Microbiote digestif du poulet
Fonctions au niveau digestif

Irène Gabriel (URA)
Isabelle Bouvarel (ITAVI)
Christine Leterrier (UMR-PRC)



INRA Centre Val de loire
37 380 NOUZILLY
FRANCE

Comité Thématique ALIMENTATION des volailles de l'UMT-BIRD;
Groupe Microbiote digestif - 14/05/13 - Nouzilly



Microbiote digestif du poulet

Fonctions au niveau digestif



Irène Gabriel

Equipe Dynamiques Nutritionnelles
Unité de Recherches Avicoles
INRA Nouzilly, Centre de Tours-Orléans



INRA
SCIENCE & IMPACT



Les habitants du TD des oiseaux

Eucaryote

Cestodes *Railletina* (intestin grêle)
Davainea (duodénum)







Acaridia galli

Nématodes *Heterakis gallinarum* : petit ver nématode blanchâtre (caeca)
Capillaires (jabot, intestin grêle)
Acuaria : A.spiralis et A. nasata (jabot, gésier)
Ascaridia galli



Capillaires

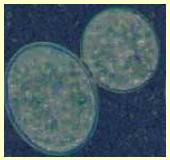
Protozoaires Ex : Coccidies Eimeria
Champignon **Levures** Ex : Candida albicans



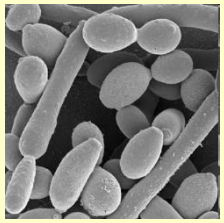
Heterakis gallinarum



Acuaria



Eimeria



Candida albicans



Methanobrevibacter

Archées



Procaryotes **BACTERIES**



Virus 10^{10} / mm^3 (Homme; Lepage, et al, 2008)

Bactériophages (Letarov et Kulikov, 2009)



Maladie de Newcastle : Paramyxovirus sérotype 1 : PMV 1

Les habitants du TD des oiseaux

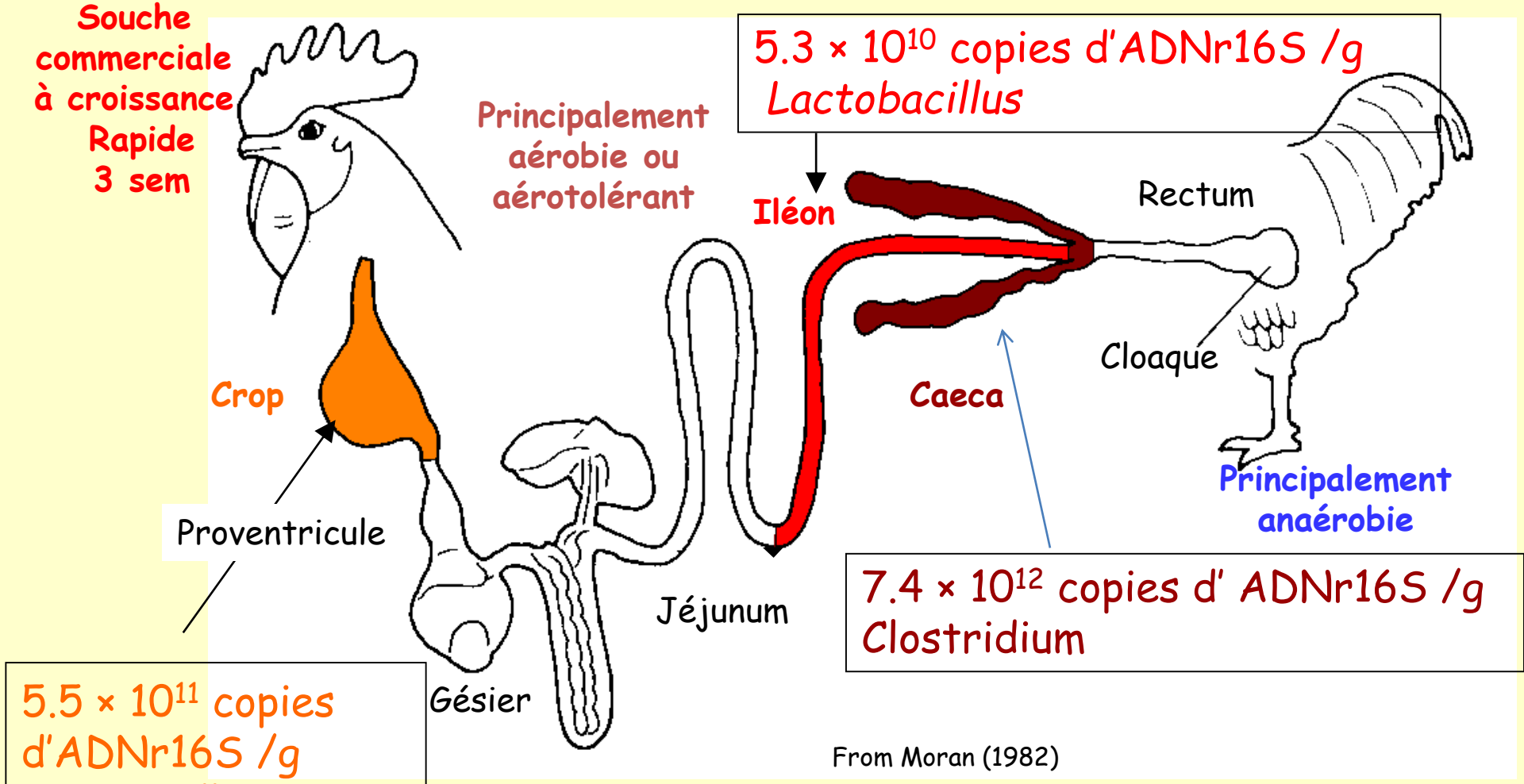
	Intestin grêle (Kim et Mundt, 2011)	Caeca (Danzeisen et al, 2011)
Bactéries	92%	97,1%
Archées	0,4%	2,1%
Eucaryotes	4,2%	0,5%
Virus	3,8%	0,3%





Parmis les séquences assignées (50%)

Microbiote digestif le long du tractus gastrointestinal



Guardia *et al.* (2011)

Caeca : + 750 OUT (operational taxonomic units)

(Danzeisen *et al.*, 2011; Moore *et al.*, 2011; Nordentoft *et al.*, 2011)

Etape clé dans le développement du microbiote : Son implantation

Poule (tractus génital)
Couvoir : désinfection

Eclosoir : désinfection
Stress : Manipulation, Vaccin
Transport (caisse)

Mise en place (Démarrage) :

Embryon : Très faible charge bactérienne 10^5-10^7/g (Impact ?)

≠ contact avec le microbiote fécale de la poule

Contact avec la litière (copeau ≠ paille …)
Fientes des autres individus (coprophagie)







Influence des conditions post-éclosion sur le développement du microbiote

Le sac vitellin doit-il être vidé ?



Vidange du sac vitellin comme en milieu naturel

Permet d'éviter un site d'infection

Ne pas attendre la vidange complète du sac vitellin avant réalimentation

L'alimentation permet la stimulation des fonctions digestives
(Travaux au Rehovot)

Différence selon l'origine génétique ?

Conséquence du jeûne post-éclosion ?

Pas de substrat exogène dans les contenus digestifs

⟶ Favorise des bactéries capables d'utiliser des sources endogènes (mucus, cellules desquamées)



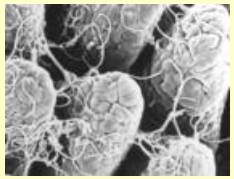
Microbiote digestif

Peut être considéré comme un organe du TD (Lyte, 2010)



Utilise des nutriments
Produit des métabolites
Reconnait et synthétise des hormones neuroendocrines
Interagirait avec les système nerveux du TD

Produit de la biomasse cellulaire comme l'épithélium digestif





Interactions hôte / microbiote digestif

Le microbiote digestif et l'hôte co-évoluent après leur premier contact

Considéré comme un super-organisme avec de nombreuses interactions entre le microbiote et les cellules de l'hôte (Lederberg, 2000)

Relation de type mutualiste (à l'équilibre)

Facteurs modulant le microbiote



- Premier inoculum



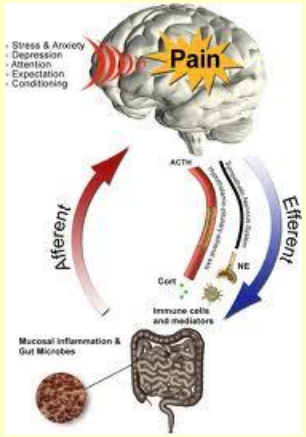






- Matières premières de l'aliment
- Structure de l'aliment
- Additif alimentaires (AFC, alternatives aux AFC)

- Stress (Suzuki et al., 1989)



- Système nerveux



- Environnement d'élevage

- Génétique de l'hôte



Fonctions du microbiote digestif

Symbiose

Hôte ⇄ Nutriments ⇄ Bactéries

Dégradation des composés alimentaires non digestibles + Métabolisme bactérien → Métabolites

↓

Physiologie digestive

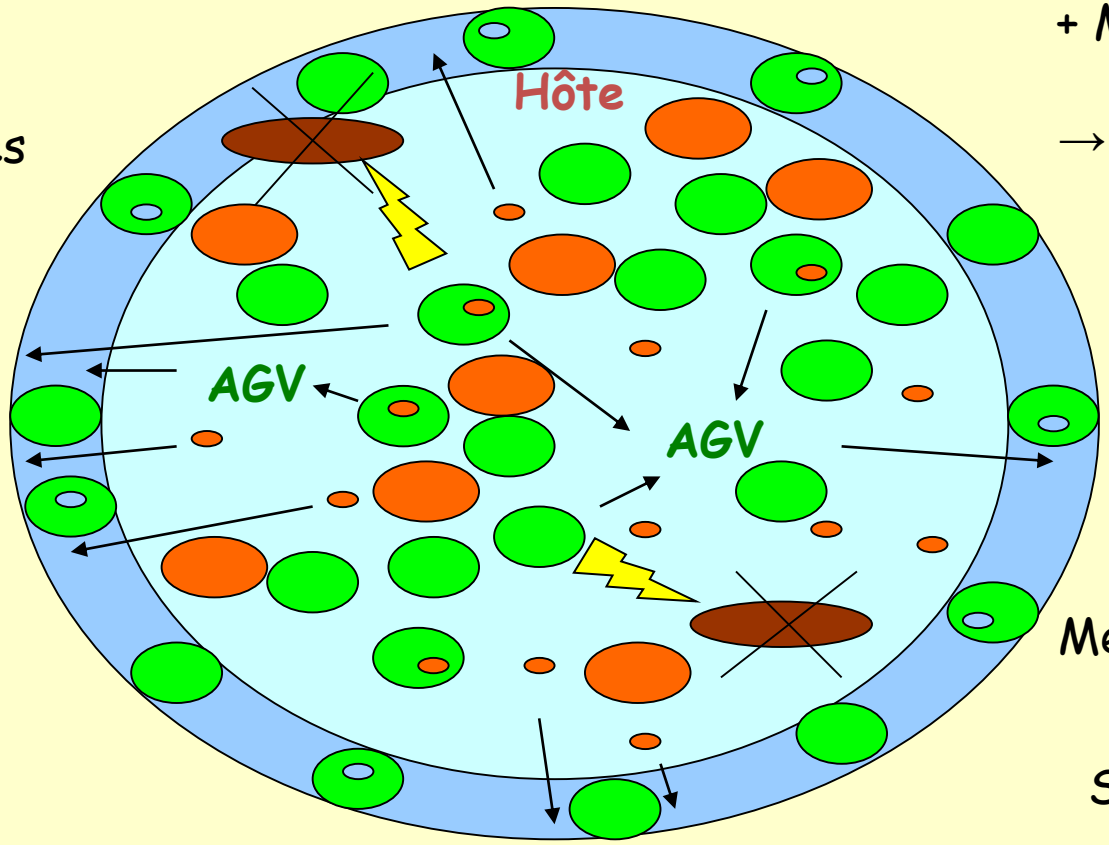
Digestion

Métabolisme de l'hôte

Système nerveux central

Protection contre les pathogènes

Développement du Système Immunitaire Intestinale



Destruction de bactéries pathogènes

Micro-organismes pathogène

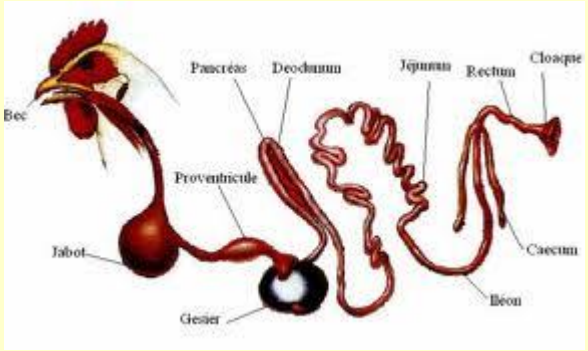
Bactéries commensale

Aliment

Nutriment issus de l'alimentation

Composant du mucus

Effet du microbiote digestif sur la santé digestive



Effet barrière : protection contre les microorganismes pathogènes

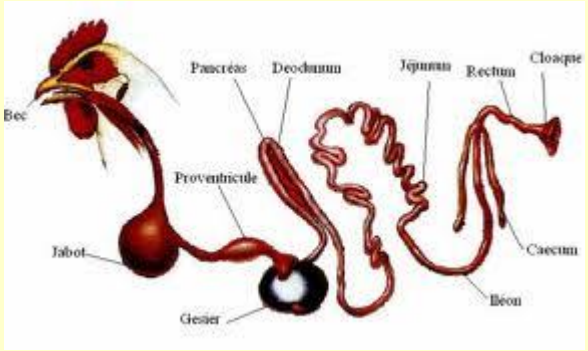
Stimulation du système immunitaire
(Ismail and Hooper, 2005; Sharma et al., 2010)

➡ Etat d'inflammation permanent (Klasing et al., 1991)

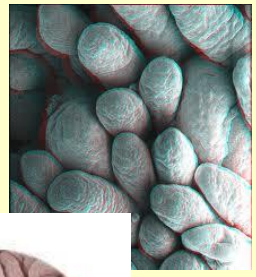
Production de substances toxiques

Détoxification de certains composants

Effet du microbiote digestif sur la physiologie digestive



Microbiote digestif ⟶ Appareil digestif



Développement
Morphologie
Fonctions digestives
Production de mucus
Motricité gastro-intestinale
Sensibilité viscérale

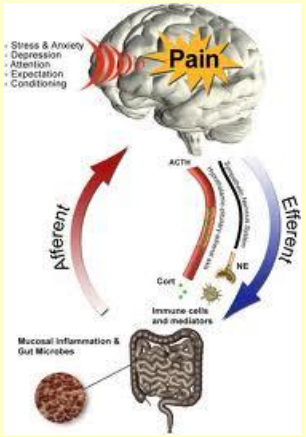


Système nerveux entérique

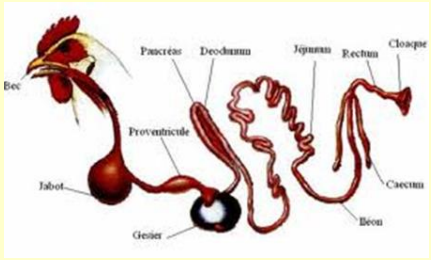
Système nerveux central

Relations neurone, neuroendocrine, neuroimmunité, humoral

Brain-Gut Axis



Effet du microbiote digestif sur la digestion



Jabot

Hydrolyse bactérienne de l'amidon (Szylit et al 1980; Champs et al 1981)

Intestin grêle

Compétition avec l'hôte
Hydrolyse de composants non hydrolysable par l'hôte

Absorption des glucides et acides aminés dans l'IG et les caeca (Moreto et Planas 1989)

Importance quantitative ?

Caeca

Fermentation des composés non digérés — Mead, 1997
Métabolisme bactérien de l'acide urique

⟶ Acides gras à chaine courte ⟶ Absorption

3-4% voire 10-12% de l'apport énergétique (Jozefiak et al., 2004)

⟶ NH3 ⟶ Absorption ⟶ Aa non essentiels (Vispo and Karasov, 1997)

Importance quantitative ?

Effet du microbiote digestif sur la digestion

Lipides

Chez le jeune poulet de 3 semaines ; Conventionnel / Axénique



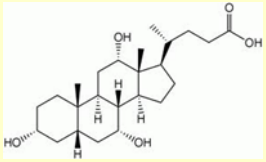
Baisse de la digestibilité fécale apparente
(Boyd and Edwards, 1967, Kussaibati et al., 1982)

2 points pour de l'huile végétale
10 points pour des graisses animales

Microbiote (Boyd and Edwards, 1967)

↘ Digestibilité des ag saturés (acide palmitique et stéarique)
= Digestibilité des ag non saturés (acide oléique et linoléique)

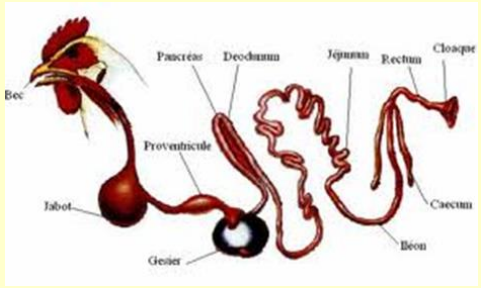
Déconjugaison des sels billiaires (Ex : Lactobacillus)
(Kim and Lee, 2005)



Modification de digestibilité FECALE

Biomasse bactérienne (lipides, protéines)

Effet du microbiote digestif sur la digestion



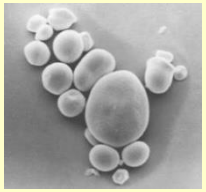
Protéines (Salter 1973; Salter and Fulford, 1974; Kussaibati et al. 1982)

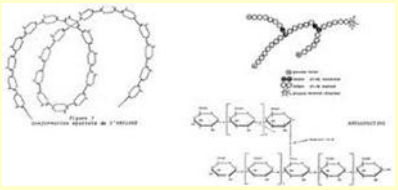
Dépendrait de la sensibilité à l'hydrolyse des protéines
Les bactéries peuvent hydrolyser des protéines résistantes aux enzymes de l'hôte



Glucides : amidon

Aucun effet observé avec de l'amidon de maïs (Kussaibati et al 1982)





Minéraux et vitamines

Contribution du microbiote à la nutrition minérale et vitaminique

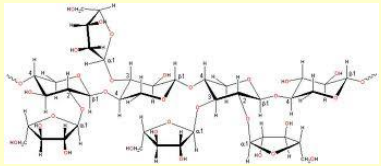
Effet du microbiote digestif sur la digestion

Energie métabolisable

Effet positif ou négatif
(Kussaibati et al. 1982;
Furuse and Okumura, 1994)

AGCC

Acétate
Propionate
Butyrate



Polysaccharides non amylacés hydrosolubles

Responsable de l'augmentation de la viscosité des contenus digestifs

Le microbiote pourrait être impliqué dans l'effet négatif observé sur la digestion (Bedford and Cowieson, 2012)
Ne serait pas le facteur principal (Maisonnier et al 2003)



Pratique de la coprophagie des poulets

Jusqu'à 6,3% de l'ingéré chez le jeune (Malone et al., 1983)

Consommation de la biomasse bactérienne (protéines, vitamines)

Importance quantitative ?

Relation entre digestion et microbiote digestif



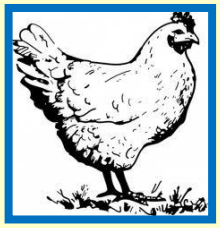
Sélection divergente pour l'EMAn depuis 8 générations

(URA; Mignon-Grateau et al., 2004)

Régime riche en blé Rialto (52%) et lipide (6%)



D+





D-



D+ : AMEn supérieure de 34% par rapport aux D-

Microbiote digestif des forts AMEn par rapport aux faibles AMEn

Contenus digestifs

	Iléon	Caeca
Toutes bactéries	TTGE : Profils différents (R=0,29)	TTGE : Profils différents (R=0,61)
Lactobacilles	*L. crispatus* : TTGE (-)	*Lactobacillus* : qPCR (/3) *L. salivarius* : qPCR (/2) *L. crispatus* : qPCR (/5) *
Clostridies	LOFS (1) : TTGE (+) *C. coccoides* (2) : qPCR (x5)	*C. Leptum* (3) : qPCR (x2)
Entérobactéries	*E. coli* : qPCR (/4)	*E. coli* : TTGE (-) qPCR (/2,5)

(1) Long Organismes Filamenteux
(2) Producteurs d'AGCC, dont le butyrate à nombreux effets biologiques, et qui sont des modulateurs de l'immunité chez les Mammifères (Meijer et al, 2010)
(3) Producteurs d'AGCC, ce groupe bactérien comprenant *F. prausnitzii* ayant de nb effets bénéfiques sur la 'santé digestive'.

* $p<0,10$

Gabriel et al, 2012

Protein Starch

Clostridium *Lactobacillus* *E. coli*

D+





+25%





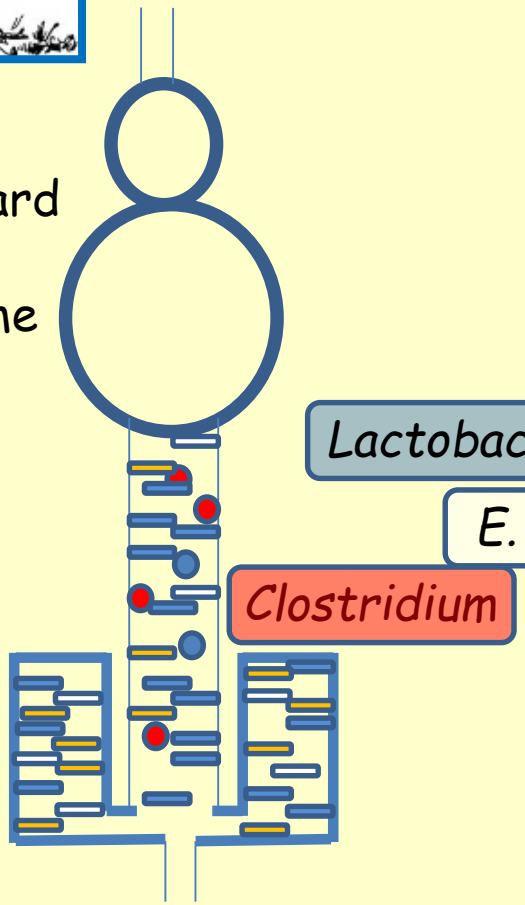
D-

High developed proventriculus gizzard complex
High retention time

↓

High digestible compounds

High developed caeca



High developed small intestine

High maintenance cost

High bacterial development

x 2

Effet du microbiote digestif sur la physiologie extra-digestive



Engraissement (Backed *et al.*, 2004; Cani *et al.*, 2007)

Système nerveux central avec des conséquences sur le comportement (Lyte, 2010; Diamond et al., 2011).

Augmentation des synthèses protéiques: + 6-8% (Muramatsu et al., 1987)
Foie (métabolisme et détoxification des produits bactériens) : +25%
Intestin (organe avec un fort renouvellement) : + 45%

Augmentation des besoins énergétiques (Furuse and Okumura, 1994)

Pathologies non digestives / Bien-être animal

Composants irritants (fermentation) dans la litière → Conjunctivitis / Problems respiratory
Dermatite de contact
Développement de pathogènes dans la litière

Conséquences sur les performance de croissance

Effet du microbiote digestif



Effets négatifs ☹

Compétition avec les enzymes de l'hôte dans l'intestin grêle

Stimulation du système immunitaire ⟶ Coût métabolique

Effets positifs ☺

Effet barrière
Stimulation du système immunitaire
Hydrolyse de l'amidon dans le jabot
Fermentation caecale (Energie issue des composants non digestibles)

↗ Adaptabilité aux changement environnementaux
(aliment, conditions d'élevage)

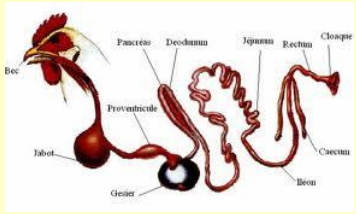
Effet du microbiote digestif

CONCLUSION : MICROBIOTE OPTIMAL



D'un point de vue de l'efficacité digestive

Conversion des composants non digestibles par l'hôte
en composants utilisables par l'hôte



D'un point de vue physiologique global de l'hôte

\+ meilleur rapport effet bénéfique / néfaste
pour le fonctionnement global

Ex : Stimulation de l'immunité pour protéger l'hôte
sans inflammation excessive
Ex : Métabolisme lipidique optimal

