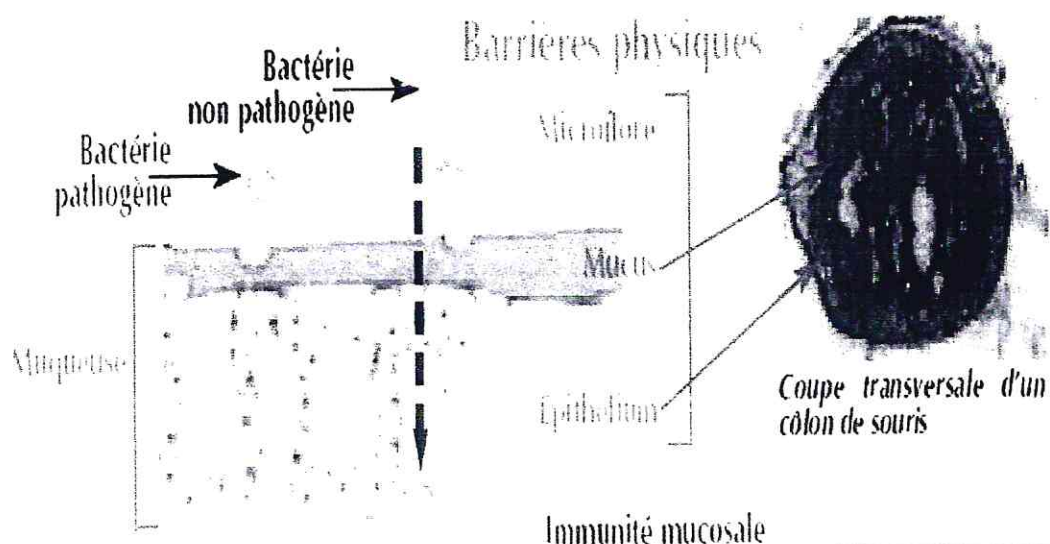
L'altération de la perméabilité intestinale (fonction barrière) causée par une infection, toxines ou autre facteur favorise un transfert aberrant d'antigènes (Y compris la microflore locale) à travers l'intestin en engendrant des réponses immunitaires inappropriées (réactions inflammatoires ou auto-immunes).

Plusieurs probiotiques ont chez l'animal un effet favorable, à l'instar de la flore commensale, sur la fonction barrière de l'intestin, augmentant la résistance transépithéliale et diminuant la perméabilité notamment aux macromolécules. Selon (Lan et al, 2004) la consommation du *Lactobacillus agilis* JCM 1048 et *Lactobacillus salivarius subsp salicinus* JCM 1230 s'accompagnait d'une élévation significative des comptes de lactobacilles dans le jéjunum et les cæcums.

D'après. (Hoebler .C. et Nicol.G. 2004):

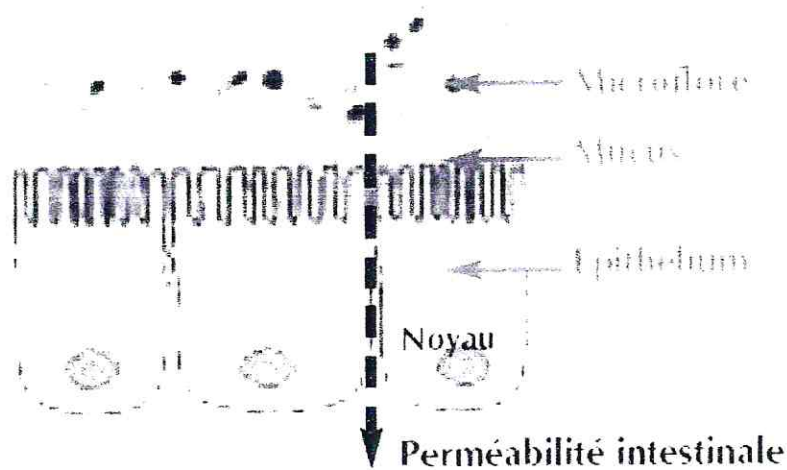
- Certaines souches bactériennes sont capables de stimuler la sécrétion de mucus. Les mucines pourraient empêcher l'adhésion de bactéries pathogènes sur l'épithélium (Figure 5).

**Figure 5** : Schéma de la barrière Intestinale. . (Hoebler .C. et Nicol.G. 2004).



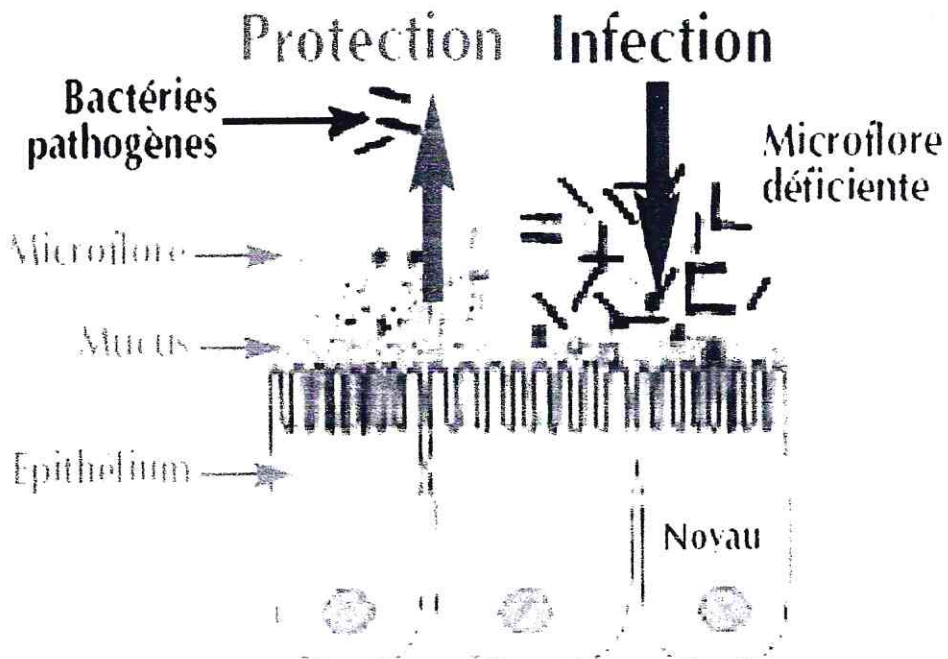
- Certains probiotiques produisent des métabolites qui permettent de renforcer la perméabilité épithéliale ou de restaurer une perméabilité déficiente (figure 6).

**Figure 6 :** Effets des probiotiques sur les barrières physiques.  
(Hoebler .C. et Nicol.G. 2004).



- Certaines bactéries probiotiques ont une action protectrice en limitant la colonisation, la reproduction et l'adhérence de bactéries pathogènes (figure 7).

**Figure 7 :** Effets des probiotiques sur la microflore. (Hoebler .C. et Nicol.G. 2004).



## CHAPITRE IV: LES MICROORGANISMES UTILISES COMME PROBIOTIQUES

Les principaux microorganismes probiotiques connus à ce jour sont des bactéries (*Lactobacilles*, *bifidobactéries*, *propionibactéries*, *Escherichia coli* et *entérocoques*) et des levures (*Saccharomyces boulardii*) (tableau 6).

**Tableau 6** : principaux microorganismes utilisés comme probiotiques (*Coppola et Turnes, 2004*), Cité par CHAFAI.S 2006.

Lactobacillus	Bifidobactérium	Autres bactéries lactiques	Autres
<i>L. acidophilus</i>	<i>Bf. adolescentis</i>	<i>Enterococcus Faecalis</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>L. amylovirus</i>	<i>Bf. animalis</i>	<i>Enterococcus Faecium</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>L. casei</i>	<i>Bf. bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>propionibacterium freudenreichii</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>Bf. breve</i>	<i>Leuconstoc mesenteroides</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. delbrueckii Bulgaris</i>	<i>Bf. infantis</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. gallinarum</i>	<i>Bf. lactis</i>	<i>Sporolactobacillus Inulinus</i>	
<i>L. gasseri</i>	<i>Bf. longum</i>	<i>Streptococcus termophilus</i>	
<i>L. johnssonii</i>			
<i>L. paracasei</i>			
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. rhamnosus</i>			

## **IV.1 CRITÈRES DE SELECTION DES SOUCHES PROBIOTIQUES :**

La majorité des définitions des probiotiques insistent sur le fait qu'un microorganisme probiotique doit obligatoirement être viable pour parvenir à l'occupation de son site d'action et par suite exercer ses biens faits. En (figure 8 pages 27 – 28) sont recensés les différents critères nécessaires à la sélection de souches pouvant être utilisées comme probiotiques.

### **IV.1.1 Choix de microorganismes :**

La première étape essentielle réside dans le choix du micro-organisme. Celui-ci doit être exempt de toute pathogénicité.

Toutefois ce genre de risque est pratiquement inexistant du fait que les microorganismes probiotiques ont trouvé de nombreuses applications dans l'industrie agroalimentaire (ces souches sont incorporées dans les yaourts, les dérivés lactés, les boissons, les fromages, les desserts réfrigérés et même le lait non fermenté) et ne présentent aucun danger pour l'homme, les animaux ou l'environnement. (Gournier, C .et al1994).

### **IV.1.2 Résistance aux conditions rencontrées au cours du transit digestif:**

Les bactéries probiotiques pour être efficaces doivent parvenir vivantes au site de leur action, à savoir l'intestin, et donc résister aux différents mécanismes de défense de l'hôte. Les bactéries étant administrées par voie orale, il est nécessaire qu'elles franchissent les obstacles majeurs du transit digestif : Elles doivent donc résister aux enzymes présents dans la cavité buccale dont la principale est le lysozyme, au pH acide de l'estomac dû à la présence de forte concentration d'acide chlorhydrique, aux sucs pancréatiques et aux concentrations de bile et de mucus présentes dans l'intestin grêle (Gournier, C .et al1994).

### **IV.1.3 Colonisation du tractus digestif et adhésion aux cellules intestinales :**

Il est intéressant que les souches probiotiques puissent adhérer aux cellules de la paroi intestinale, ceci facilitant une bonne colonisation du tube digestif par le probiotique. Mais les testes in vitro proposés pour étudier l'adhésion des bactéries à des cellules sont encore très controversés : ils seraient éloignés des conditions in vivo. Dans certains cas, il n'existe aucun lien entre l'adhésion in vitro de souches et leur adhésion in vivo à l'épithélium intestinal.

De plus, actuellement, de nombreux auteurs auraient mis en évidence le fait que les bactéries probiotiques ne pourraient pas coloniser de façon permanente l'intestin des animaux : pour être efficaces elles doivent être administrées en continu ou semi continu et à forte doses, dès l'arrêt de la supplémentation, l'hôte va retrouver lentement sa microflore intestinale d'origine. (Gournier, C .et al1994).

#### IV.1.4 Activités antimicrobiennes :

Les bactéries probiotiques doivent essentiellement jouer deux rôles au niveau du tractus digestif : améliorer la digestibilité de la ration alimentaire et maintenir de bonnes conditions sanitaires. L'activité antimicrobienne des lactobacilles (*Lactobacillus acidophilus*, *Lb. plantarum* et *Lb. brevis*) et *Bacillus subtilis* ATCC 6633 a été prouvé in vitro contre deux pathogènes entériques : *Escherichia coli* et *Salmonella typhimurium*. L'effet inhibiteur de *Lactobacillus fermentum* sur *E. coli*, *S. typhimurium* et *S. aureus* avait été démontré. Il est donc important que ces bactéries soient capables d'inhiber le développement des germes indésirables :

- soit par la production de substances antagonistes de type bactériocines ou autres tels que les acides organiques et le peroxyde d'hydrogène,
- soit en empêchant l'adhésion des germes pathogènes aux cellules de la paroi intestinale. (Gournier, C .et al1994).

#### IV.1.5 Viabilité et stabilité des microorganismes :

C'est peut être, un des critères de sélection les plus important car les caractéristiques des souches ne doivent pas disparaître durant les procédés de production, de conservation et de distribution du probiotiques.

Les produits probiotiques sont, pour la plupart, sous formes de poudres ou de granulés. La fabrication nécessite la mise en oeuvre de procédés souvent néfastes pour la survie des bactéries tels que la lyophilisation, l'atomisation, les étapes de centrifugation. Les aliments pour animaux sont souvent sous forme de granulés. Les produits probiotiques sont incorporés à l'aliment avant sa granulation. Ce procédé de fabrication nécessite des températures de 60°C à 80°C et des pressions importantes qui peuvent avoir des conséquences dramatiques sur la viabilité des micro-organismes. Dans certains cas il est même impératif de protéger les souches probiotiques pour assurer leur survie au cours des différentes étapes de fabrication. Ainsi certaines bactéries sont micro encapsulées ou enrobées.

Des études sur la viabilité des souches au cours de la fabrication sont nécessaires car actuellement il est impossible de déterminer si les bactéries probiotiques sont capables *in vivo* d'adhérer aux cellules épithéliales de l'intestin et de se multiplier. Le produit probiotique doit donc être amené en continu et massivement de façon à pouvoir entrer en compétition avec la flore intestinale. La stabilité des produits probiotiques dépend des conditions de stockage (température, humidité et autres.), du conditionnement et de la durée de stockage. Les études de la viabilité des souches au cours du processus de fabrication sont nécessaires afin de déterminer la date limite d'utilisation du produit sans diminution ou perte de ses propriétés.

Il est également important de mettre en place un système de contrôle de qualité tout au long de la fabrication des produits probiotiques : ceux-ci peuvent être facilement contaminés par des micro-organismes indésirables, surtout dans le cas de fabrication des probiotiques par des processus de fermentation peu ou non contrôlés. (Gournier, C .et al1994).

#### **IV.1.6 Résistance des micro-organismes probiotiques aux additifs alimentaires et aux antibiotiques :**

Etant donné que les bactéries probiotiques sont essentiellement administrées par incorporation à l'aliment, il est judicieux d'étudier la tolérance des souches aux additifs alimentaires tels que les antibiotiques facteurs de croissance. Cela permet de savoir si la souche probiotique peut être incorporée dans des aliments contenant certains additifs. Dans certains cas, il est possible de combiner le probiotique avec un traitement antibiotique dans le but d'obtenir de meilleurs résultats. Ainsi, l'addition de ferments lactiques combinés avec un traitement antibiotique (spiramycine ou bacitracine) chez des veaux renforce le pouvoir facteur de croissance des antibiotiques et améliore les performances zootechniques des animaux. L'étude de profil de résistance des souches probiotiques aux principaux antibiotiques thérapeutiques utilisés en élevage est aussi important à réaliser, cela permet de déterminer s'il est impossible d'effectuer une antibiothérapie en même temps que l'administration du probiotique. (Gournier, C .et al1994).

#### **IV.1.7 Essais *in vivo* :**

Afin que l'étude soit complète, des expériences *in vivo* doivent être mises en place. Le produit probiotique doit avoir une efficacité indiscutable :

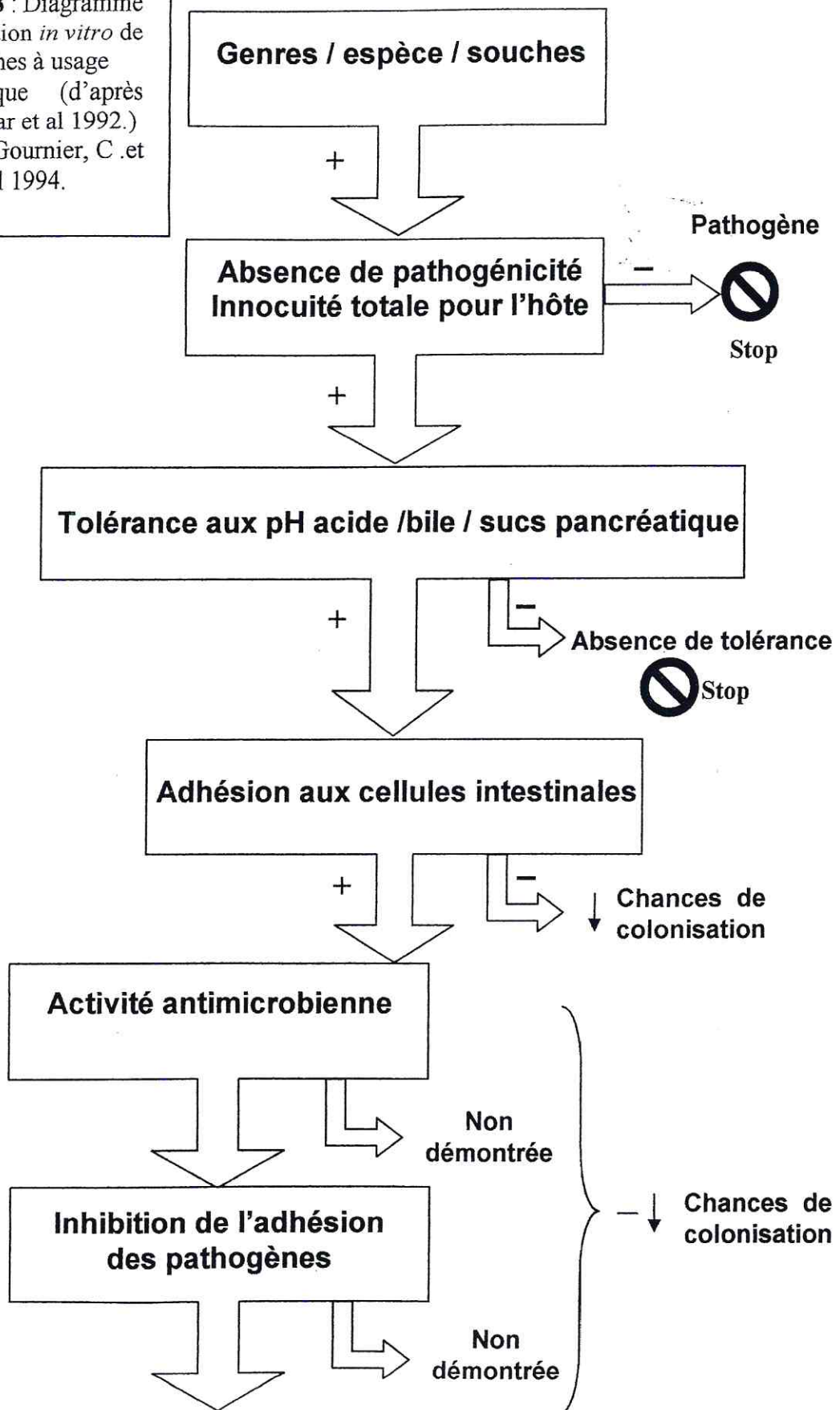
- Il doit améliorer les performances zootechniques : appétit, vitesse de croissance, indice de consommation et autres.
- Il doit également prévenir et éventuellement enrayer les troubles digestifs surtout aux périodes critiques d'élevage : sevrages, changement de régimes alimentaires, rations intensives, transport, surcharges des locaux et autres.
- Il doit être économiquement comparatif en comparaison des autres additifs ou en cumul avec ces derniers.

Les expérimentations *in vivo* doivent être conduites de façon rigoureuse et dans des conditions expérimentales parfaitement définies.

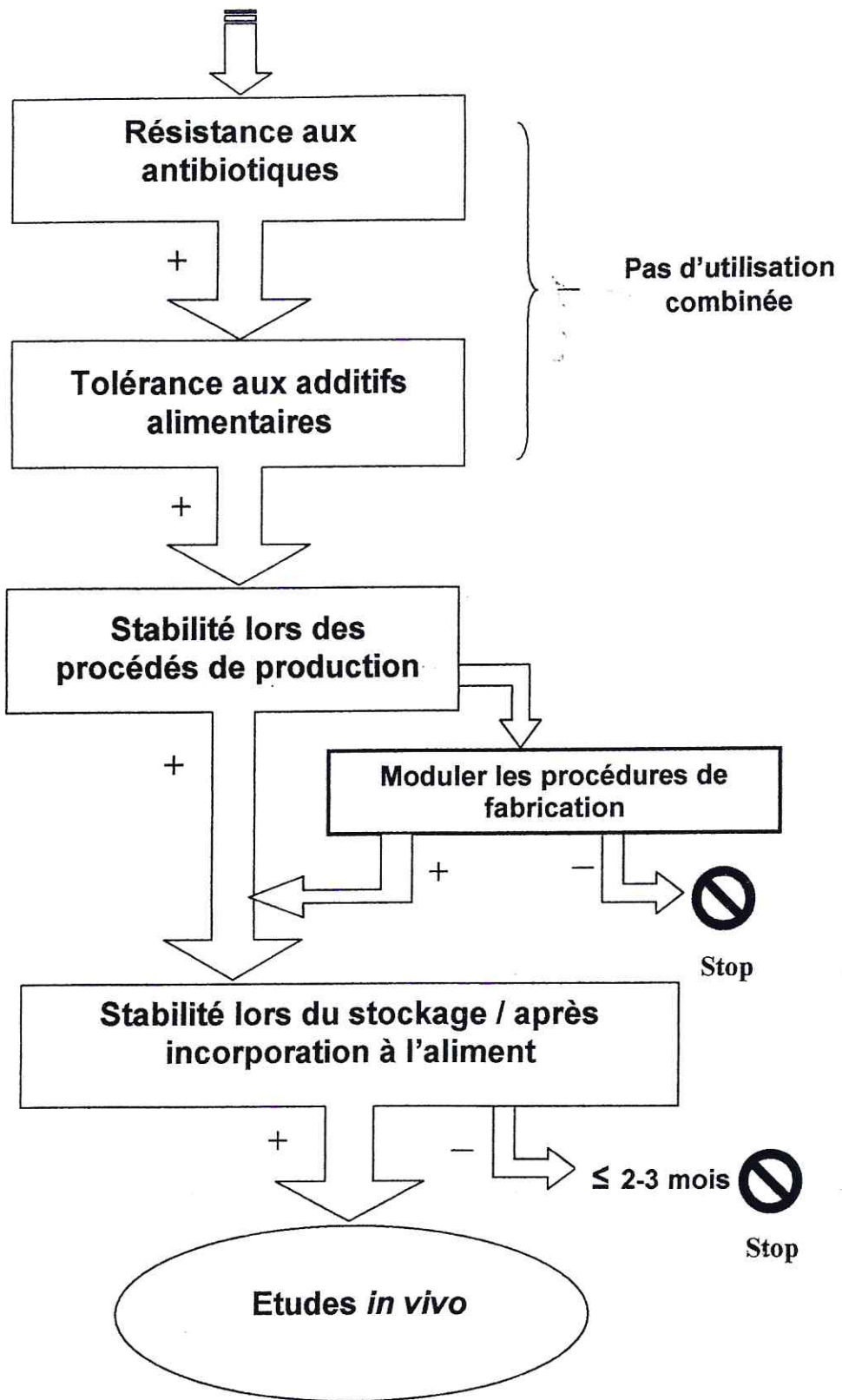
Ainsi, elles permettront :

- De vérifier la persistance des critères et l'efficacité du probiotique ;
- De déterminer la dose optimale d'incorporation du probiotique à la ration alimentaire ;
- De mieux comprendre par quels mécanismes d'action les probiotiques améliorent la digestion et l'hygiène intestinale. (Gournier, C .et al1994).

**Figure 8** : Diagramme de sélection *in vitro* de souches à usage probiotique (d'après Havenaar et al 1992.) cité par Gournier, C. et al 1994.







## IV.2 LES BACTERIES LACTIQUES ET LEUR ACTION PROBIOTIQUE :

Les bactéries lactiques comptent parmi les principaux probiotiques. Leur nom générique vient du fait qu'elles ont la propriété de produire de l'acide lactique.

Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram-positif qui regroupent 12 genres bactériens dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus* (Drouault et Corthier, 2001 ; Salminen et al, 1998). Ces bactéries peuvent avoir des formes de bâtonnet ou de coque, sont immobiles et ne sporulent pas. Elles ont également un métabolisme aérobie facultatif et ne produisent pas de catalase. Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique (Sanders, 2001; Fooks et Gibson, 2002). Certaines sont dites homo-fermentaires car elles produisent très majoritairement de l'acide lactique alors que d'autres sont dites hétéro-fermentaires et produisent de l'acide lactique en même temps que d'autres composés (acétate et éthanol en général) (Sillanpaa, 2001; Fooks et Gibson, 2002; Klaenhammer et al, 2002; Beasley, 2004). Cité par CHAFAI.S 2006. /

Pour les animaux de ferme, de nombreuses variétés de préparations probiotiques sont mises sur le marché. Le but recherché est souvent la stimulation de la croissance et la prévention des maladies et en particulier les diarrhées.

Les bactéries lactiques possédant des propriétés antitumorales qui pourraient être dues à : (Sanders, 1999 ; Brady et al, 2000; Salminen, 2001; Chukeatirote, 2003), cité par CHAFAI.S 2006.

- L'inactivation ou l'inhibition des composés carcinogènes dans le tractus gastro-intestinal.
- A la stimulation de la réponse immunitaire.
- A la réduction des activités enzymatiques des bactéries intestinales telles que la  $\beta$ -glucuronidase, l'azoréductase et la nitroréductase qui convertissent des précarcinogènes en carcinogènes. Les *Lactobacillus* retarderaient, par exemple chez le rat, la formation de tumeur du colon (Suvana et Boby, 2005).

Grâce à l'action qu'elles ont sur le système immunitaire, les bactéries lactiques pourraient être utilisées :

- A des buts préventifs dans les infections intestinales.
- Comme protection contre d'autres dommages impliquant le système immunitaire.

### IV.3 LES BIFIDOBACTERIES ET LEUR ACTION PROBIOTIQUE :

D'après (Larpent JP.1994) les bifidobactéries sont des bâtonnets aux formes variées dont la plus caractéristique est une forme en Y. Les bifidobactéries sont non sporulées, à Gram-positif, hétéro-fermentaires, anaérobies strictes.

Ces bactéries produisent de petites quantités d'acide formique, d'éthanol et d'acide succinique. Toutes les souches accumulent le peroxyde d'hydrogène qui est réduit par le NADH peroxydase.

Les enzymes intracellulaires de Bifidobactérium pourraient également dégrader les sites d'adhésion spécifiques des bactéries pathogènes ou de leurs toxines. Quelques souches sont capables de résister à l'acidité gastrique. Les bifidobactéries influencent la maturation et le cycle de développement des entérocytes. Ils sont impliqués dans le remplacement des mucines intestinales et auraient une action immunogène.

Sur le plan nutritionnel, les Bifidobactérium apportent des vitamines (B1, B6, B12 et PP), des acides aminés (alanine, valine, acide aspartique et thréonine) et produisent de l'acide L-lactique assimilable. Cité par CHAFAI.S 2006.

### IV.4 LES LEVURES ET LEUR UTILISATION COMME PROBIOTIQUES :

Les levures sont des champignons chez lesquels la forme unicellulaire est prédominante. Les cellules végétatives peuvent être sphériques, ovoïdes, allongées, cylindriques, apiculées, ogivales ou en forme de citron. La taille cellulaire varie de 2-3 µm de long à 20-50 µm. la largeur des cellules est de 1 à 10 µm. Le mode de reproduction végétative le plus courant chez les levures est le bourgeonnement.

Depuis de nombreuses années, les levures sont également utilisées en additifs alimentaires chez les animaux pour améliorer les performances zootechniques et comme régulateur de la flore intestinale chez l'homme. Ils induisent des effets positifs en termes de performances de productions chez plusieurs espèces des ruminants et monogastriques, mais ne peuvent pas coloniser le tractus digestif.

Les levures utilisées comme probiotiques sont des souches de *Saccharomyces cerevisiae*. Une souche bien déterminée de cette levure est dénommée *Saccharomyces boulardii* (Rolfe, 2000; Toma et al, 2005), cité par CHAFAI.S 2006.

Chez les monogastriques, les principaux effets de la supplémentation en levures sont (Auclair, 2001), cité par CHAFAI.S 2006 :

- La stimulation des di-saccharidases à bordure en brosse, créant un milieu riche en protéines et en vitamines, principalement en vitamines du groupe B (il s'agit de l'une des plus importantes sources naturelles de thiamine, une vitamine du groupe B qui est essentielle au métabolisme des hydrates de carbone et des gras) (Kung, 2001 ; Auclair, 2001).
- L'effet anti-adhésion contre les pathogènes, la stimulation de l'immunité non spécifiques et spécifique, l'inhibition de l'action des toxines et l'effet antagoniste contre les microorganismes pathogènes.
- Stimulation de la réponse immunitaire. (Coppola et Turnes, 2004).

## CHAPITRE V : EFFICACITÉ DES PROBIOTIQUES CHEZ LE POULET ET QUELQUES EFFETS THÉRAPEUTIQUES CHEZ L'HOMME.

### V.1 EFFICACITÉ DES PROBIOTIQUES CHEZ LE POULET DE CHAIR:

#### V.1.1 Efficacité sanitaire des probiotiques :

Leur efficacité première se situe au niveau de l'aspect sanitaire. Les probiotiques exercent des activités antibactériennes contre diverses bactéries pathogènes et notamment contre les microorganismes fréquemment responsables d'infection chez les poulets : *Salmonella sp*, *Compylobacter*, *Escherichia coli*. (Gournier, C .et al1994).

De nombreuses expériences confirment les effets des souches probiotiques, notamment les *lactobacillus* contre les souches d' *Escherichia coli* et *Salmonella* et aussi le coccidiose :

- Les résultats obtenus (*tableau 7*) ont montré une réduction des symptômes chimiques ainsi qu'une croissance améliorée chez les animaux recevant le probiotique. En focalisant l'étude sur la période correspondant au cycle de développement des parasites, l'effet à été reproduit avec les écarts statistiquement significatifs entre les performances des animaux traités, et celles des témoins, cette efficacité est cependant inférieur à celle obtenue avec les antiparasitaires, par ailleurs, le probiotique n'a eu aucun effet sur le portage salmonellique. (Guillot JF.1998) cité par SAIS .M 2003.

**Tableau 7 :** Efficacité d'une souche de *Bacillus* sur le poids de poulets atteints de coccidiose. (Guillot JF.1998).

Inoculation	Poids des animaux (g)		
	Témoins	Bacillus	différence
Monoxénique à <i>Salmonella typhimurium</i> (Stm)	262	408	146
Gentoxéniques+10 <sup>2</sup> Stm/poulet + <i>Emeria ténella</i>	278	520	242
Gentoxéniques + 10 <sup>7</sup> Stm/poule	312	517	196

L'administration de *Lactobacillus salivarius* A23 à des poussins nouvellement éclos permet d'augmenter le poids et de diminuer le taux des pathogènes (coliformes) et augmenter le taux des lactobacilles dans le jabot dès le premier jour d'administration. Par contre, aucune diminution significative n'a été observée au niveau du cæcum. Ceci signifie que le probiotique agit essentiellement au niveau du jabot (Zacconi et al, 1999) cité par CHAFAI.S 2006.

- L'administration de La microflore cæcale permet de protéger les animaux contre des infections par des souches de *Salmonella Typhimurium* et *S. Enteritidis* (Andreatti Filho et al, 2000) cité par CHAFAI.S 2006.
- D'autres bactéries que les lactobacilles ont un effet probiotique. Tel est le cas d'*Enterococcus faecium* souche J96 isolé de l'intestin d'une poule. Cette souche réduit le taux de croissance de *Salmonella Pullorum*, *Gallinarum*, *Typhimurium* et *Enteritidis* in vitro. L'administration de 109 UFC de cette souche à des poussins de 30 h leurs permet de survivre à un challenge 24 h plus tard avec 105 UFC de *Salmonella Pullorum*. cité par CHAFAI.S 2006.
- Il y a également des rapports concernant l'emploi de mélanges de différentes souches ; *Lactobacillus Salivarius* et *Lactobacillus Plantarum* inhibent in vitro *Escherichia coli* et *Salmonella Typhimurium* (Murry et al, 2004). Ainsi il a été rapporté récemment que la croissance de *Salmonella Enteritidis* était fortement réduite in vitro en présence d'un mélange des *Lactobacillus Crispatus* et de *Clostridium Lactatifermentans* à pH 5.8. En revanche, l'administration simultanée de *Salmonella Enteritidis* et *Lactobacillus salivarius* souche CTC2197 par voie orale à des poussins d'un jour a permis une élimination complète des Salmonelles après 21 jours (Pascual et al, 1999) cité par CHAFAI.S 2006.
- *L. salivarius* additionné au suspension fécale affecte positivement le poids des poussins et l'exclusion compétitive des Salmonelles (Zacconi et al, 1999). De la même façon une suspension feacale permet de protéger les poussins contre une colonisation par les souches : *Salmonella Typhimurium*, *S. Agona*, *S. Infantis*, *S. Enteritidis* (Oliveira et al, 2000 ; Denis et al, 2004) cité par CHAFAI.S 2006.

Il est évident que la microflore complexe du cæcum d'un adulte exerce une action protectrice contre la colonisation des bactéries pathogènes de type *E coli*, *Salmonella* et *Campylobacter*. Par contre, chez les poussins l'infection par des bactéries pathogènes est beaucoup plus fréquente du faite que la flore intestinales n'est pas complètement établie. De plus, les poussins étant séparés de leur mère dès leur éclosion, ils n'ont pas la possibilité d'acquérir la microflore protectrice maternelle. Tout ceci met l'accent sur l'intérêt d'utiliser des probiotiques en aviculture. (Gournier, C .et al1994).

Ces expériences montrent qu'il serait possible de réaliser, dès l'éclosion chez des poussins, une colonisation dirigée du tube digestif des animaux avec des souches probiotiques à fort pouvoir inhibiteur plutôt que de laisser s'installer naturellement une flore lactique quelconque apportée par l'environnement.

## V.1.2 Efficacité zootechnique :

Chez l'animal, l'efficacité zootechnique revendiquée des probiotiques est souvent par l'amélioration de la croissance (GMQ), de l'indice de consommation (IC), et de l'état sanitaire voire du bien être des animaux établis par la réduction de la fréquence des diarrhées ou de la mortalité durant certaines phases critiques d'élevage: stress alimentaires (changement de régime alimentaire, rations riches en concentré), stress sanitaires (densité des animaux...). En matière de productivité, les données publiées font apparaître une variabilité importante de la réponse animale pour le GMQ et pour l'IC, la réponse relative étant d'autant plus marquée que les conditions nutritionnelles et sanitaires sont médiocres (*Edens, 2003*) cité par *CHAFAI.S 2006*.

### V.1.2.1 Les souches probiotiques du point de vue performances zootechniques :

Depuis une quinzaine d'années, de nombreux essais ont été menés en élevage pour évaluer l'efficacité et l'intérêt des probiotiques.

- En présence des lots témoins chez les volailles, certaines divergences apparaissent (tableau 8), l'effet observé favorise le gain de poids ou l'indice de consommation ou, au contraire, est défavorable dans quelques cas, encore que les différences observées soient fréquemment non significatives, lors d'effet positif sur la croissance, celui-ci est faible et généralement inférieur à celui observé avec les antibiotiques. (*Bougon M, et al 1987 ; Wolter, R, 1987*) cité par *SAIS .M 2003*.

**Tableau 8** : Efficacité de quelques probiotiques chez les volailles. (*Bougon et al, 1987 ; Wolter et al, 1987*)

Bactéries	volailles	Age d'administration (jours)	Durée (jours)	Témoin (%)	
				GMQ	IT=1/IC
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Poussins.	1	28	-5.1	5.1
	Poussins.	1	21	-0.4	-3.3
	Poussins.	1	49	2.3	0
	Poules.	152	210	3.8	3.3
	Dindes.	28	112	5.8	2.2
<i>Lactobacillus</i> (mélange)	Poussins	1	43	2.3	nd
<i>Bacillus toyoi</i>	Poussins	1	43	1.6	nd
<i>Streptococcus faecium</i>	Poussins	1	35	1.6	-3.5
<i>Streptococcus faecium</i> (SF68)	Poussins	1	43	2.7	nd

- *Guillot J.F. et al (1998)* a étudié l'effet sur la croissance du poulet d'une souche d'*Enterococcus*, les résultats présentés dans le (tableau 9), montrent que la souche de *Bacillus* améliore la croissance des animaux d'environ 1.5% contre 2.1% pour les bacitracine (témoin positif), alors que la souche d'*Enterococcus* a réduit la croissance d'environ 1.7%. (cité par SAIS .M 2003).

**Tableau 9** : Efficacité de souches de *Bacillus* et d'*Enterococcus* sur la croissance du poulet. (*Guillot J.F. 1998*).

Aliment	Performances à 24 jours					
	Poids vif (g)		IC		Mortalité	
Lots	Bacillus	Enterococcus	Bacillus	Enterococcus	Bacillus	Enterococcus
Témoin granulé	1900	1928	1.85	1.84	2.5	2.1
Témoin farine	1773	1807	1.88	1.89	1.6	1.2
Lot bacitracine	1811	1828	1.88	1.87	2.3	1.9
Lot probiotiques ou <i>Enterococcus</i>	1799	1775	1.88	1.93	2.7	1.6

L'administration d'une souche d' *Enterococcus faecium M-74*, à des poussins durant 06 semaines améliore les performances zootechniques des animaux par rapport au groupe témoin : le poids final est de 2168,25g et un IC est de 2.02 pour le lot traité contre 1956,10g et 2.16 pour le lot témoin ( $P < 0.01$ ). (*Ivanković et al, 1999*) cité par CHAFAI.S. 2006.

L'addition d'un probiotique, à base d' *Enterococcus faecium M-74*, à l'eau de boisson (3g/100L) des poussins durant 06 semaines améliore la croissance des animaux de 10.8% par rapport au lot témoin. (*Kralik et al, 2004*), cité par CHAFAI.S 2006.

*Yeo et Kim, (1997)* ont étudié sur des poussins les effets zootechniques d'une souche de *Lactobacillus casei* : gain de poids, indice de consommation, activité d'uréase intestinal. La ration des poussins est supplémentée avec : la souche de *Lactobacillus casei* (lot expérimental), un antibiotique, extrait de yucca, ou n'est pas de tout supplémentée (lots témoins). Les résultats montrent que l'addition d'un probiotique favorise l'amélioration de gain moyen quotidien durant les 3 premières semaines avec diminution de taux d'uréase intestinales comparativement aux autres lots. (Cité par CHAFAI.S. 2006).

D'autres paramètres nutritionnels tel que l'activité des enzymes amylases sont également améliorés en présence des *Lactobacillus*. (*Jin et al, 2000*) cité par CHAFAI.S. 2006.

Un essai de supplémentation par la levure *Saccharomyces cerevisiae* a été conduit sur des poussins (4.108 UFC), la mortalité a été significativement diminuée dans le lot traité (*Karaoglu et Dardug, 2005*) cité par CHAFAI.S 2006.

L'addition de jus de rumen lyophilisé augmente le poids des poulets de chair et améliore la conversion d'aliment (*Kuçukersan et al, 2002*) cité par CHAFAI.S 2006.

## V.2 QUELQUES EFFETS THERAPEUTIQUES CHEZ L'HOMME :

Les *Lactobacillus* et les *Bifidobactérium* sembleraient avoir un rôle bénéfique sur la santé de l'homme. Ils seraient efficaces dans les traitements de nombreux désordres digestifs ; diarrhées, flatulence, constipation, colites, gastroentérites. Mais ils auraient également une action sur d'autres troubles: tumeurs, taux de cholestérol élevé. (*Larpen JP. 1994*) cité par Gournier, C .et al1994.

### V.2.1 Effet sur le taux de cholestérol:

Un taux élevé de cholestérol dans le plasma est souvent associé à l'apparition de maladies cardiovasculaires. De nombreuses substances médicamenteuses sont utilisées pour réduire le taux de cholestérol, mais il est préférable de pouvoir utiliser des agents non pharmaceutiques. Aussi, un grand nombre d'études a été effectué en utilisant les probiotiques pour déterminer si ces derniers possèdent des propriétés permettant de diminuer le taux de cholestérol sanguin.

Des essais ont été réalisés sur des porcs : les animaux sont nourris avec une alimentation riche en cholestérol de façon à en augmenter le taux sanguin. Lorsqu'une souche de *Lb. Acidophilus* est administrée aux animaux le taux de cholestérol sanguin est diminué par rapport aux animaux du lot témoin.

Des études *in vitro* ont montré que la souche de *Lb. Acidophilus* pouvait assimiler le cholestérol présent dans le milieu de culture. Ces résultats laissent supposer que la souche bactérienne utilisait le cholestérol présent dans la lumière intestinale, réduisant ainsi son absorption dans le système sanguin.

De la même manière, *Hepner et ses collaborateurs (1979)* ont mis en évidence une diminution de taux de cholestérol chez des volontaires humains dont l'alimentation est supplémentée avec des yaourts.

L'administration de laits fermentés contenant une grande quantité de *Bifidobactérium* ( $10^9$  U.F.C Ig) a des patients ayant un taux de cholestérol élevé permet de diminuer la quantité totale de cholestérol de 3 à 1,5 g/l. (*Gournier, C .et al1994*).



## V.2.2 Activité anticancérigène:

Certaines bactéries utilisées comme probiotiques, les *Lactobacillus*, possèderaient même une activité anticancérigène (*Fernandes C.F., Shahani K.M. 1990*).

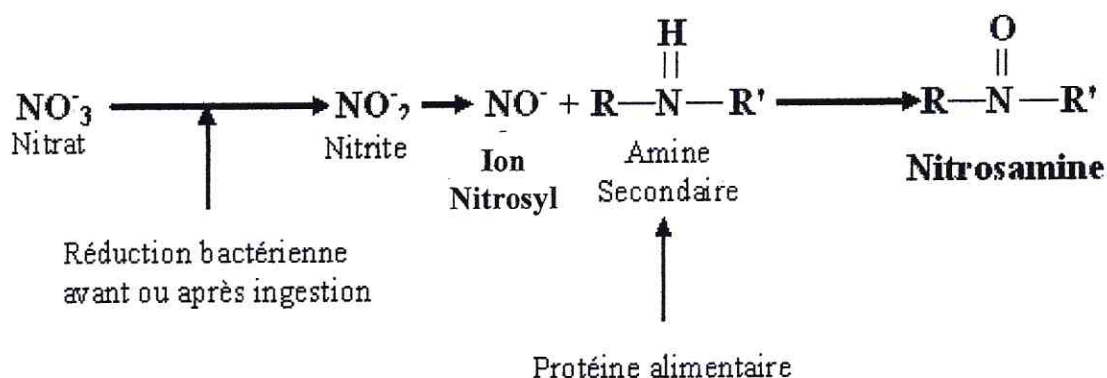
D'après *Fernandes C.F., Shahani K.M. (1990)* les propriétés anticancérigènes de ces souches bactériennes peuvent être classées en 02 catégories :

### V.2.2.1 La prévention de l'initiation d'un cancer:

Les souches lactiques agissent sur la prévention de l'initiation d'un cancer :

Soit en détruisant des substances précancérigènes présentes dans l'organisme telles que les nitrosamines (*Gournier, C .et al 1994*), les nitrates sont susceptibles d'être transformées en nitrite après action réductrice des bactéries intestinales (*figure 9 : S. Achache et J.P.Magnol 1983*).

Soit en inhibant des bactéries présentes dans le tractus digestif productrices d'enzymes telles que la  $\beta$ -glucosidase, la  $\beta$ -glucuronidase, l'azoréductase et la nitroréductase qui catalysent la conversion de substances précancérigène en substances cancérogènes. (*Gournier, C .et al 1994*).



**Figure 9 : Formation de Nitrosamine à partir de nitrates.**  
(*S. Achache et J.P.Magnol 1983*).

### V.2.2.2 La suppression des cellules tumorales:

La suppression des cellules tumorales a été obtenue aussi bien avec des *Lactobacillus* vivants qu'avec des cellules bactériennes mortes intactes ou des fragments cellulaires, le peptidoglycane, composant de la paroi bactérienne, est l'élément responsable de la suppression tumorale des polysaccharides exocellulaires et capsulaires isolés de bactéries lactiques joueraient un rôle important dans l'induction de l'activité anti-tumorale en augmentant l'immunité locale. C'est le cas d'un polysaccharide excrété par une souche de *Lb.helveticus* et du kéfirane qui est un polysaccharide produit par *Lb.kefiranofaciens*. Ces polysaccharides augmenteraient l'immunité de l'hôte en induisant l'activation des lymphocytes T mais pas celle des lymphocytes B.

Des souches de *Lb.bulgaricus* et *Str.thermophilus* inhibent la prolifération tumorale chez des souris ayant une tumeur (ascites d'Erlich). Le nombre de cellules tumorales est réduit de 23 à 35% chez les animaux traités avec les souches probiotiques comparativement au groupe témoin.

Les souches de *Bifidobacterium* possèderaient également des propriétés anticancérigènes. L'administration de *Bf.longum* à des souris empêche la formation de cancer du foie et, *Bf.longum* diminue la fréquence d'apparition des cancers du colon. Si la microflore intestinale des souris contient des *Clostridium paraputrificum*, des *Enterococcus faecalis* et des *Escherichia coli*, le nombre de tumeurs développées est plus faible en présence du probiotique.

Des expérimentations chez la souris avec *Bf.infantis* montrent que cette espèce bactérienne a une activité anticancérigène. (Gournier, C .et al1994).

## CHAPITRE VI : LES EXPERIMENTATIONS *IN VIVO*

### VI.1 CONDITIONS EXPERIMENTALES DES ESSAIS D'EFFICACITE ZOOTECHNIQUE:

#### VI.1.1 Choix des animaux:

Pour avoir des résultats comparables et statistiquement valables, les protocoles de mise en place d'essais *in vivo* doivent suivre certaines règles. Il est nécessaire d'utiliser, lors des études de l'efficacité alimentaire des probiotiques, des animaux :

- De même espèce (mêmes caractéristiques physiologiques) ;
- De même race (selon le but de l'élevage) ;
- De même âge ou de stade de développement identiques ;
- Des deux sexes en proportion égale.

Dans la pratique, les animaux doivent être parfaitement identifiés soit par lot, soit individuellement. Les principes statistiques de base devront être respectés. Il est important que :

- Les animaux composant les lots aient un potentiel génétique similaire qui s'exprimera lors de l'essai.
- La provenance des animaux soit bien indiquée. De préférence elle doit être la même. Mais certains essais sont basés sur l'étude de l'effet de la provenance des animaux sur certains paramètres.
- La densité de population (nombre d'animaux par m<sup>2</sup>) soit semblable entre les différents lots de l'essai.
- Le nombre d'animaux des lots témoin négatif, témoin positif, expérimental, soit égal.
- Le poids des lots soit équivalent au début de l'essai. (Gournier, C .et al 1994).

#### VI.1.2 Distribution des animaux:

L'essai d'efficacité zootechnique doit comporter de préférence :

- un lot « témoin négatif » : les animaux reçoivent la diète normale pour leur catégorie ;
- un lot « témoin positif » : les animaux reçoivent la même diète que le lot témoin négatif mais additionné d'un antibiotique facteur de croissance de pratique courante à la communauté européenne et qui a des résultats positifs démontrés ;
- lot « essai ou expérimental » : les animaux reçoivent la diète normale additionnée du probiotique à tester.

Au moins deux répétitions de l'expérience sont nécessaires pour avoir une représentation statistique valable des résultats. (Gournier, C .et al 1994).

### VI.1.3 Le probiotique et la ration alimentaire:

Lors des expérimentations *in vivo*, il est important de préciser pour le produit probiotique et pour la ration alimentaire :

- Leur date et lot de fabrication ;
- Leur date de péremption ;
- Leurs conditions de stockage ;
- La concentration en bactéries du probiotique et leur stade physiologique ;
- L'étude microbiologique de la ration alimentaire ;
- La composition du ratio alimentaire en accord avec les tables normalisées définies par l'INRA.

Les rapports des essais doivent mentionner les dates de début et de fin de l'expérience, les examens et les prélèvements pratiqués au cours des essais ainsi que les éventuelles interventions qui auront eu lieu.

Les lignes directrices de la C.I.I.A.A (1993) exigent d'évaluer les points suivants :

- Sécurité d'emploi pour l'espèce cible :
  - Leur risque toxicologique ;
  - Leur absence de pathogénicité ;
  - Leur risque à créer des facteurs de résistance chez les autres bactéries.
- Les risques pour le consommateur ingérant des denrées issues des espèces cibles :
  - Présence de résidus dans les denrées.
- Les risques pour les manipulateurs du produit :
  - Par inhalation ;
  - Cutanés.
- Les risques pour l'environnement. (Gournier, C .et al 1994).

### VI.1.4 L'environnement :

Le choix de l'endroit où se déroulent les essais est très important, car il faut éviter la contamination expérimentale. Tous les micro-organismes, qu'ils soient saprophytes, pathogènes ou probiotiques, sont véhiculés par l'air, les insectes, l'expérimentateur. Par conséquent, les animaux du lot expérimental doivent être séparés de ceux des lots témoins ; cela signifie qu'il faut placer dans deux locaux séparés, sans communication ni par l'air ni par l'eau, ni par le sol. Toutes les mesures prises pour éviter la contamination mutuelle des lots doivent être décrites en détail. En règle générale, les expérimentateurs utilisent deux locaux : un pour les lots témoins et un autre pour le lot expérimental. (Gournier, C .et al 1994).

### VI.1.5 Supplémentation, morbidité et mortalité:

Les animaux soumis à l'expérimentation doivent pouvoir exprimer tout leur potentiel. Il est nécessaire d'éviter des maladies qui ne pourront être contrôlées par la seule utilisation du probiotique. C'est pour cette raison que sont utilisés des coccidiostatiques surtout chez les volailles et des traitements antiparasites externes chez tous les animaux.

Les antibiotiques sont en général de forts inhibiteurs des micro-organismes probiotiques ; en cas de maladies qui nécessitent une antibiothérapie massive et que les souches probiotiques y sont sensibles, l'essai doit être considéré comme terminé. Par contre, si seule une partie des animaux est malade (1%) et s'il existe la possibilité de remplacer ces animaux par d'autres dans le même stade physiologique, l'expérience pourra continuer mais l'interprétation des résultats devra pénaliser le groupe ayant subi des modifications.

Lorsqu'il y a mortalité, les animaux morts sont enlevés et ne sont pas remplacés, selon la cause de mortalité, les animaux perdus sont considérés comme résultats négatifs ou comme pertes. Par exemple, les animaux morts par écrasements sont considérés comme pertes et non comme un résultat négatif de l'expérience. Par contre, les morts dus à des maladies infectieuses provoquées par des micro-organismes normalement inhibés par le produit probiotique, seront considérés comme un résultat négatif. (Gournier, C .et al1994).

### VI.1.6 Performances zootechniques et leurs mesures:

#### VI.1.6.1 Courbe dose/effet :

Cette courbe exprime la dose de bactéries probiotiques nécessaires pour provoquer un changement du point de vue zootechnique. (Gournier, C .et al1994).

#### VI.1.6.2 Mesures des performances zootechniques:

La mesure la plus simple et la plus utilisée, est le gain de poids moyen quotidien ou **G.M.Q.**

$$\text{GMQ} = \frac{\Delta \text{ poids (g)}}{\Delta \text{ temps (j)}} = \text{g/j}$$

Peut également être mesuré le gain de poids vif. Il est exprimé en % car il s'agit d'un rapport entre le poids augmenté (g) et le poids vif initial (g).

L'indice de consommation **I.C** est également un des éléments permettant de juger l'amélioration de performances zootechniques des animaux lors de l'administration de probiotiques. L'indice de consommation est défini de la manière suivante :

$$\text{I.C} = \frac{\text{Quantité d'énergie ingérée en unités fourragères (UF)}}{\text{Gain de poids vif (kg)}}$$

L'inverse de l'indice de consommation (1/I.C) est le taux de conversion ou indice de transformation (I.T) des aliments. Il indique le niveau d'assimilation des nutriments par l'animal. (Gourmier, C. et al 1994).

#### VI.1.6.3 Validité statistique des mesures:

Le degré de sensibilité statistique et biologique des résultats obtenus doit être calculé, mais un manque de sensibilité dans l'un des domaines n'implique pas l'insignifiance du résultat dans l'autre domaine. La sensibilité statistique du résultat doit être recherchée mais le fait de ne pas l'attendre ne veut pas dire que le résultat du point de vue biologique ou économique soit insignifiant. Par exemple, une augmentation continue du GMQ mais non significative statistiquement peut être rentable en aviculture. Par contre, une réduction statistiquement significative du pourcentage d'élimination des *salmonella* dans les fèces des volailles (de 90% à 30%) présente un intérêt réduit du point de vue de la santé publique. (Gourmier, C. et al. 1994).

## CHAPITRE VII : PARTIE EXPERIMENTALE.

### VII.1 INTRODUCTION :

Cet essai a été réalisé à la station expérimentale de l'institut technique d'élevage de BABA ALI (willaya d'Alger.)

Il s'agit d'un test de substitution des antibiotiques comme facteurs de croissance par des probiotiques dans l'alimentation du poulet de chair, et leur effet sur les paramètres zootechniques qui sont en général :

- Poids vif par phase et cumulé.
- Gain de poids par phase et cumulé.
- Consommation d'aliment par phase et cumulé.
- Indice de consommation par phase et cumulé.
- Taux de mortalité par phase et cumulé.
- Vitesse de croissance par phase et cumulé.

### VII.2 OBJECTIFS SCIENTIFIQUES :

- Une substitution totale des antibiotiques comme facteurs de croissance par un probiotique.
- Poursuivre toutes les étapes de l'expérience à terme pour détecter ce qui peut agir négativement sur l'efficacité du probiotique.
- Amélioration des paramètres zootechniques.

### VII.3 MATÉRIELS D' EXPERIMENTATION :

#### VII.3.1 Matériels biologiques :

L'essai a été fait sur 1400 poussins de chair de souche ISA JV.15, non sexés provenant du couvoir Dar El Beida (willaya d'Alger), réceptionnés à l'âge d'un jour. Pesés et répartis dans 14 parquets à raison de 100 sujets par lot. Ces animaux ont fait l'objet d'un essai de substitution d'antibiotique par un probiotique cultivé à partir de 02 souches bactériennes dans l'aliment.

Le tableau suivant montre le poids des poussins à l'âge d'un jour par lots.

**Tableau 10** : le poids des poussins (kg /lots).

Numéro du lot	Type de lot	Pesée des poussins (Kg)
01	Témoin	3.64
02	Expérimental	3.68
03	Témoin	3.60
04	Expérimental	3.56
05	Témoin	3.68
06	Expérimental	3.52
07	Témoin	3.56
08	Expérimental	3.54
09	Témoin	3.60
10	Expérimental	3.60
11	Témoin	3.66
12	Expérimental	3.62
13	Témoin	3.60
14	Expérimental	3.62

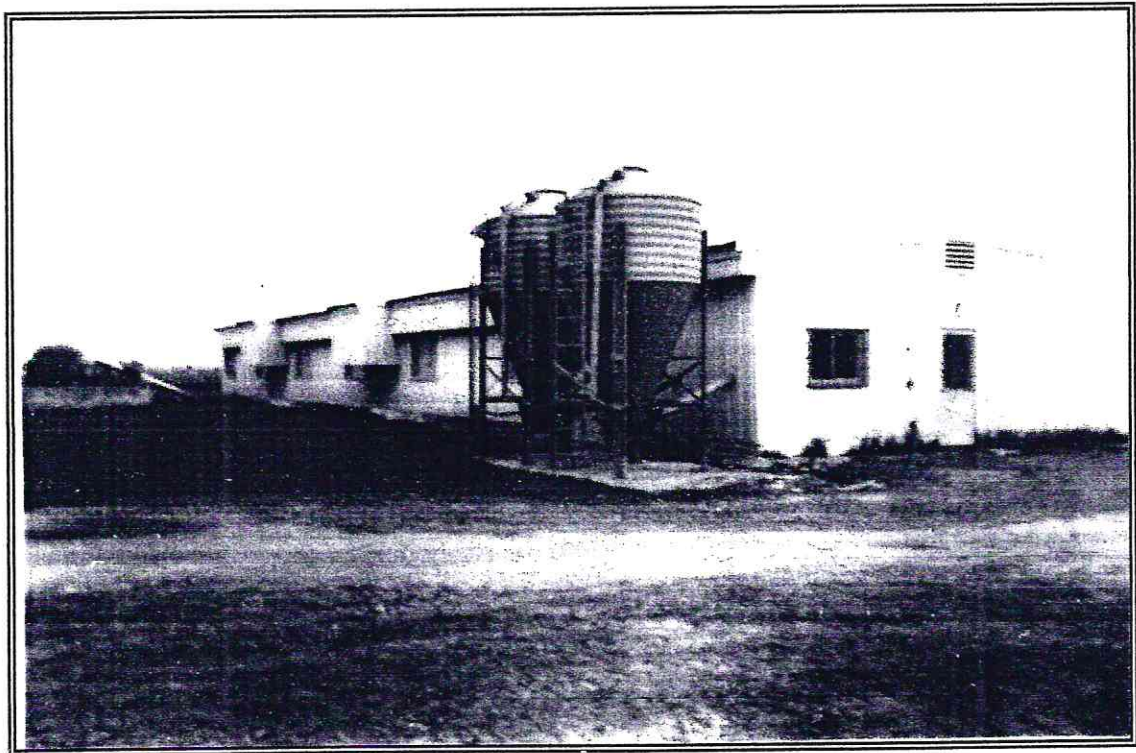
**Le poids moyen des poussins est de 3.60 kg/lots, donc, c'est (36 g/poussins).**



### VII.3.2 Le Bâtiment :

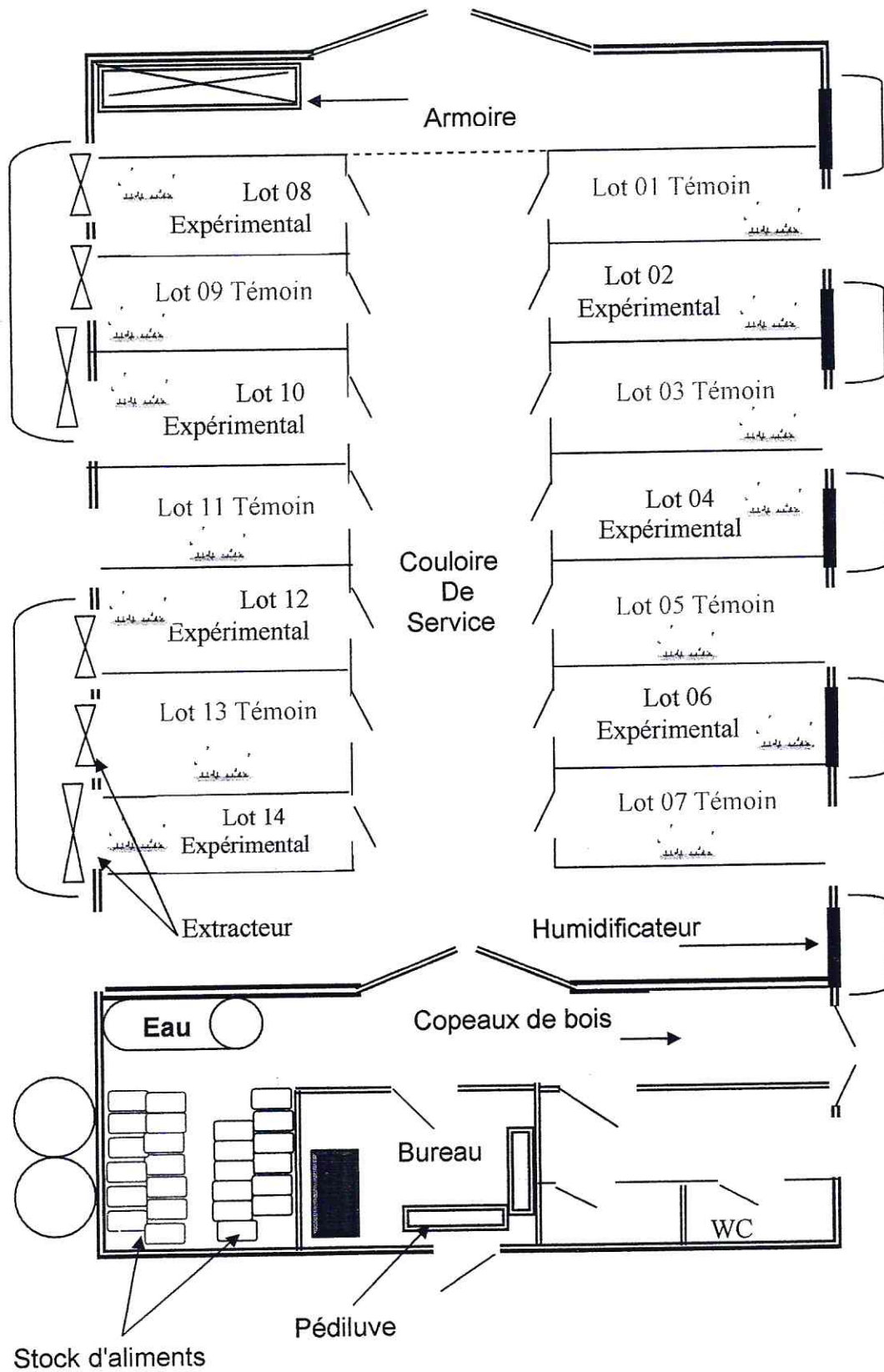
Le bâtiment (figures 10 et 11) est de type obscur, à ambiance contrôlée, sa longueur est de 33 m, et de 09 m de largeur. Il est divisé en 02 blocs de 14 parquets et disposé de part et d'autre d'un couloir de 02 m de largeur.

- L'éclairage est assuré par 03 rangés de lampes.
- Le sol est cimenté, recouvert d'une litière de copeaux de bois.
- La ventilation est mécanique. Elle est assurée par des extracteurs latéraux.



**Figure 10** : photo du bâtiment expérimental à Baba Ali – Willaya d'Alger.

(Namane. R. et Bourennane, M 2006).



**Figure 11:** Schéma du bâtiment expérimental de Baba Ali – Alger (Namane .R. Bourennane .M, 2007).

### VII.3.3 Matériels d'élevage :

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des matériaux utilisés dans cet essai par phases d'élevage :

**Tableau 11** : les matériaux d'élevage utilisés.

Phases d'élevage	Radiants	Abreuvoirs	Mangeoires
Démarrage	16 radiants à gaz butane	28 abreuvoirs siphoniques (1 <sup>er</sup> âge)	28 mangeoires (1 <sup>er</sup> âge)
Croissance	14 radiants	14 abreuvoirs automatiques suspendus ronds	14 mangeoires suspendues rondes (25 kg)
Finition	00 radiants	14 abreuvoirs automatiques suspendus ronds	14 mangeoires suspendues rondes (25 kg)

### VII.3.4 Matériels de pesée :

Une seule balance de capacité de 60 kg a été utilisée pour peser l'aliment et en même temps les poussins.

### VII.3.5 Aliments :

L'aliment formulé et fabriqué par l'ONAB est de type classique à base de maïs, soja, calcaire, phosphate, Acide aminée, et les CMV.

- L'aliment distribué et refusé est pesé à la fin de chaque phase d'élevage.
- L'aliment témoin contenant un antibiotique (la virginiamycine).
- L'aliment expérimental contenant un probiotique " **Bio plus 2B** " (voir annexe 2).

### VII.4 MÉTHODE :

#### VII.4.1 Dispositif expérimental :

- les deux groupes de poussins recevront ces 02 types d'aliment durant toute la période d'élevage, (Chaque traitement est répété 07 fois) :
  1. Un groupe témoin recevant un aliment classique additionné à un antibiotique (virginiamycine).
  2. Un groupe expérimental nourri avec le même aliment que le témoin avec incorporation d'un probiotique "**BioPlus2B**" selon le dosage montré dans le tableau suivant :

Tableau12 : Dosage du probiotique dans l'aliment expérimenté par phase d'élevage.

Phases d'élevage	Dose du probiotique <i>BioPlus2B</i> (gr / tonne d'aliment)
Phase de démarrage	1000
Phase de croissance	400
Phase de finition	400

### VII.4.2 Phases d'élevage :

L'essai qui a débuté le 26/10/2006 et s'est achevé le 13/12/2006, a duré 49 jours. Il se divise en trois phases selon le tableau suivant :

**Tableau 13** : La durée des trois phases de l'essai.

Phase d'élevage	Durée en jours	Date
démarrage	1 <sup>er</sup> au 10 <sup>ème</sup>	26/10/2006 à 04/11/2006
croissance	11 <sup>ème</sup> au 42 <sup>ème</sup>	05/11/2006 à 07/12/2006
finition	43 <sup>ème</sup> au 49 <sup>ème</sup>	08/12/2006 à 13/12/2006

### VII.4.3 Conduite de l'élevage :

#### ➤ Préparation avant la réception des poussins :

- Un nettoyage, une désinfection, un épandage de chaux vif, sont réalisés au niveau du bâtiment d'élevage avant le début de bande. Un vide sanitaire est appliqué (15 j).
- L'installation de la litière, des radiants à gaz butane sont mis en marche 24 heures avant l'arrivée des poussins.
- La mise en place des abreuvoirs et des mangeoires le jour de réception des poussins.

#### ➤ Après la réception des poussins :

- Les poussins sont triés, pesés et placés dans des lots correspondants où ils reçoivent de l'eau tiède.
- Les poussins commencent à boire dès la mise en place (c'est un bon signe de l'état sanitaire des poussins).
- La mortalité est mentionnée durant toute la période sur des fiches d'élevage placées à côté de chaque lot (voir annexe 3).
- Les poussins sont pesés à la fin de chaque phase. Le matin (même heure et à jeun).

- La température est relevée quotidiennement à l'aide d'un thermomètre placé au milieu du bâtiment à une hauteur de 1.50m.
- l'humidité est relevée aussi à l'aide d'un hygromètre, placé au milieu du bâtiment à une hauteur de 1.50m.
- La température ambiante varie entre :
  - ❖ 30-33°C durant la 1<sup>ère</sup> semaine.
  - ❖ 29-32°C durant la 2<sup>ème</sup> semaine.
  - ❖ 25-30°C durant la 3<sup>ème</sup> semaine.
  - ❖ 24-25°C durant la 4<sup>ème</sup> semaine.
  - ❖ 22-24°C durant la 5<sup>ème</sup> semaine.
  - ❖ 18-21°C durant la 6<sup>ème</sup> semaine.
  - ❖ 18-21°C durant la 7<sup>ème</sup> semaine.

#### VII.4.4 Programmes prophylactiques :

Les différents travaux prophylactiques que nous avons effectués au niveau de l'I.T.ELV sont enregistrés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : le programme prophylactique effectué.

DATE	AGE (jrs)	VACCINATION ET INTERVENTIONS DIVERSES	MODE D'ADMINISTRATION
26/10/06	01	Néoxyvitale (prévention et traitement d'états de stress) pendant 5 jours.	
28/10/06	03	Vaccination contre la maladie de New Castle (souche de vaccination HB1).	
04/11/06	10	Terramycine anti-stress (oxytétracycline+ vitamines) pendant 03 jours.	EAU DE BOISSON
08/11/06	14	Vaccination contre la maladie de Gumboro (souche vaccinale D78).	
11/11/06	17	Distribution d'un anti-coccidien (coccidiopan) pendant 05 jours.	
18/11/06	24	Rappel New Castle (la sotasec).	
29/11/06	35	Rappel anti-coccidien.	

### VII.4.5 Les paramètres de croissance :

Dans cet essai, on a comparé le taux de mortalité, la consommation d'aliment, le poids vif et le gain de poids, l'indice de consommation et la vitesse de croissance du témoin par rapport à l'expérimental, avec quelques exemples des expériences effectuées avec d'autres types de probiotiques.

➤ **Le taux de mortalité :**

C'est la régression de l'effectif à travers le temps et sa résistance vis à vis des agressions du milieu (indicateur de viabilité d'un troupeau). Il s'exprime par le rapport :

$$T m = \frac{\text{Nombre de sujets morts}}{\text{Effectif de départ}} \times 100$$

➤ **La consommation d'aliment :**

La quantité d'aliment ingérée est comptabilisée par la formule suivante :

$$CA = \frac{\text{Aliment distribué} - \text{Aliment refusé}}{n_1 + n_2 + \dots + n_n}$$

n = nombre de sujets morts



➤ **Le poids vif :**

Le poids vif moyen est défini comme étant le rapport entre le poids total du lot et le nombre de sujets du lot.

$$P_{vm} = \frac{\text{Poids global du lot}}{\text{Effectif du même lot}}$$

➤ **Le gain de poids :**

Le gain de poids est calculé par la différence entre le poids vif au début et à la fin de chaque phase.

$$GP = PV - P_0$$

$P_0$  = poids vif de la phase précédente  
 $PV$  = poids vif à la fin de la phase

➤ **L'indice de consommation :**

L'indice de consommation a été déterminé par la formule suivante :

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliment consommé par phase}}{\text{Gain de poids par sujet sur cette phase}}$$

➤ **La vitesse de croissance :**

C'est le rapport entre le gain de poids (**GP**) sur le nombre de jours de chaque Phase (**Ni**)

$$VC = \frac{GP}{N_i}$$

## VII.5 RESULTATS ET DISCUSSION :

### VII.5.1 L'analyse physicochimique de l'aliment:

Le tableau suivant montre le bulletin d'analyse des 02 aliments, témoin et expérimental, obtenu du laboratoire central de l'ITELV.

**Tableau 15 :** composition physico-chimique des deux aliments.

Phases d'élevage		Humidité (%)	Matières sèches (%)	Matières minérales (%)	Matières organiques (%)	Protéines brutes (%)
Dém	Tém	12.80	87.20	0 3.14	96.86	20.11
	Exp.	11.50	88.50	0 6.23	93.77	23.03
Crois	Tém	10.30	89.65	0 4.48	95.52	19.28
	Exp.	0 9.78	90.22	06.60	93.40	*****
Finit	Tém	10.50	89.50	05.04	94.96	16
	Exp.	12.40	87.60	05.89	94.10	15.31

Après l'analyse physico-chimique de l'aliment, on a constaté une différence peu importante entre les compositions des deux aliments.

Ce qui est remarquable, c'est l'écart qui dépasse les deux points pour la teneur en matière minérale (Dem=3.09 points et crois =2.12 points). Et un écart de 2.91 points en phase de démarrage pour la teneur en protéine brute.

La teneur en protéine en phase de croissance pour l'aliment expérimental n'est pas mentionnée dans le tableau, ceci est dû à un problème technique au niveau du laboratoire central de l'ITELV.

### VII.5.2 Paramètres zootechniques :

Voici un tableau récapitulatif de différents paramètres zootechniques que nous avons calculés au niveau de l'ITELV dans cet essai :

**Tableau 16** : les paramètres zootechniques calculés.

Paramètres zootechniques		Taux de mortalité (%)	Cons d'alt. (gr)	Pds vif (gr)	Gain de poids (gr)	IC	VC (gr/ j/ sujet)
<b>Dém</b>	Tém	1.07	230	91	54	4.19	5.4
	Exp.	0.08	288	202	165	1.74	16.5
<b>Crois</b>	Tém	1.19	3038	1447	1356	2.24	42.37
	Exp.	4.74	3592	2014	1812	1.98	56.62
<b>Finit</b>	Tém	2.11	1157	1977	529	2.18	75.57
	Exp.	5.42	1295	2387	372	3.48	53.14
<b>Cum</b>	Tém	4.37	4425	1977	1939	2.28	39.57
	Exp.	10.24	5175	2387	2349	2.20	47.93

### VII.5.2.1 Le taux de mortalité :

Les taux de mortalité sont mentionnés dans le tableau 17 et représentés dans la figure 12.

Tableau 17 : Evolution du taux de mortalité.

Phases d'élevage	Taux de mortalité (%)	
	Lot témoin	Lot expérimental
Dém	1.07	0.08
Crois	1.19	4.74
Finit	2.11	5.42
Cumul	4.37	10.24

Durant toute la période d'élevage, on a enregistré les résultats suivants :

Sur l'effectif témoin de 700 sujets, un taux de mortalité de 4.37 %, et sur l'effectif expérimental de 700 sujets, un taux de mortalité de 10.24%, avec un écart important de 5.87points.

Pendant la phase de démarrage, on a enregistré un taux de mortalité faible surtout chez l'expérimental qui est de 0.08%, par rapport au témoin qui est de 1.07%. Ceci s'explique par le stress du transport et la manipulation au cours de l'installation des poussins.

C'est pendant les phases de croissance et finition que le taux de mortalité est élevé. Surtout chez l'expérimental, où on a enregistré un taux de 4.74% et 5.42% respectivement, par rapport au témoin qui est de 1.19% et 2.11%.

Ceci peut être expliqué par un problème de Colibacillose, qui a coïncidé avec l'administration d'un anti- stress à base d'oxytétracycline pendant 03 jours, pour la préparation des poussins à la vaccination contre la maladie de GUMBORO. Ce qui a éliminé les deux souches bactériennes (*bacillus*) du probiotique et favorisé l'installation des colibacilles. Alors que les poussins qui consomment l'aliment témoin à base d'antibiotiques ont pu résister à la maladie.

Des résultats avec d'autres types de micro- organismes sur le taux de mortalité :

- Pelicano et al 2004, rapportent des résultats de 6.5% de taux de mortalité des poussins durant toute la période d'élevage avec un aliment contenant un probiotique à base de *Bacillus subtilis*.
- Tandis que Siwicki et al (2005) ont mentionné que la consommation d'aliment contenant un mélange de (*Lactobacillus salivarius* AWH, *L. acidophilus* BS, *L. Helveticus* b9, *Bifidobacterium longum* KNA1 et *B. animalis* 30) réduit significativement le taux de mortalité des poulets en comparaison avec un lot témoin
- De la même façon, Ramirez Reyes et al (2005) ont mis en évidence l'efficacité des *Lactobacillus* ; l'addition du probiotique réduit le taux de mortalité chez les poussins expérimentaux (2.1%) par rapport au groupe témoin.
- Ainsi, l'emploi de *Lactobacillus sporogenes* comme probiotique dans l'alimentation pendant huit semaines, réduit significativement le taux de mortalité (Johri, 2004).

Enfin, on peut dire que le taux de mortalité est normal chez le témoin, alors qu'il est un peu élevé chez l'expérimental.

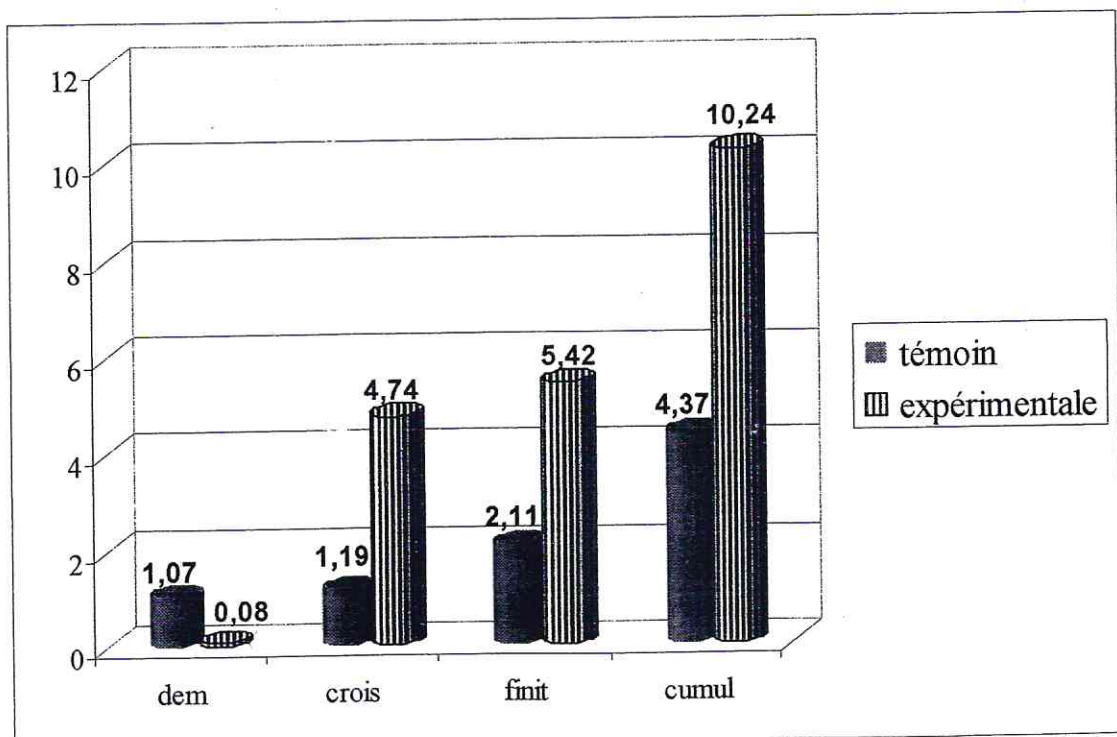


Figure 12 : L'évolution du taux de mortalité (%).

### VII.5.2.2 Consommation d'aliment:

Les quantités d'aliments consommés sont représentées dans le tableau 18 et la figure 13.

Tableau 18 : Quantités d'aliments consommés.

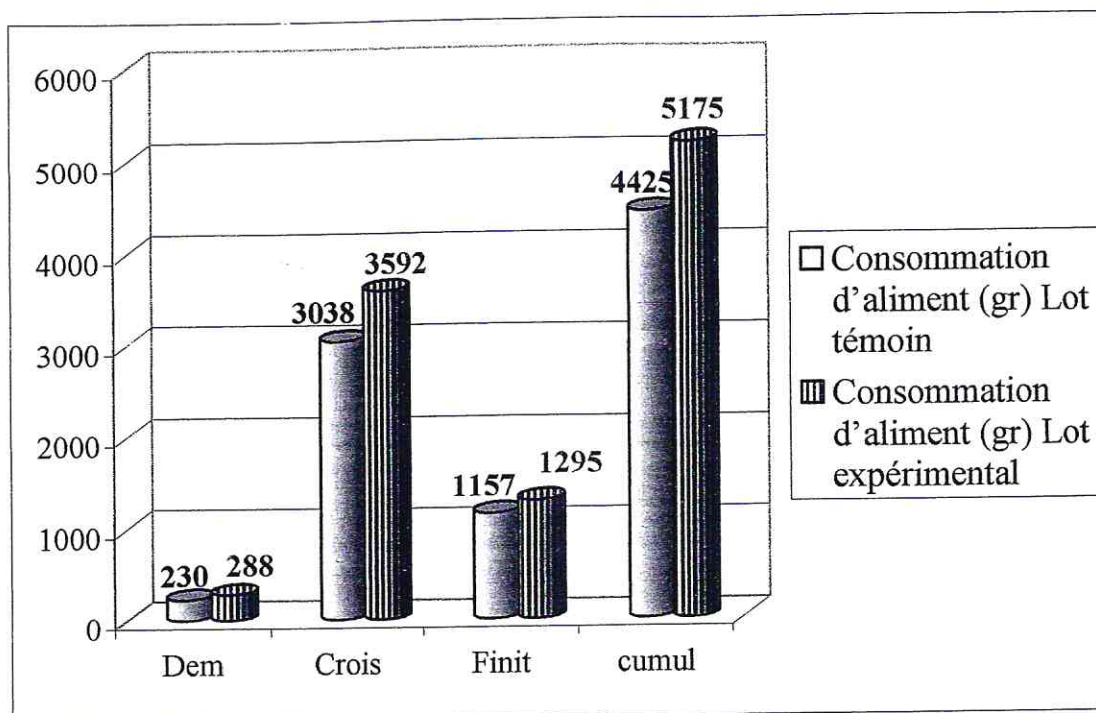
Phase d'élevage	Consommation d'aliment (gr)	
	Lot témoin	Lot expérimental
Dem	230	288
Crois	3038	3592
Finit	1157	1295
cumul	4425	5175

En suivant l'évolution de la consommation d'aliment par phase, on constate que l'incorporation de *Bacillus licheniformis* et *Bacillus subtilis* dans l'aliment du poulet de chair a une influence positive sur leur appétibilité par rapport au témoin.

La quantité alimentaire ingérée par sujet et par période est différente et significative durant toute la période d'élevage. L'écart entre le lot témoin et le lot expérimental est de 58gr en phase de démarrage, 554gr en phase de croissance, et de 138gr en phase de finition où on a enregistré une baisse de la quantité d'aliment consommé. Ces écarts sont significatifs. Il en est de même pour le cumul où la quantité consommée est de 4425gr pour le lot témoin, et de 5175gr pour le lot expérimental, avec un écart de 750gr.

Cette différence observée peut être expliquée par le fait que l'ajout de probiotique entraîne un équilibre de la microflore digestive.

Ce qui est confirmé par *Gournier-Château et al 1994*, que l'antibiotique utilisé comme facteur de croissance dans l'aliment entraîne une sélection au niveau de la microflore intestinale d'où diminution des besoins alimentaires. Par contre, l'incorporation du probiotique entraîne un équilibre de la microflore favorable au processus digestif.



**Figure 13:** Évolution de Consommation d'aliment par sujet (gr)

### VII.5.2.3 Poids vif :

Les résultats des poids vifs sont mentionnés dans le tableau 19 et représentés par la figure 14.

**Le tableau 19 :** Evolution du Poids vif (gr) par période.

Phases d'élevage	Poids vif (gr)	
	Lot témoin	Lot Expérimental
Dem	91	202
Crois	1447	2014
Finit	1977	2387

Le poids vif évolue avec l'âge des animaux. Le poids moyen initial à l'âge d'un jour des poussins témoins est de l'ordre de 3.62kg/lots (36.2g/poussins) pour arriver à 1977g/poussins. Et de 3.60kg/lots (36 g/poussins) pour arriver à 2387g/poussins pour l'expérimental à la fin de l'essai. Ce qui correspond à une amélioration de poids de 9.39%.

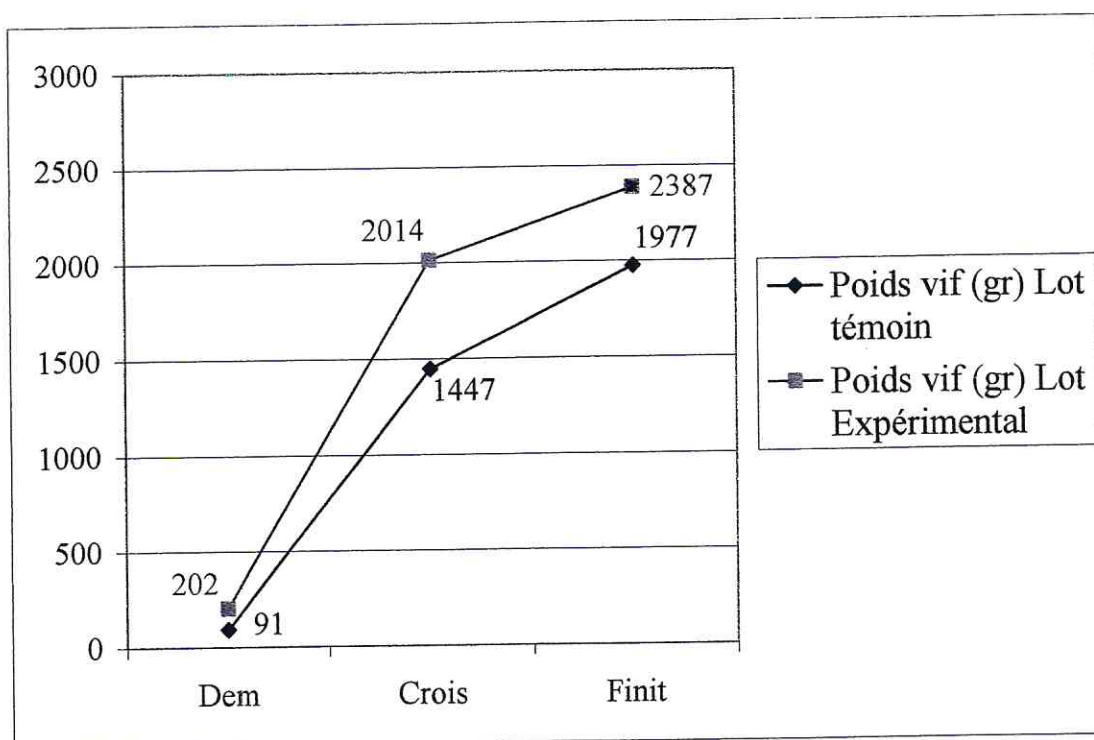
Les poulets du lot expérimental présentent une croissance plus élevée que celle du lot témoin pendant toute la période d'élevage où on a enregistré 202g versus 91g (Dém), 2014g versus 1447g(crois), et 2387g versus 1977g (finit).

Une différence significative de 410g entre le poids final des animaux du lot expérimental et celui des animaux du lot témoin est observée.

Cette différence de poids pourrait s'expliquer par le temps nécessaire aux bactéries pour coloniser le tube digestif.

- Awwad (2001) ; a constaté un taux de 7,5% au j 49.
- De la même manière, l'administration à des poulets de chair d'*Enterococcus faecium* M-74 améliore la croissance des animaux au j 42 de 10.8% (Kralik et al 2004) en comparaison avec le lot témoin.

Donc, on peut dire que **BioPlus2B** a donné de bons résultats en ce qui concerne le poids vif.



**Figure 14 :** Evolution du Poids vif (gr).



### VII.5.2.4 Gain de poids

Le tableau 20 regroupe les valeurs des gains de poids par période, qui sont représentés dans la figure 15.

Le tableau 20 : Évolution du gain de poids (gr) par période.

Phases d'élevage	gain de poids (gr)	
	Lot témoin	Lot expérimental
Dem	54	165
Crois	1356	1812
Finit	529	372
cumul	1939	2349

Du point de vue évolution pondérale, nous pouvons dire que l'addition d'un probiotique a été intéressante. Ceci se traduit en phases de démarrage et de croissance par des poids significativement supérieurs par rapport au lot témoin (Dem/165g versus 54g) l'écart est de 111g. (Crois/1812g versus 1356g), l'écart est de 456g.

Ceci s'explique par le fait que le probiotique en stabilisant l'écosystème microbien digestif, permet le développement et la fonctionnalité de l'intestin. L'appareil digestif fonctionnant plus efficacement, l'animal peut alors valoriser au mieux les aliments ingérés.

La situation s'inverse en phase de finition (529g versus 372g) en faveur du lot témoin avec un écart de 157g.

On retrouve cet effet dans la bibliographie, des résultats positifs avec d'autres types de micro-organismes sur la croissance:

- Selon Hoest Roussel et al, cité par Vienot (1999) ; un essai sur PACIFLOR à 02 concentrations différentes, a montré un meilleur gain de poids.
- Par ailleurs, Kabir et al (2004) ; avaient observé une amélioration du poids avec les *Lactobacilles* à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine. Ces résultats semblent concorder avec ceux de Vittorio et al (2005).
- Cavazzoni et al (1998) ; sont arrivé à la même conclusion quand ils ont

additionné à l'aliment des *Bacillus coagulans*.

- Selon Zacconi et al (1999) ; *Lactobacillus salivarius* utilisé comme probiotique améliore également la croissance des poussins.

Donc, on peut dire que **BioPlus2B** entraîne une amélioration très importante des gains de poids.

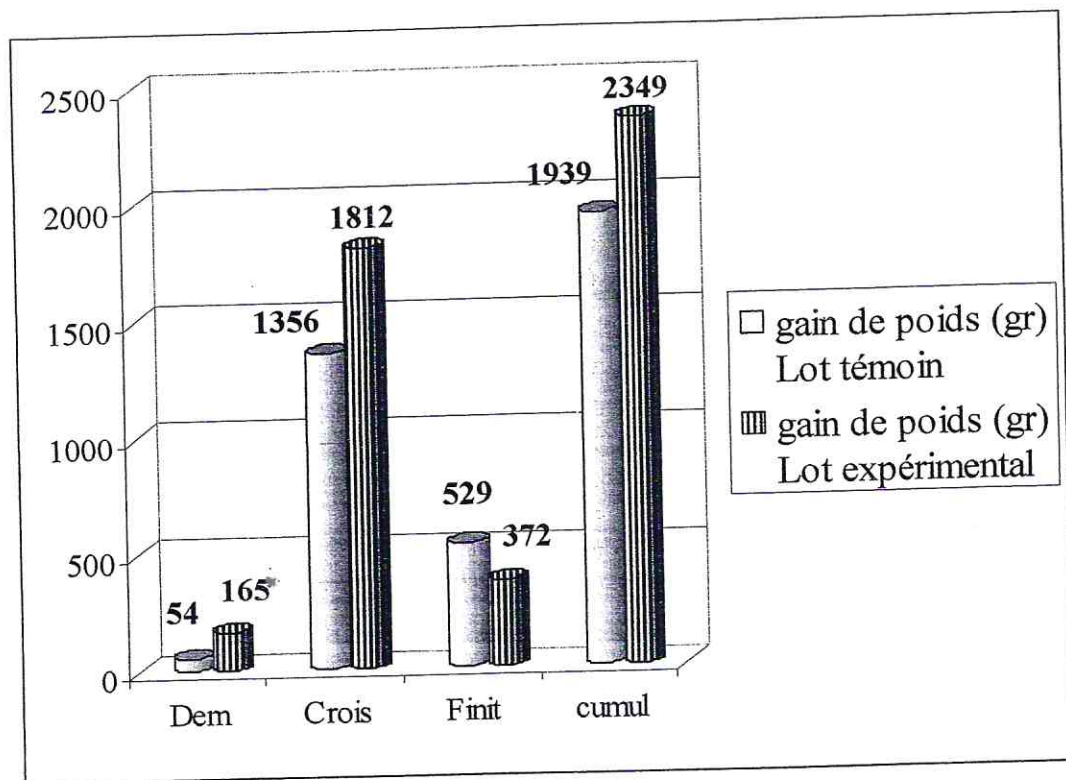


Figure15: Évolution du gain de poids (gr).

### VII.5.2.5 Indice de consommation:

Les résultats de l'indice de consommation sont enregistrés dans le tableau 21 et représentés par la figure 16.

Tableau 21 : Indice de consommation.

Phases d'élevage	L'indice de consommation	
	Lot témoin	Lot expérimental
Dem	4.19	1.74
Crois	2.24	1.98
Finit	2.18	3.48
cumul	2.28	2.20

Les résultats de l'indice de consommation enregistrés dans notre essai dans les différentes phases sont comparables pour le lot témoin et le lot expérimental :

On remarque que le lot témoin a un indice de consommation plus élevé que celui du lot expérimental en phase de démarrage (4.25 versus 1.74), avec un écart de 2.51. Ce qui n'est plus économique pour un élevage industriel. Il faut noter que les sujets du lot expérimental recevant un régime supplémenté en probiotiques, présentent au cours des différentes phases d'élevage des indices de consommation inférieurs au lot témoin. Sauf en phase de finition où on a remarqué une légère augmentation de l'indice de consommation chez le lot l'expérimental qui titre 3.48, par rapport au lot témoin qui titre 2.18, avec un écart de 1.3.

L'indice de consommation cumulé est de 2.28 pour le lot témoin et de 2.20 pour le lot expérimental. Une différence de 0.08 point est relativement significative.

D'autres expériences avec d'autres micro-organismes ont été faites, qui montrent une amélioration de l'indice de consommation :

- Pelicano et al (2004) ; ont démontré que la ration alimentaire de poulet de chair supplémentée avec une souche de *Bacillus subtilis* a entraîné une amélioration de l'indice de consommation après le j21 du traitement.
- Silva et al (2000) ; ont obtenu des résultats significatifs au j 21 et j 42 en utilisant un mélange microbien constitué d'une souche d'*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae* et *E.coli* non pathogène dans l'eau de boisson avec *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus*

*acidophilus* , *Saccharomyces cerevisiae* dans la ration alimentaire des poussins.

- Selon Franco et al (2005) ; un régime à base de *Saccharomyces cerevisiae* entraîne chez les poussins expérimentaux une baisse de l'indice de consommation en les comparant aux poussins témoins.
- Walter. (1987), Nguyen (1990), Jernigan et al (1985), cité par Gournier-Château et al (1994), ont montré une diminution de 3% de l'indice de consommation malgré une densité au sol plus élevée comparée au témoin.

A la fin, on peut dire que **BioPlus2B** a amélioré l'indice de consommation du lot expérimental par rapport à celui du lot témoin.

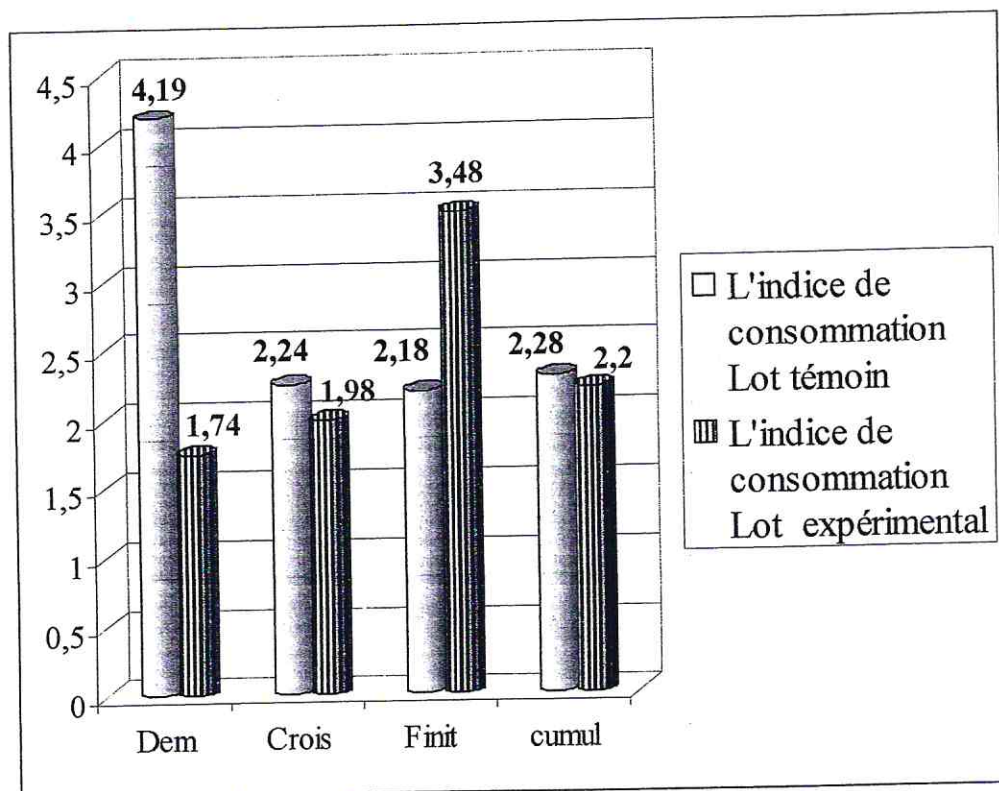


Figure16 : Indice de consommation.

### VII.5.2.6 La vitesse de croissance:

Les gains de poids quotidiens sont enregistrés dans le tableau 22 et représentés par figure 17.

Tableau 22 : vitesse de croissance (g/j/sujet).

Phase d'élevage	La vitesse de croissance (g/j/sujet) (GMQ)	
	Lot témoin	Lot expérimental
Dem	5.4	16.5
Crois	42.37	56.62
Finit	75.57	53.14
cumul	39.57	47.93

Dans cet essai, la vitesse de croissance évolue proportionnellement avec l'âge de l'animal dans les différentes phases d'élevage. L'évolution de la vitesse de croissance dans la phase de démarrage et de croissance est respectivement 5.4g/j/sujet pour le lot témoin et 16.5 g/j/sujet pour le lot expérimental, 42.37g/j/sujet pour le lot témoin et 56.62 g/j/sujet pour le lot expérimental.

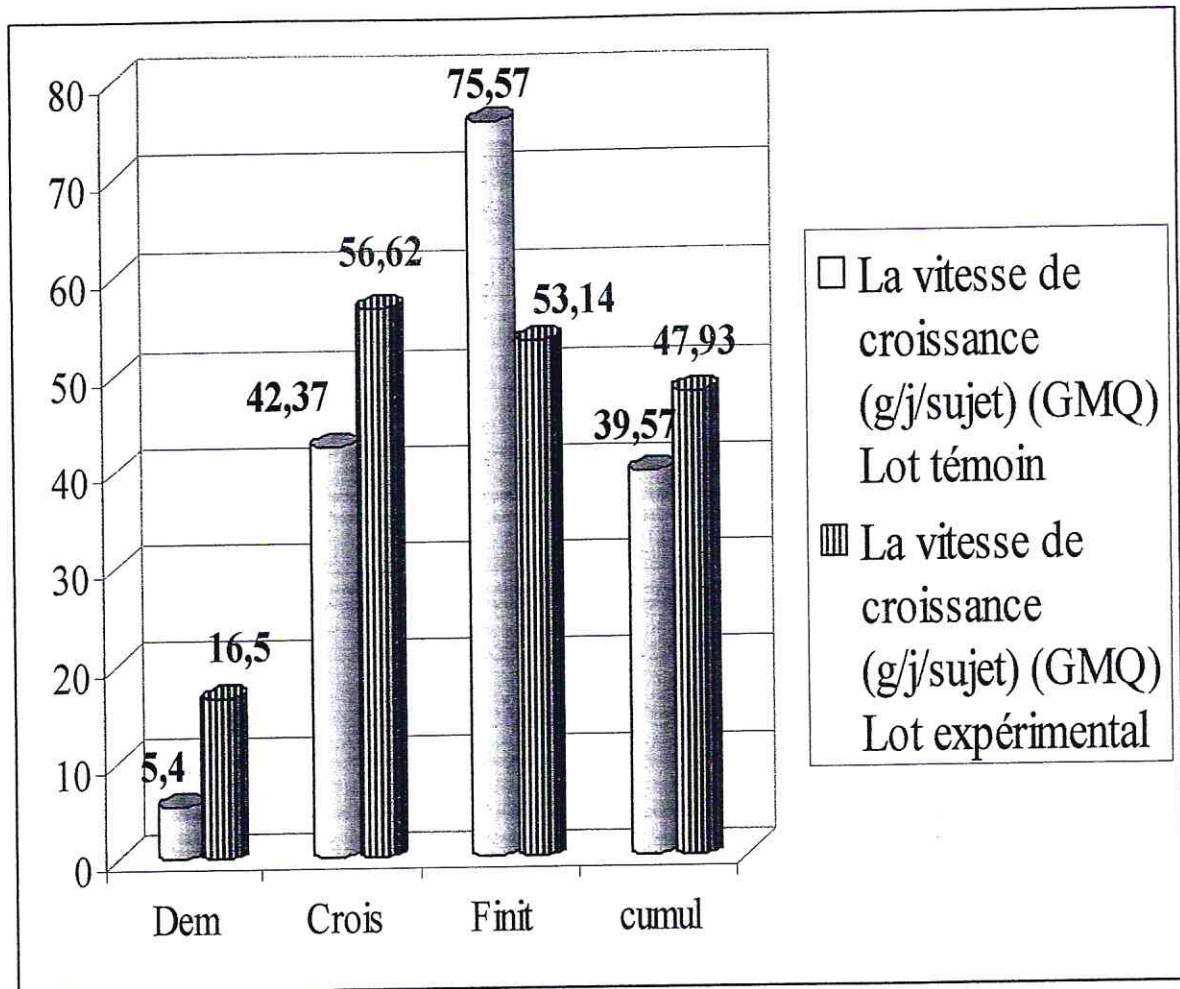
Mais on enregistre une légère diminution de la vitesse de croissance en phase de finition pour le lot expérimental (53.14g/j/sujet). Alors qu'on assiste à une augmentation relativement importante pour le témoin (75.57 g/j/sujet).

La vitesse de croissance globale (cumul) est de 39.57 g/j/sujet pour le lot témoin et 47.93 g/j/sujet pour le lot expérimental. Une différence de 8.36 points est très importante entre les deux lots.

Cette constatation est confirmée par Wolter (1987) ; que le probiotique améliore la croissance des animaux.

Ainsi, Cavazzoni et al (1993) ; ont confirmé cette amélioration de GMQ, mais juste pour les 8 premières semaines d'âge. Après, les résultats deviennent analogues à ceux du lot témoin.

Donc, le **BioPlus2B**, dans cet essai, a amélioré le GMQ du lot expérimental par rapport au lot témoin.



**Figure 17:** Vitesse de croissance (g/j/sujet).

## Conclusion

A travers cet essai réalisé par l'I.T. ELV à Baba Ali, willaya d'Alger, et qu'on a suivi pendant toutes les phases « démarrage, croissances, finition », on a constaté que certaines mesures expérimentales n'ont pas été respectées par l'I.T. ELV, telles que : la séparation des lots témoins et expérimentaux sans communication ni par l'air, ni par l'eau, ni par le sol, L'utilisation d'un anti-stress à base d'antibiotiques pour les lots expérimentaux lors de la vaccination, ce qui a perturbé la colonisation du probiotique dans le tube digestif et leur compétition avec les bactéries indésirables, ce qui a favorisé l'apparition de la colibacillose « confirmée par le vétérinaire de l'I.T.ELV » en phases de croissance et finition. Ceci a nécessité un traitement à base d'antibiotiques.

Tout ça a agi négativement sur le taux de mortalité des lots expérimentaux d'une valeur de 10.24% par rapport à 4.37% pour les lots témoins.

Cependant, malgré tout cela, on a obtenu de bons résultats pour les autres mesures de performances zootechniques qui sont les suivantes :

- Une amélioration de poids vif de **1939 g/sujet** pour les lots témoins à **2349 g/sujet** pour les lots expérimentaux, donc une différence de **410 g/sujet**.
- Une amélioration de l'indice de consommation de **2.28** pour les lots témoins à **2.20** pour les lots expérimentaux.
- Une amélioration de la vitesse de croissance « **GMQ** » de **39.57g/j/sujet** pour les lots témoins à **47.93 g/j/sujet** pour les lots expérimentaux. Donc une augmentation de **8.36 g/j/sujet**.

Donc, on peut dire qu'on a réalisé nos objectifs avec des résultats positifs dans les lots expérimentaux par rapport aux lots témoins. On a réussi à substituer les antibiotiques facteurs de croissance dans l'alimentation du poulet de chair par un probiotique qui a enregistré une amélioration des performances zootechniques.

### Recommandations :

Toutes ces expérimentations pour la substitution des antibiotiques facteurs de croissance par un probiotique auront plus de valeur si elles sont réalisées sur le terrain par l'éleveur, car son expérience suffirait à déterminer si un probiotique est efficace ou non. Donc, nous recommandons ce qui suit :

- Informer les éleveurs et leur visualiser les risques de l'antibiorésistance.
- Il est nécessaire d'accompagner ces expériences d'une étude financière, car les éleveurs comprendront mieux avec la langue des chiffres. Par une simple équation, on pourra les convaincre qu'« une diminution de l'indice de consommation avec augmentation du GMQ » veut dire que les animaux vont manger moins et gagner plus de poids, Ils pourront économiser jusqu'à dix jours de frais s'ils font l'abattage au 49<sup>ème</sup> jour au lieu du 60<sup>ème</sup> jour pour atteindre le même poids.
- Qu'ils respectent la loi concernant l'interdiction de l'utilisation des antibiotiques comme additifs alimentaires. Par conséquent, les probiotiques doivent être impérativement disponibles et commercialisés en quantité et qualité sur le marché national avec un prix d'achat abordable.
- Qu'ils s'intéressent plus à la biosécurité des élevages pour réduire au minimum l'utilisation des antibiotiques dans le traitement des infections.

Et en ce qui concerne les expérimentations à l'I.T.ELV, nous recommandons ce qui suit :

- Ne pas utiliser les anti-stress à bases d'antibiotiques, car le probiotique joue le rôle d'un anti-stress.
- Les animaux du lot expérimental doivent être séparés de ceux des lots témoins ; cela signifie qu'il faut les placer dans deux locaux séparés.
- Effectuer des expérimentations pour la recherche des souches probiotiques plus adaptées au poulet de chair nécessite des expériences comparatives entre les souches probiotiques commercialisées.



Annexes

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة الفلاحة والتنمية الريفية

Direction des Services  
Vétérinaires

27 JAN 2007

N°: DSV/SDPV/B.LY/..62

A

Messieurs les Directeurs des  
Services Agricoles des 48 Wilayate  
A l'attention de Messieurs des Inspecteurs  
Vétérinaires de Wilaya.

**Objet :** Décision ministérielle n°472 du 24 décembre 2006, portant sur l'utilisation des additifs dans l'alimentation animale.

En application de la décision citée en objet, abrogeant les dispositions de la décision n°084/SM du 24 mars 2003 portant sur l'utilisation des additifs dans l'alimentation animale, j'ai l'honneur de vous informer qu'à compter du 24 mars 2007, les substances médicamenteuses considérées comme additifs, appartenant au groupe des antibiotiques seront interdites d'utilisation dans l'alimentation animale et seules les substances médicamenteuses suivantes, considérées comme additifs, appartenant au groupe des coccidiostatiques seront autorisées à être incorporées à l'alimentation animale :

- La semduramycine.
- La salinomycine.
- Le narasin.
- Le monensin de sodium.
- L'association du narasin et de la nicarbazine.
- La maduramicine.
- La robénidine.

50/542

Aussi, je vous demande de procéder à une large diffusion de la présente liste ainsi fixée, auprès notamment des fabricants d'aliments et de CMV, des coopératives agricoles, des praticiens vétérinaires et des établissements d'importation et de distribution des médicaments vétérinaires, exerçant au niveau de vos wilayate respectives.

J'attache la plus haute importance, à l'application de la décision ci-jointe.

P.J : Copie de la Décision ministérielle n°472 du 24 décembre 2006, portant sur l'utilisation des additifs dans l'alimentation animale.



مدير المصالح البيطرية  
بو فلود



# BioPlus™ 2B

Probiotique facteur de croissance basé sur des micro-organismes(spores) producteurs d'enzymes (lipases, amylases, protéases).

## Application:

BioPlus 2B est une nouvelle génération de probiotique basée sur deux souches, B. Licheniformis (DSM 5749) et B. Subtilis (DSM 5750).

Cette combinaison spécifique a été développée comme une solution alternative aux antibiotiques facteurs de croissance tout en faisant réaliser des économies aux éleveurs

BioPlus 2B est incorporé dans l'aliment fini et devient efficace dans la partie supérieure de l'intestin. Ces deux souches de Bacillus produisent une quantité importante d'enzymes essentielles, comme les protéases, les lipases et les amylases. Ces derniers améliorent la digestibilité des nutriments, ce qui augmente le GMQ et améliore l'indice de consommation.

Par exclusion compétitive, la population des bactéries pathogènes est réduite dans l'intestin. L'état général et les défenses du corps sont améliorés, ce qui permet d'obtenir des animaux sains avec une croissance régulière et homogène.

## Additifs :

Bacillus licheniformis (DSM 5749)  
Bacillus subtilis (DSM 5750)  
ratio 1 : 1

## Dosage :

<b>Poulet</b>	
Démarrage	1000 g / tonne aliment
Croissance	400 g / tonne aliment
<b>Dindes</b>	
Jusqu'à 14 <sup>ème</sup> semaines	400 g / tonne aliment
du 14 <sup>ème</sup> semaines à l'abattage	pas d'additif
<b>Pondeuses parentales</b>	
	400 g / tonne aliment
<b>Veaux</b>	
Jusqu'à l'âge de deux mois	400 g / tonne aliment

Producteur / Distributeur,  
BIOCHEM GmbH  
Birkstraße 55  
49399 Lohne / Germany  
Tel: +49 (0) 4442-92890  
Fax: +49 (0) 4442-928928  
Registration No: oDE N-4 00076 QS-Identification No: 4031705835969  
info@biochem.net



## Fiche d'élevage

Espèce : P. chzir

Essai : ONAS / Probiotique

Traitement :

N° du lot :

Phase d'élevage : Démarrage

EXP 1

Date	Age en jour	mortalités	Quantité d'aliment (kg)		Poids moyen du lot
			distribuée	refusée	
26/10/06	1		20		7,2
27/10/06	2				<u>3,68</u>
28	3				
29	4				
30	5				
31	6	0,1			
01/11/06	7				
02/11/06	8				
03	9		0,5		
04	10		0,2		
Total			21,7	0,2	20,66

Observation :

LOT 2

**Annexes 3**

Fiche Technique d'élevage (Poulet de chair). Phase de croissance (11j-42j)

Bâtiment :

N° du lot :

Essai :

Effectif au 11<sup>ème</sup> j :

Traitement :

Effectif au 42<sup>ème</sup> j :

Date	Age en jour	Mortalité		Quantité d'aliment (kg)		
		Nombre	Lot n°	Distribué	Refus	Consommé
06/11/06	11			4958		
07/11/06	12			4962		
08	13					
09	14					
10	15	01				
	16					
	17					
	18					
	19			49,42		
	20					
	21					
	22					
	23			49,16		
	24			49,44		
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					
	31					
	32					
	33			4946		
	34			4890		
	35					
07.12.06	36					
02	37					
03	38					
04	39	01				
05	40			4972		
06	41	03				
07	42	01				
TOTAL						

Observations :

06

**LOT 03 EXP**

**OK**  
**45**

**20,4**

## Annexes 3

### Fiche Technique d'élevage (Poulet de chair). Phase de finition (43j-49j)

Bâtiment :

N° du lot :

Essai :

Effectif au 43ème j.

Traitement :

79

Date	Age en jour	Mortalité	Quantité d'aliment (kg)		
			Distribué	Refus	Consommé
5/12/06	43	01	49,72 48,28		R
	44				21,04
10/12/06	45	01			
	46				
	47				
13	48		381kg		23,56
	49				
TOTAL					

Observations :

EXP

Références

Bibliographiques



## Références Bibliographiques

- **Agawane, S. B., 2004.** Effet of probiotics containg saccharomyces boulardii on experimental ochratoxicosis in broilers: hematobiochemical studies. *J. Vet. Sci.*, 5(4): 359-367.
- **Andreatti Filho, R. L., Da Silva, E. N., Ribeiro, A. R., Kendo, N., Curi, P. R., 2000.** Use of anaerobic cecal microflora, lactose and acetic acid for the protection of broiler chicks against experimental infection with salmonella typhimurium and salmonella enteritidis. *Braz. J. Microbiol.*, 31:107-112.
- ✕ • **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.
- **Apajalahti J., Kettunen A., Bedford M., Holben W., 2001.** Percent G+C profiling accurately reveals diet-related differences in the gastrointestinal microbial community of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 5656-5667.
- **Apajalahti J., Kettunen A., Graham H., 2004.** Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poult. Sci. J.*, 60, 223-232.).
- **Applegate, T.J., and Angel, R., 2005.** Feasibility versus practicality of phosphorus reduction in poultry: progress and future needs. Symposium State of the Science Animal Manure and Waste Management. Annual Report.
- **Auclair, E., 2001.** Yeast as an example of the mode of action of probiotics in monogastric and ruminant species. *Ciheam-lamz.*, p. 45-53.
- **Awaad, M. H. H., 2001.** Effect of pediococcus acidilactici on layer hens zootechnical performance. Internet 2001.
- **Barnes E.M., 1979.** The intestinal microflora of poultry and game birds during life and after storage. *J. Appl. Bacteriol.*, 46, 407-419.
- **Beasley, S., 2004.** Isolation, identification and exploitation of lactic acid bacteria from human and animal microbiota. University of Helsinki.
- **Bezkorovany, A., 2001.** Probiotics determinants of survival and growth in the gut. *American J. Clin. Nutr.*, 73(2): 399-405.
- **Borris G, et Louisot P ;1998.** Rapport concernant l'utilisation d'antibiotiques comme facteurs de croissance en alimentation animale. Février 1998

- **Bougon M, Lemence M, Launay M, 1987.** Influence des probiotiques sur les performances des poulets. Bulletin d'information de la station expérimentale d'aviculture de ploufragan, 27, pp. 120-125.
- **Brady, L. J., Gallaher, D. D. and Busta, F. F., 2000.** The Role of Probiotic Cultures in the Prevention of Colon Cancer. *J. Nutr.*, 130: 410–414.
- **Callaway, T. R., Anderson, R. C., Edrington, T. S., Elder, R. O., Genovese, K. J., Bischoff, K. M., Poole, T. L., Jung, Y. S., Harvey, R. B., and Nisbet, D. J., 2003.** Preslaughter intervention strategies to reduce food-borne pathogens in food animals. *J. Anim. Sci.*, 81: 17–23.
- **Casas, I. A. and Dobrogosz, W.J., 2000.** Validation of the probiotic concept: lactobacillus reuteri confers broad-spectrum protection disease in humans and animals. *Microbial ecology in health and disease.*, 12: 247-285.
- ✂ • **Catanzaro, J. A and Green, L., 1997.** Microbial Ecology and Probiotics in Human Medicine (Part II). *Rev. Alternative. Medicine.* Vol 2, N° 4.
- **Cavazzoni, V., Adami, A., Castrovilli, C., 1998.** Performance of broiler chickens supplemented with *Bacillus coagulans* as probiotic. *Br. Poult. Sci.*, 39(4):526-529.
- **Cavazzoni V ; Adami A ; Castrovilli G ; Succi G, 1993 ;** A Preliminarye xperimentatiopn alimlents nutrition, 11(1993)457-462.
- **Chafai ,S. 2006,** Effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques du poulet de chair. Thèse de magister en sciences vétérinaires. Université El Hadje Lekhdar – Batna. <http://www.univ-batna.dz/theses/fac-sc/chafai/these.pdf>
- **Chang, M. H., and Chen, T.C., 2003.** Reduction of broiler house malodor by direct feeding of a lactobacilli containing Probiotics. *Poult. Sc.*, 2 (5): 313-317.
- **Choct, M., 2001.** Alternatives to in-feed antibiotics in monogastric animal industry. *ASA Technical bulletin.* Vol. An 30.
- **Chukeatirote, E., 2003.** Potential use of probiotics. *J. Sci. Technol.*, 25(2): 75-282.
- **Cole C.B, Fuller.R,1984.** Bile acid deconjugation and attachment of chikengut bacteria :their possible role in growth depression. *British Poultry Science* .25 ,227-231
- **Coppola, M. M., and Turnes, C. G., 2004.** Probiotics and immune réponse. *Ciencia. Rural. Santa Maria.*, 34(4): 1297-1303.

- Corpet, D. E., 2000. Mécanismes de la promotion de croissance des animaux par les additifs alimentaires antibiotiques. Méd. Vét., 151(2): 99-104.
- ✕ • Crittenden, R., Bird, A.R., Gopal, P., Henriksson, A., Lee, Y.K., and Playn, M.J., 2005. Probiotic Research in Australia, New Zealand and the Asia-Pacific Region. Curr. Pharm. Design., 11: 37-53.
- 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.
- Derache .1986, Toxicité et sécurité des aliments, Coll sciences et tech. agro-alim. PP. 247-280).
- Drouault, S., Corthier, G., 2001. Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. Vet. Res., 32: 101-117.
- ✕ • Edens, F.W., 2003. An alternative for antibiotics use in poultry: Probiotics. Rev. Bras. Cienc. Avic., Vol.5. N°2.
- Engberg R.M., Hedemann M.S., Jensen B.B., 2002. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. Br. Poult. Sci., 43, 569-579.
- Engberg R.M., Hedemann M.S., Steinfeldt S., Jensen B.B., 2004. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. Poult. Sci., 83, 925-938.
- ✕ • **FAO définition 2002** , Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, London Ontario, Canada April 30 and May 1, 2002 [http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/en/probiotic\\_guidelines.pdf](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf).
- Farner D. S., 1942. The hydrogen ion concentration in avian digestive tracts. Poult. Sci., 21, 445-450.
- Fernandes C.F., Shahani K.M. 1990, Anticarcinogenic and immunological properties of dietary Lactobacilli. Journal Of Food Protection, 53,704-710.
- Fontaine M, Cadore J.L ;1995. Vade-mecum du vétérinaire. 16<sup>ème</sup> édition, Septembre 1995, pp.107-117.
- Fooks, L.J. and Gibson, G. R., 2002. Probiotics as modulators of .the gut flora. Brit. J. Nutr., 88, suppl. I: 39-49.
- Franco, S. G., Pedroso, C. A., Grigoletti, C. E., 2005. Effect of inclusion

- of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) associated or not with antibiotics in broilers. *Ciência Animal Brasileira* v. 6, n. 2, p. 79-85
- **Fuller R. 1973**; Ecological studies on the *Lactobacillus* Flora associated with the crop epithelium of the fowl. *Journal of Applied Bacteriology*, 36, 131-139.
  - **Fuller R et Turvey A. 1971**. Bacteria associated with the intestinal wall of the fowl. *Journal of Applied Bacteriology*, 34, 617-622.
  - **Fuller R., 1984**. Microbial activity in the alimentary tract of birds. *Proc. Nutr. Soc.*, 43, 55-61.
  - **Fuller R.; Houghton S.B; Brooker B.E. 1981**. Attachment of *Streptococcus faecium* to the duodenal epithelium of the chicken and its importance in colonization of the small intestine. *Applied and Environmental Microbiology* 41, 1433-1441.
  - **Gabriel I., Mallet S., Leconte M., Fort G., Naciri M., 2003**. Effects of whole wheat feeding on the development of coccidial infection in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 82, 1668-1676.
  - **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. [www.inra.fr/productions-animales/TAP2005/Gabriel255.pdf](http://www.inra.fr/productions-animales/TAP2005/Gabriel255.pdf)
  - **Gadoud R, Joseph M.M., Jussiau. R., 1992**. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Collection INQP, pp.225-245.
  - **Ghadban, G. S., 2002**. Probiotics in broiler production. *Rev. Arch. Geflügelk.*, 66 (2): 49 – 58.
  - **Ghafoor, A., Naseem, S., Younus, M., and Nazir, J., 2005**. Immunomodulatory Effects of Multistrain Probiotics (Protexin™) on Broiler Chicken Vaccinated Against Avian Influenza Virus (H9). *Poult. Sc.*, 4 (10): 777-780.
  - **Gong J., Forster R.J., Yu H., Chambers J.R., Wheatcroft R., Sabour P.M., Chen S., 2002**. Molecular analysis of bacterial populations in the ileum of broiler chickens and comparison with bacteria in the cecum. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 41, 171-179.
  - **Gournier-Château, N., Larpent, J. P., Castellanos, M.I., Larpent, J. L., 1994**. Les probiotiques en alimentation animale et humaine. ED. TEC et DOC-Lavoisier. Paris.

- ✱ • **Grajek, W., Olejnik, A., and Sip, A., 2005.** Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *ACTA Biochimica. Polonica.*, Vol. 52 N°. 3: 665–671.
- **Guillot JF.1998,** Dossier : Flore microbienne, les probiotiques en alimentation Animale. *Cahier Agriculture.* pp. 49 – 54.
- **Hepner G ; Fried R ; St Jeor S : Fusetti L ; Morin R. 1979,** Hypocholesterolemic effect of yogurt and milk. *American Journal of Clinical Nutrition,* 32,19-24.
- **Herich, R., Levkut. M., 2002.** Lactic acid bacteria, probiotics and immune system. *Vet. Med.,* 47(6): 169–180.
- **Herzig, I., Gopfert, E., Pisarikova, B., Strakova, E., 2003.** Testing of growth promoting and protective activity of the probiotic lactiferm in weaned piglets. *Acta. Vet. Brno.,* 72: 331-338.
- **Hoebler .C. et Nicol.G. 2004.** La barrière intestinale Et l'action des probiotiques. [www.nantes.inra.fr/content/download/1718/23713/file/Probiotique.pdf](http://www.nantes.inra.fr/content/download/1718/23713/file/Probiotique.pdf).
- **Isolauri, E., Sütas, Y., Kankaanpää, P., Arvilommi, H., and Salminen, S., 2001.** Probiotics: effects on immunity. *Am. J. Clin. Nutr.,* Vol. 73, No. 2, 444-450.
- **Ivanković, S., Kralik, G., Milaković, Z., Bogut, I., 1999.** Effect of the probiotic vebac. *Acta. Agraria. Kaposvariensis.,* Vol 3. No 2: 353-360.
- **Jansman A.J.M., van der Klis J.D., Lemme A., Petri A., 2003.** Effects of dietary protein content and ingredient composition on the growth performance and microbial activity in the digestive tract of broilers. *WPSA, 14th European Symposium of Poultry Nutrition.* Lillehammer, Norvège, 10-14 août 2003, 172-173
- **Jernigan M.A ; Miles R.D, 1985;** probiotics in poultry nutrition .Areview.*World's Poultry Science Journal,* (1985)99-170.
- **Jin, I. Z., Ho,Y. W., Abdullah, N., and jalaludin, S., 2000.** Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with lactobacillus cultures. *Poult. Sci.,* 79: 886-891.
- **Johri, T.S., 2004.** Dietary additives for enhancing nutritional value of feeds. *FAO*
- **Kabir, S.M.L., Rahman, M.M., Rahman, M.B., M.M. Rahman and S.U. Ahmed., 2004.** The Dynamics of Probiotics on Growth Performance and Immune Response in Broilers. *Poult. Sc.,* 3 (5): 361-364.
- **Karaoglu, M., and Durdag, H., 2005.**The Influence of Dietary Probiotic

(*Saccharomyces cerevisiae*) Supplementation and Different Slaughter Age on the Performance, Slaughter and Carcass Properties of Broilers. *International Journal of Poult. Sci.*, 4 (5): 309-316.

- **Kim W.S., Tanaka T., H., K., Shimazaki K., 2002.** Lactoferrin-binding proteins in *Bifidobacterium bifidum*. *Biochem. Cell Biol.*, 80, 91-94.
- **Kimura N., Mimura F., Nishida S., Kobayashi A., Mitsuoka T., 1976.** Studies on the relationship between intestinal flora and cecal coccidiosis in chicken. *Poult. Sci.*, 55, 1375-1383.
- ✘ **Klaenhammer, T. R., 2000.** Probiotic Bacteria: Today and Tomorrow. *J. Nutr.*, 130: 415-416.
- **Knarreborg A., Simon M.A., Engberg R.M., Jensen B.B., Tannock G.W., 2002.** Effects of dietary fat source and subtherapeutic levels of antibiotic on the bacterial community in the ileum of broiler chickens at various ages. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 5918-5924.
- **Kralik, G., Milaković, Z., Ivanković, S., 2004.** Effect of probiotic supplementation on the performance and the composition of the intestinal microflora in broilers. *Acta. Agraria Kaposvariensis* ., 8(2): 23-31.
- **Krehbiel, C. R., Rust, S. R., Zhang, G., and Gilliland, S. E., 2003.** Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *J. Anim. Sci.*, 81: 120–132.
- **Kuçukersan, K., Tuncer,S.D., Sanli, Y., Midilli, M., Goncuoglu, E., Kuçukersan, S., and Tan, H., 2002.** The effects of dietary stabilized rumen extract (SRE) and virginiamycine on performance and carcass yield of broilers. *Méd. Vét.*, 153(11) : 723-726.
- **Kung, L. Jr., 2001.** Direct-fed microbials and enzymes for dairy cows. Department of Animal & Food Sciences. University of Delaware.
- **Lan, P. T. N., Sakamoto, M., et Benno, y., 2004.** Effects of two probiotic lactobacillus strains on jejunal and cecal of microbiota broiler chicken under acute heat stress condition as revealed by molecular analysis of 16S rRNA genes. *Microbial. Immunol.*, 48(12) : 917- 929.
- **Larbier. M et Leclercq. B .Novembre 1992 ;** journal officiel de la C.E.E). Communauté Economique Européenne ; Nutrition et alimentation des volailles. INRA. Paris.
- **Lee, K.W., Lee, S. K. and Lee, B. D.; 2006.** *Aspergillus oryzae* as Probiotic in Poultry. *Poult. Sci.*, 5 (1): 01-03.
- **Lima E. T., and Andreatti Filho, R. L., 2005.** Bacteriocins: nomenclature,

detection, mechanism of action and potential use in poultry production. *J. Food, Agri. Environ.*, 3 (2):62-66.

- **Lu J., Idris U., Harmon B., Hofacre C., Maurer J., Lee M.D., 2003.** Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69, 6816-6824.
- **Mallet S., Bouvarel I., Lessire M., 2001.** Facteurs de variation de la microflore intestinale des oiseaux domestiques : impact de l'alimentation. 4e Journ. Rech. Avicoles. Nantes, France, 27-29 mars, 159-164
- **Marteau, P., 2001.** Safety aspects of probiotic products. *Scand. J. Nutr.*, 45:8-12.
- **Mathlouthi N., Mallet S., Saulnier L., Quemener B., Larbier M., 2002.** Effects 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.*, 51, 395-406.
- **Mercenier, A., Gaskins, R., D. Berg, R., Cortesy, B., Delespesse, G., Gill, H., Grangette, C., and Pouwels, P. H., 2002.** Probiotics and the Immune System. *Immunol Today.*, 18: 335-343.
- ✱ **Moreira, J. L. S., Mota, R. M., Horta, M. F., Teixeira, S. MR., Neumann, E., Nicoli, J. R. and Nunes, A. C., 2005.** Identification to the species level of *Lactobacillus* isolated probiotic prospecting studies of human, animal or food origin 16S-23S rRNA restriction profiling. *BMC. Microbiol.*, 5:15.
- **Murry, A.C., A Hintonjr, J. R and Morrison, H., 2004.** Inhibition of growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and *Clostridia* on chicken feed media by *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum* perfringens. *International journal of poultry science.*, 3 (9): 603-607.
- **Netherwood, T., Gilbert, H. J., Parker, D. S., and O DONNELL, A. G., 1999.** Probiotics shown to change bacterial community structure in the avian gastrointestinal tract. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65(11) : 5134-5138.
- **Nguyen H.A. 1990 ;** effets zootechniques et sanitaires du biorégulateur Paciflor N, D. *Groupement Technique vétérinaire*, 6(1990)39-52.
- **O'Sullivan, G.C., Kelly, P., O'Halloran, S., Collins, C., Collins, J.K., Dunne, C., and Shanahan, F., 2005.** Probiotics: An Emerging Therapy. *Curr. Pharm. Design.*, 11: 3-10.
- **Oliveira, G. H., Junior, A. B.; Barrow, P. A., 2000.** Prevention of salmonella infection by contact using intestinal flora of adult birds and/or a mixture of organic acids. *Braz. J. Microbiol.*, 31:116-120.

- **Orban J.I., Patterson J.A., Sutton A.L., Richards G.N., 1997.** Effect of sucrose thermal oligosaccharide caramel, dietary vitamin-mineral level, and brooding temperature on growth and intestinal bacterial populations of broiler chickens. *Poult. Sci.*, 76, 482-490.
- **Oulmane, 1989.** utilisation des antibiotiques en tant que facteurs de croissance dans l'alimentation de la volaille cas de la virginamycine. Thèse ingénieur d'agronomie. INA. EL HARACH. Pp.137-138.
- **Pascual, M., Hugas, M., Badiola, J. I., Monfort, J. M., and Garriga, M., 1999.** *Lactobacillus salivarius* CTC2197 Prevents *Salmonella enteritidis* Colonization in Chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65(11) : 4981-4986.
- **Pelicano, E. R. L., De Souzaa, P. A., De Souzaa, H. B. A., Leonel, F.R., Zeola, N.M.B. L., Boiago, M. M., 2004.** Productive traits of broiler chickens fed diets containing different growth promoters. *Rev. Bras. Cienc.*, 6 (03) :177-182.
- **Percival, M., 1997.** Choosing a Probiotic Supplement. *Clinical. Nutrition. Insights.* Vol. 6, No.1.
- **pothier.1987** ; Les facteurs de croissance en aviculture. Etude générale.
- **Ramirez Reyes, B., Zambrano Santisteban, O., Ramirez Pérez, Y., Rodriguez Valera, Y., Morales Medina, Y., 2005.** Evaluaci3n del efecto probiotico del *Lactobacillus* spp. Origen aviar en pollitas de inicio reemplazo de la ponedora comercial en los primeros 42 dias de edad. *Redvet.* Vol. VI, N° 09.
- **Rolfe, R. D., 2000.** The Role of Probiotic Cultures in the Control of Gastrointestinal Health. *J. Nutr.*, 130: 396-402.
- **Rotz, C. A., 2004.** Management to reduce nitrogen losses in animal production. *J. Anim. Sci.*, 82: 119-137.
- **S.Achache et J.P.Magnol ; 1983.** cancérologie vétérinaire et comparée générale et appliquée. Maloine S. A. Editeur, Paris.
- **Sais .M. 2003,** Essai d'évaluation de l'utilisation d'un additif microbien probiotique « Bactocell » comme facteur de croissance du poulet de chair. Thèse ingénieur d'agronomie. Université de Saad Dahleb de Blida.
- **Salminen, S., Wright A., Morelli, L., Marteau, P., Brassart, D; De Vos, W.M., Fondén, R., Saxelin, M., Collins, K., Mogensen, G., Birkeland, S.E., Mattila- Sandholm, T., 1998.** Demonstration of safety of probiotics -- a review. *Int. J. Food. Microbiol.*, 44(1-2):93-106.



- **Salminen, S., 1999.** Probiotics: Scientific Support for Use. Food Technology., Vol. 53, N° 11.
- **Salminen, S., 2001.** Human studies on probiotics: Aspects of scientific documentation. Scand. J. Nutr., 45:8-12.
- **Sanders, M. E., 1999.** Probiotics. Food. Technol. vol. 53, no. 11.
- **Sanders, M. E., 2001.** Lactic acid bacteria and human health. Dairy and Food culture technologies, USA., 73:361–364.
- **Schrezenmeir, J and De Vrese, M., 2001.** Probiotics, prebiotics, and synbiotics approaching a definition. Am. J. Clin. Nutr., 73(2): 361-364.
- **Sillanpaa, J, 2001.** Tissue-Adherence in lactic acid bacteria: Identification and characterization of the collagen-bindings S-layer protein of lactobacillus crispatus. University of Helsinki.
- **Silva, E. N., Teixeira, A. S., Bertechini, A. G., Ferreira, C. F., Ventura, B. G., 2000.** Performance the broiler forchickens in diets with probiotics, antibiotics, and two different phosphorus sources. Cienc. Agrotec. Lavras, v.24, p. 225-232.
- **Singleton. P. 1999.** Bactériology, 2<sup>ème</sup> cycle. 4<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris, pp.331.
- **Smith H.W., 1965.** Observations on the flora of the alimentary tract of animals and factors affecting its composition. J. Pathol. Bacteriol., 89, 95-122.
- ✕ • **Soomro, A.H., Masud, T. and Anwaar, K., 2002.** Role of lactic acid bacteria (LAB) in Food Preservation and Human Health. Rev. Pakistan Journal of Nutrition., 1(1) : 20-24.
- **Strompfova, V., Laukova, A., Mudronova, D., 2003.** Effect of Bacteriocin-Like Substance Produced by Enterococcus faecium EF55 on the composition of Avian Gastrointestinal Microflora. Acta. Vet. Brno.,72: 559-564.
- **Suvarna, V. C., and Boby., V. U., 2005.** Probiotics in human health: A current assessment. Current. Science., Vol. 88, No. 11, 10.
- **Suzuki K., Kodam Y., Mitsuoka T., 1989.** Stress and intestinal flora. Bifidobact. Microflora, 8, 23-38.
- **Siwicki, A.K., Bielecka, M., Wjcik, R., Biedrzycka, E., Smoragiewicz, W., Orłowski, A., Małaczewska, J., Kask, S., 2005.** Effect of selected probiotics on non-specific cellular and humoral defense mechanisms and protection against salmonellosis – experimental study in broiler chicken. Roadshow 3. Guthealth Support

- **Tannock G.W, Szylit O, Duval Y. 1982,** Raubaud P. colonization of tissue surfaces in the gastrointestinal tract of gnotobiotic animals by Lactobacillus strains. Canadian Journal Of Microbiology. 28, 1196-1198.
- **Toma, M. M., Raipulis, J., Kalnina, I. and Rutkis, R., 2005.** Effect of Probiotic Yeast on Genotoxicity. Food Technol. Biotechnol., 43 (3): 301-305.
- **Van Belkum, M. J., and Stiles. M. E., 2000.** Nonantibiotic antibacterial peptides from lactic acid bacteria. Nat. Prod. Rep., 17: 323-335.
- **Van den Bogaard A. E., Stobberingh, E.E., 2000.** Epidemiology of resistance to antibiotics Links between animals and humans. International Journal of Antimicrobial Agents., 14 : 327-335.
- **Vienot Emeline.1999 ;** probiotiques performances et qualitee des litières améliorées, filière avicoles N°613 (9)1999.
- **Vittorio, S. A., Mauro, F., Carla, B., Giovanna, D. D., Giovanni, S., Eric, C., 2005.** Effets de l'addition de pediococcus acidilactici dans la ration de poulets de chair sur les performances zootechniques et la microflore intestinale. Sixièmes journées de la recherche avicole. S.Malo.
- **Weurding R.E., 2002.** Kinetics of starch digestion and performance of broiler chickens. Thèse Université de Wageningen.
- **White et Mc Dermott, 2001.** Emergence and Transfer of antibacterial resistance. J. Dairy Sci., 84: 151-155.
- **Wolter. R., Henry. N., 1987.** Bactérie lactiques et alimentation animale. Bulletin d'information de la station expérimentale d'aviculture de ploufragon, 27, pp.108 – 119.
- **Wood, M. T., 1998.** The use of EM in the poultry industry. Sustainable community development, L. L. C.
- **Xia M.S., Hu C.H., Xu Z.R., 2004.** Effects of copper-bearing montmorillonite on growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal microflora and morphology of male broilers. Poult. Sci., 83, 1868-1875.
- **Yeo, J., and kim, k. i., 1997.** Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal uréase activity in broiler chicks. Poult. Sci., 76: 381-385.
- **Zacconi, C., Scolari, G., Sarra, P. G., 1999.** Effect of administration of Lactobacillus salivarius and lactic microflora in chick digestive tract. Annali di Microbiologia ed Enzimologia.

- **Zhu X.Y., Zhong T., Pandya Y., Joerger R.D., 2002.** 16S rRNA-based analysis of microbiota from the caecum of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68,124-137.
- **Zoetendal E.G., Akkermans A.D.L., Akkermans-van Vliet W.M., deVisser J.A.G.M., deVos W.M., 2001.** The host genotype affects the bacterial community in the human gastrointestinal tract. *Microb. Ecol. Health Dis.*, 13, 129-134.