



HAL
open science

Microbiote intestinal et santé digestive : état des lieux

Irène Gabriel

► **To cite this version:**

Irène Gabriel. Microbiote intestinal et santé digestive : état des lieux. Rencontres MSD Santé Animale, Santé intestinale et immunité chez la volaille, Sep 2014, Saint-Malo, France. 60 diapositives. hal-02795968

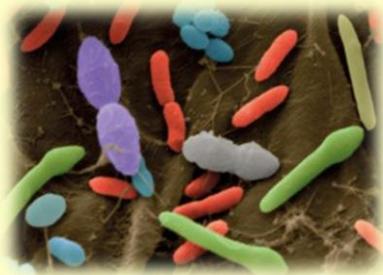
HAL Id: hal-02795968

<https://hal.inrae.fr/hal-02795968>

Submitted on 3 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Microbiote et santé digestive des volailles : Etat des lieux



Irène Gabriel

UR83 Recherches Avicoles
Centre Val de Loire
Nouzilly

1. Microbiote digestif

1.1. Composition

1.2. Facteurs modulant le microbiote

1.3. Effet du microbiote : sur le système digestif et la physiologie animale

1.4. Mode d'action du microbiote : local, systémique et central

2. Troubles digestifs non spécifiques

2.1. Manifestations dans les élevages

2.2. Causes potentielles

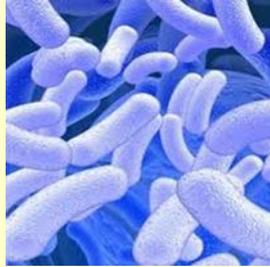
2.3. Hypothèses de mécanismes impliqués

2.3.1. Microbiote digestif

2.3.2. Inflammation

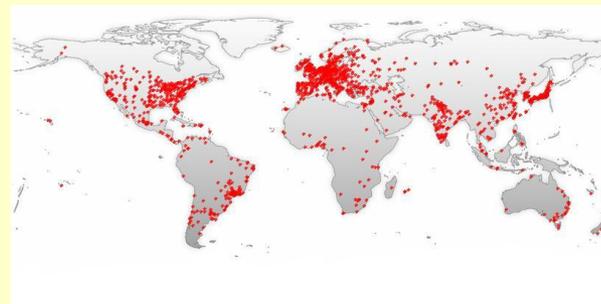
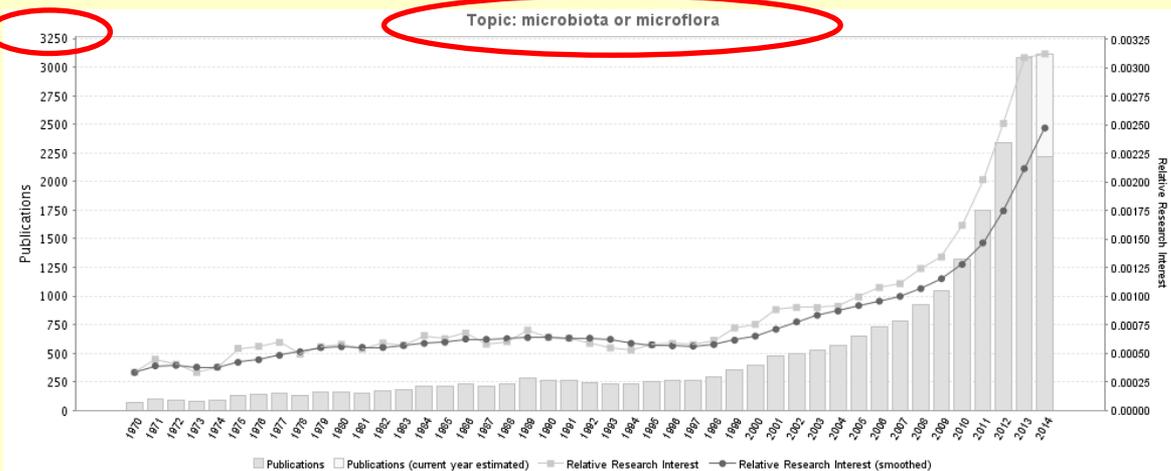
2.3.3. Métabolisme des tissus digestifs

1. *Microbiote digestif*



Importance / développement des travaux publiés sur le microbiote

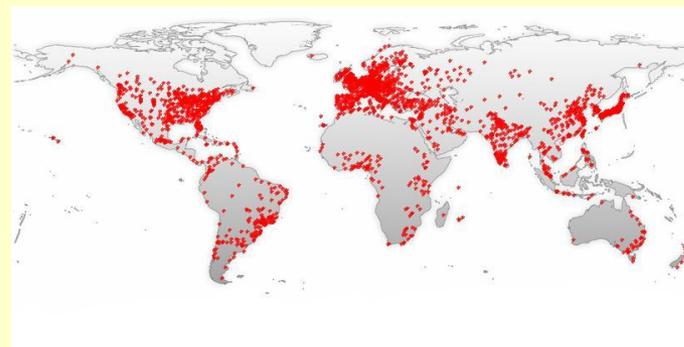
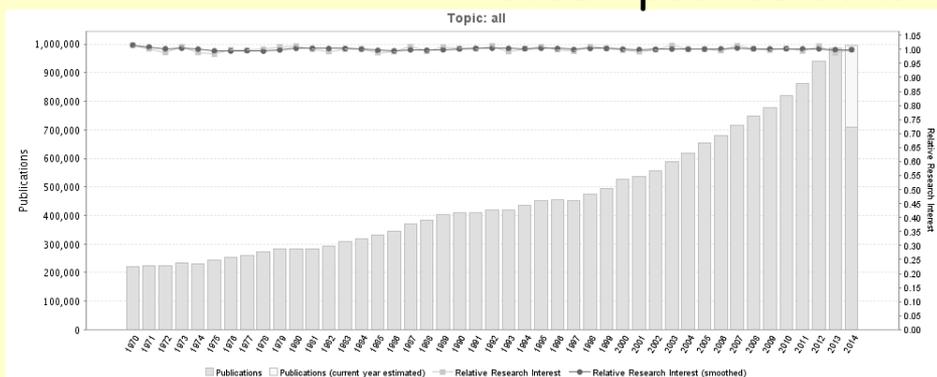
Tous les travaux sur le microbiote



Intérêt de recherche relatif :

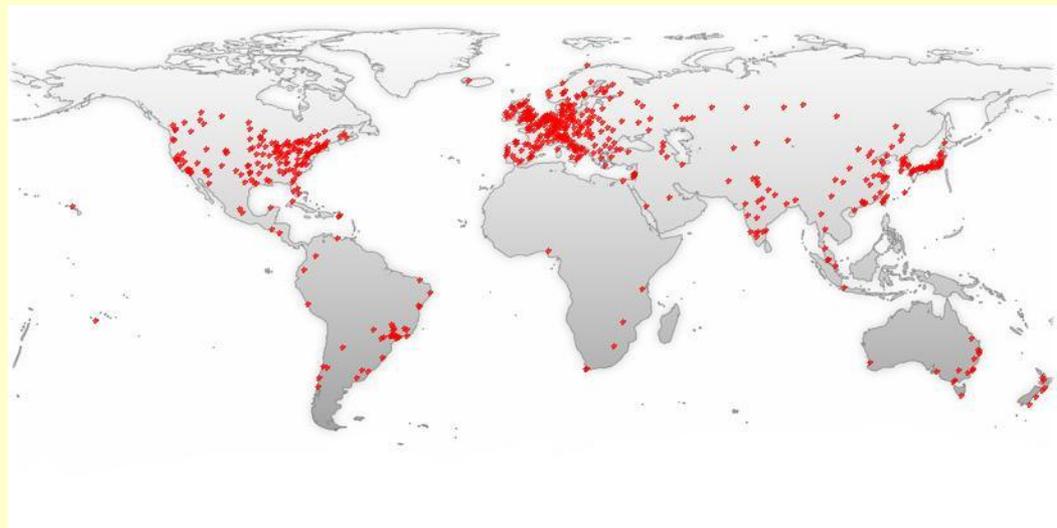
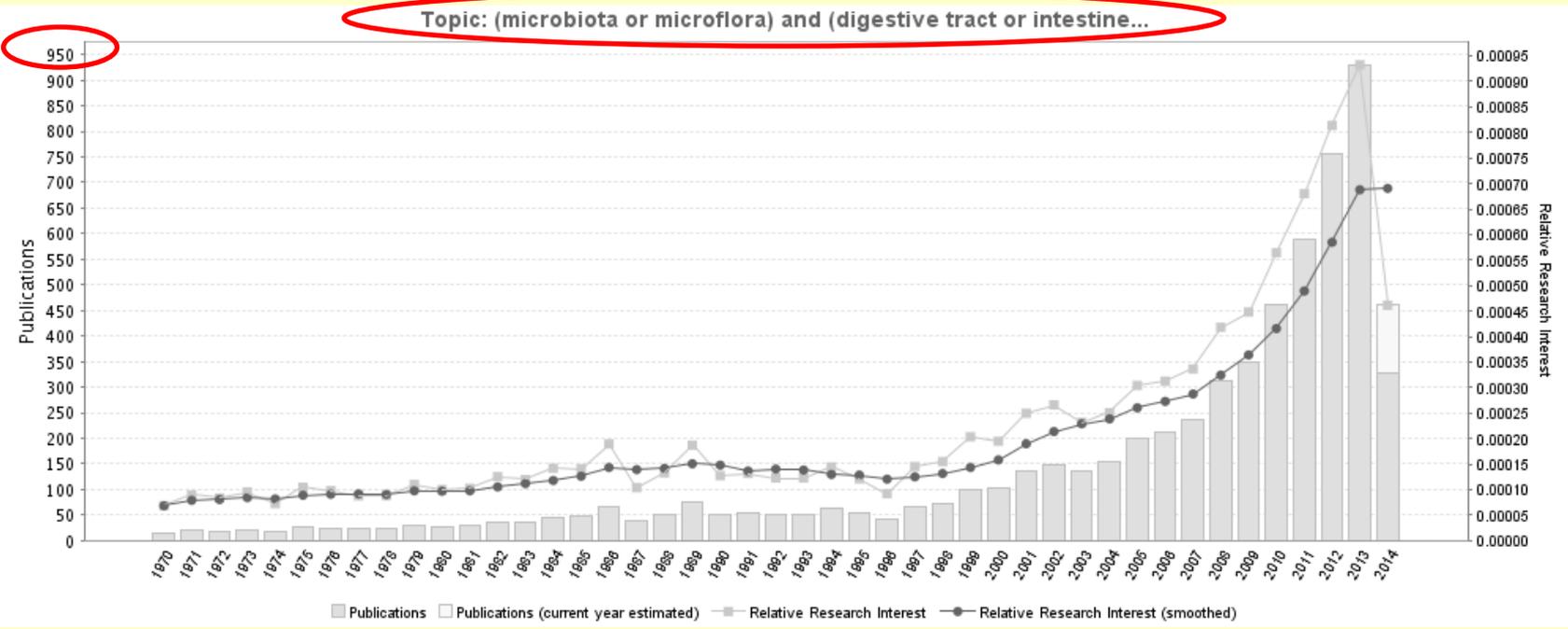
Valeur absolue par an divisée par le nombre de publications par an dans PubMed

Travaux publiés dans le monde médical



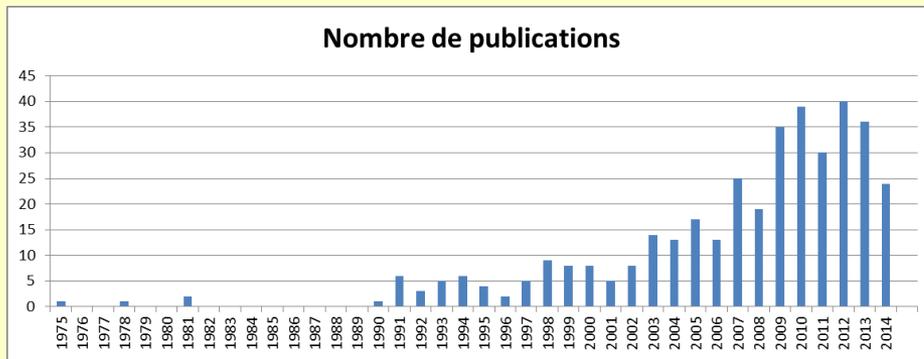
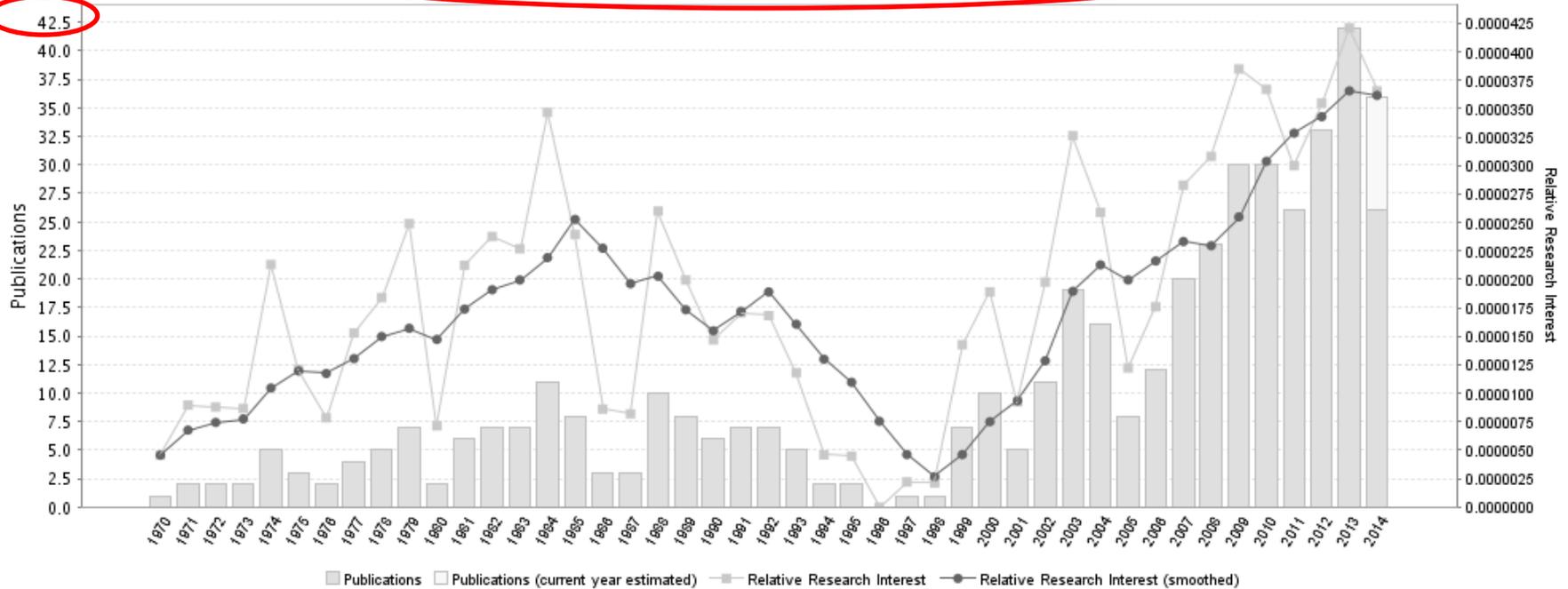
Le nombre de publications totales augmentent depuis 1970 (de 200 000 à 1 000 000 actuellement / an)

Tous les travaux sur le microbiote DIGESTIF chez l'HOMME



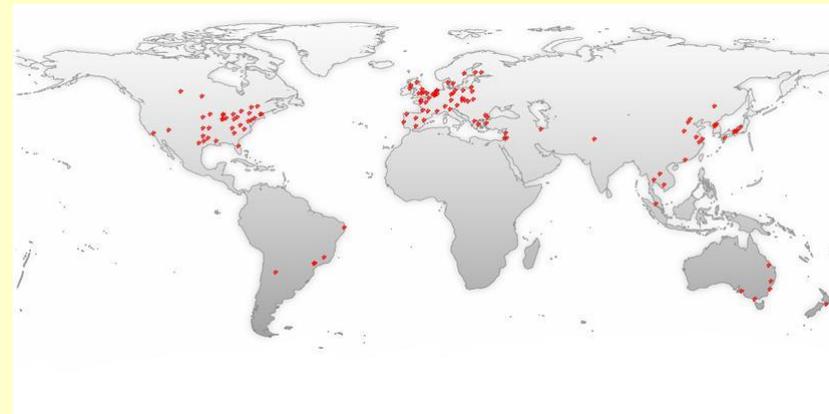
Tous les travaux sur le microbiote digestif chez les VOLAILLES

Topic: (microbiota or microflora) and (digestive tract or intestine...)



Web of Science

Relation microbiote digestif et IC
(Programme UE (ECO-FCE; 2013-2016))



<http://www.gopubmed.org/web/gopubmed/>

1.1. Composition du microbiote digestif des volailles



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 Champignon

Ex : Coccidies *Eimeria*

Levures

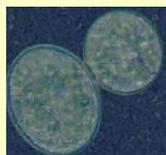
Ex : *Candida albicans*



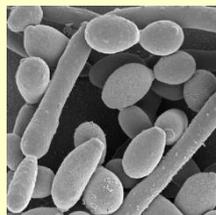
Heterakis gallinarum



Acuaria



Eimeria



Candida albicans



Methanobrevibacter

Archées



Procaryotes

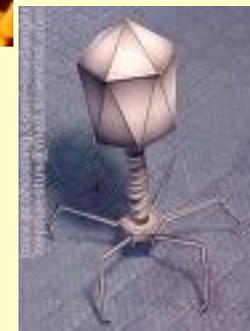
BACTERIES

Virus

$10^{10} / \text{mm}^3$ (Homme : Lepage, et al, 2008)

Bactériophages (Letarov et Kulikov, 2009; Reyes et al, 2012)

Maladie de Newcastle : Paramyxovirus sérotype 1 : PMV 1



Les habitants du TD des oiseaux



Intestin grêle

Caeca

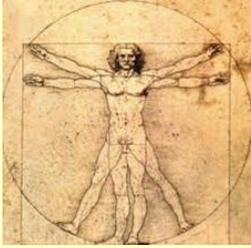
	Kim et Mundt, 2011*	Danzeisen et al, 2011	Sergeant et al, 2014
Bactéries	92%	97,1%	97,8%
Archées	0,4%	2,1%	0,04%
Eucaryotes	4,2%	0,5%	2,1%
Virus	3,8%	0,3%	0,1%

*50% de séquences assignées

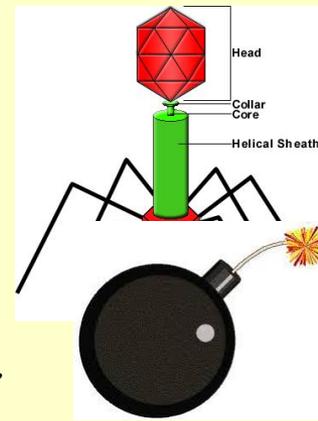
*47% de séquences assignées



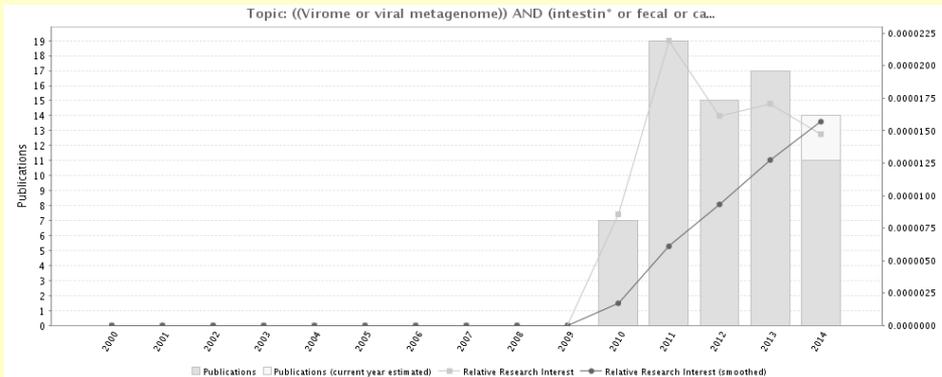
Virus Virôme (Métagénome viral)



Peu abondant : 0,1% des microorganismes
 Essentiellement des **bactériophages** et des **inconnus**
 Relation Bactérie / Virus : Proie / Prédateur
 Impliqué dans la **régulation** du microbiote bactérien
 Pourrait porter des fonctions bénéfiques pour l'hôte



Bases de données très incomplètes



2010 : 1^{ère} publication 2013 : 17 publications

(Minot et al, 2013; Glendinning et Free, 2014; Norman et al, 2014)



<http://www.gpubmed.org/web/gpubmed/>

Peu abondant : 0,1-3,8% des microorganismes

Virus d'eucaryotes

Virus ARN* (RT-PCR), Virus à ADN (PCR) (Pantin-Jackwood et al, 2008)

Virus à ARN* (pyroséquençage) (Day et al, 2010)

* Responsables de pathologies entériques et de maladies de production en aviculture



Champignons (Fungi)

Mycobiome



http://ag.arizona.edu/PLP/alternaria/online/picture_library/alternaria/japonica/pages/2172002.htm

Hume et al (2012)

Pyroséquencage ADNr 28S

23 espèces
(2 sem)



8 espèces
(3 sem)



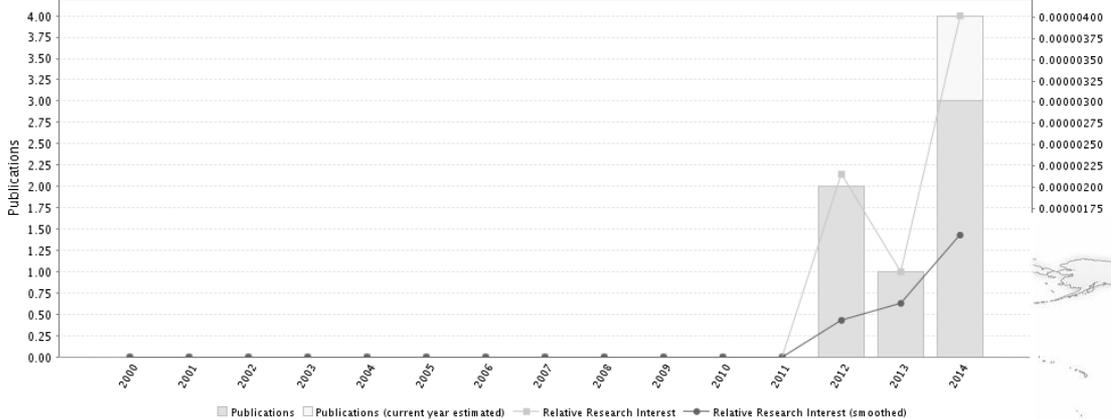
<http://extension.umaine.edu/ipm/ipddl/plant-disease-images/embellisia-pathogen-images/>



<http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/espece.php?idE=102>

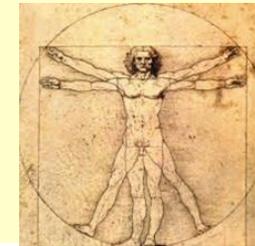


Topic: ((mycobiome)) AND (intestin* or fecal or caecal or colon)



1^{ère} publication : 2012

6 publications actuellement

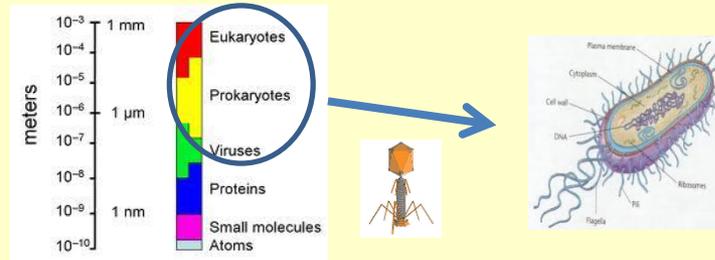


<http://www.gopubmed.org/web/gopubmed/>

Relation entre la **meiofaune** et les **troubles digestifs** (Norman et al, 2014)

Evolution des approches d'études du microbiote bactérien

Communauté complexe :
Principalement
des bactéries



Une grande majorité non facilement cultivable (70-90%)

Approches
culturales



Approches indépendantes de la culture
Méthodes moléculaires basées sur d'ADNr 16S

Méthodes qualitatives

5S

Empreintes moléculaires

23S

Méthodes quantitatives

16S

Hybridation in situ par fluorescence (FISH)

PCR quantitative

Clonage

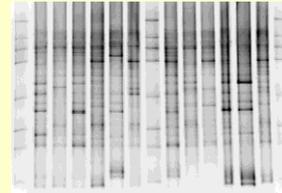


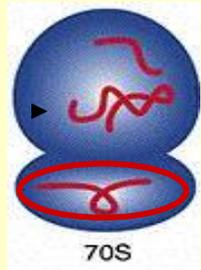
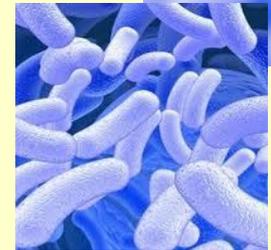
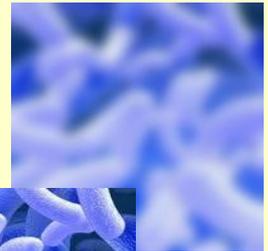
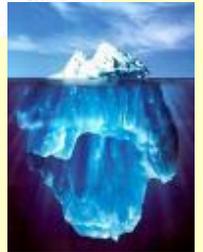
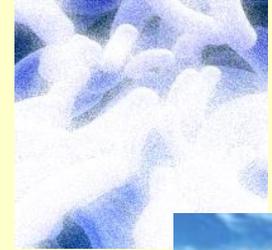
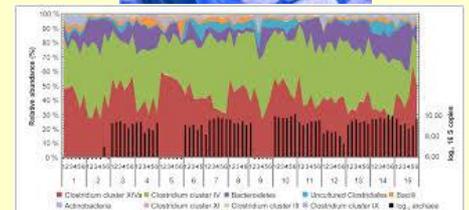
Image plus précise de la communauté microbienne

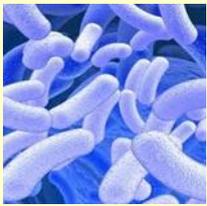
+ Récemment : Séquençage à haut débit de l'ADNr 16S
Pyroséquençage (Next Generation Sequencing, NGS)

Illumina MiSeq , HiSeq ...



Image encore plus précise





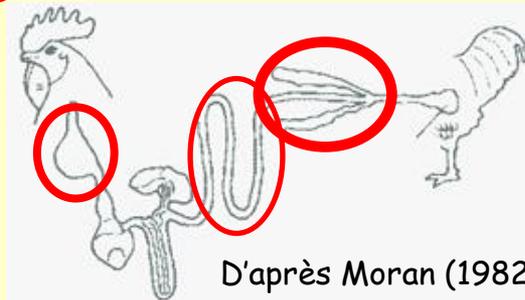
Microbiote bactérien digestif du poulet



Contenus digestifs : les + étudiés

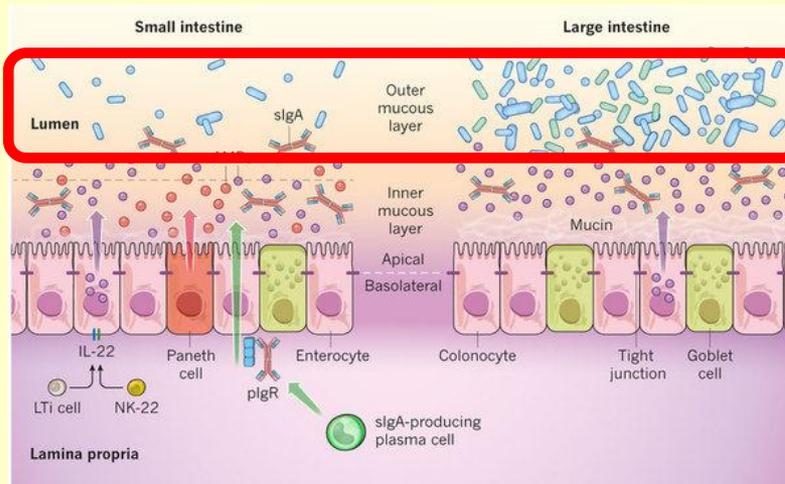
Importance quantitative

1. Caeca
2. Jabot
3. Intestin grêle

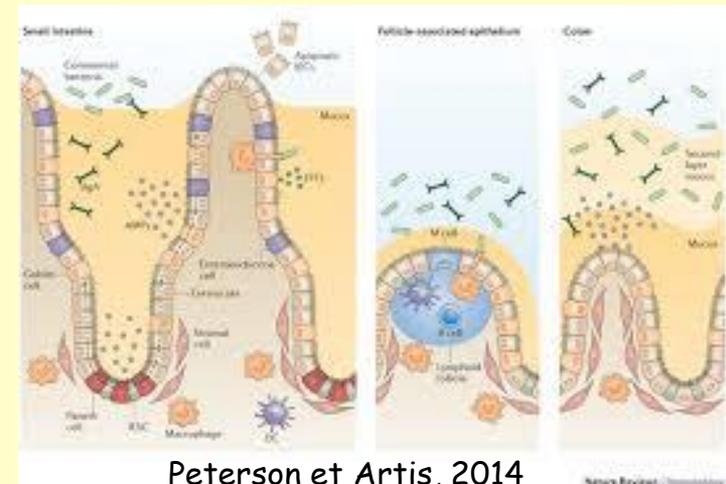


Stabilité de la composition
Caeca : contenu le plus stable

Mucus digestif



Maynard, et al, 2012



Peterson et Artis, 2014

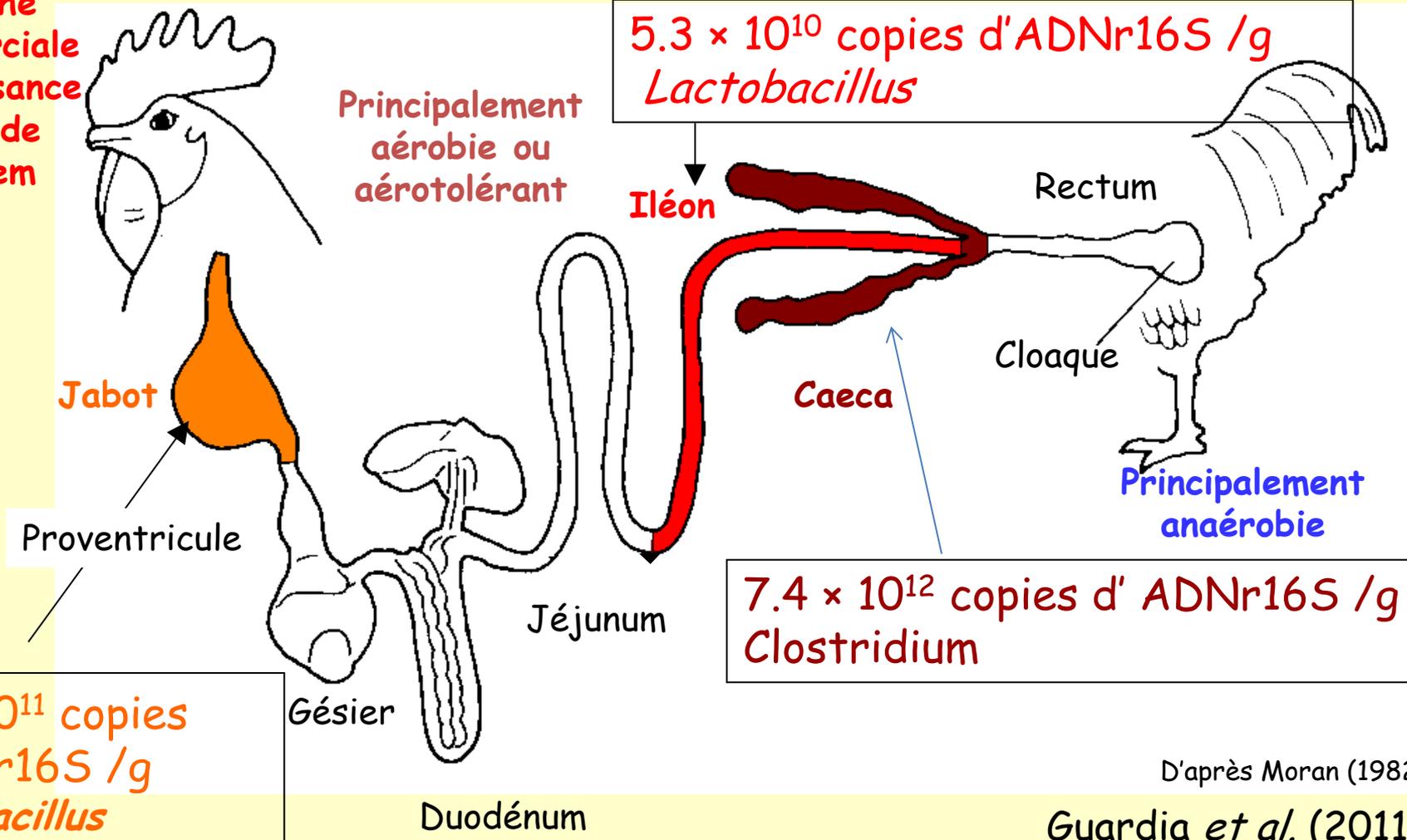
Composition du microbiote
du mucus

≠

Composition du microbiote
des contenus

Microbiote digestif le long du tractus gastrointestinal

Souche commerciale à croissance Rapide 3 sem



D'après Moran (1982)

Guardia et al. (2011)

Un grand nombre

Principalement dans les caeca

Estimation (Ross, 3 semaines) : $7,7 \times 10^{12}$ bactéries

Homme 10^{14} cellules procaryote (Intestin : 1,5 à 2 kg)
(10^{13} cellules humaines)

300 fois plus que le nombre d'étoiles
dans la voie lactée



<http://emf.fr/17935/la-voie-lactee/>

Très grande diversité

915 OTU

Caeca : + 750 OTU

200 à 350 OTU / individus

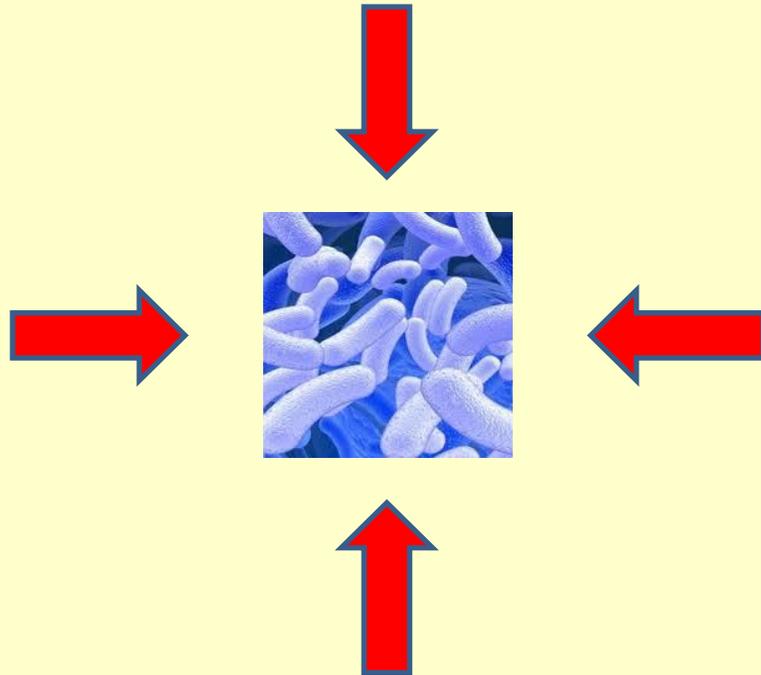
Env 30% serait de nouvelles espèces

OUT (Operational Taxonomic Units) :
Unité Taxonomique Opérationnelle
Bactéries d'une même espèce dont les
séquences d'ADNr 16S présentent une
similitude de plus de 97%

Rq: Malgré cette grande diversité, seuls certains phyla sont représentés
(principalement **Firmicutes**; Bacteroidetes, Proteobacteria)

→ **Forte sélection** d'espèces adaptées aux environnements digestifs

1.2. Facteurs modulant le microbiote





- Premier inoculum
- Conditions des 1^{er} jours



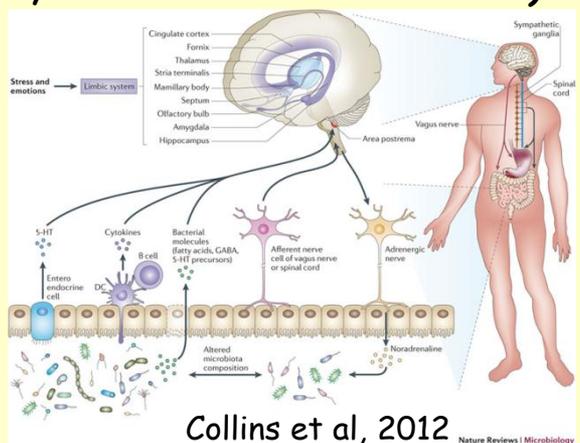
- Matières premières de l'aliment
- Structure de l'aliment
- Additifs alimentaires (Antibiotiques, alternatives aux AFC)



- Eau

- Système nerveux

Interactions
Microbiote
Intestin
Cerveau



- Stress

- Environnement d'élevage



- Génétique de l'hôte



Travaux INRA (URA) :
Lignées sélectionnées sur
l'AMEn présentant des
microbiotes digestifs
différents



- Effet maternel (Alimentation)



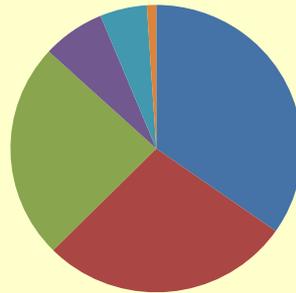
Métaprogramme INRA,
Projet Whelp 2014-2016;
Projet Galmide 2014-2015

Torok *et al.* 2011; Guardia *et al.*, 2011; Gabriel *et al.*, 2012; Stanley *et al.* 2013

Chaque étape de la colonisation microbienne

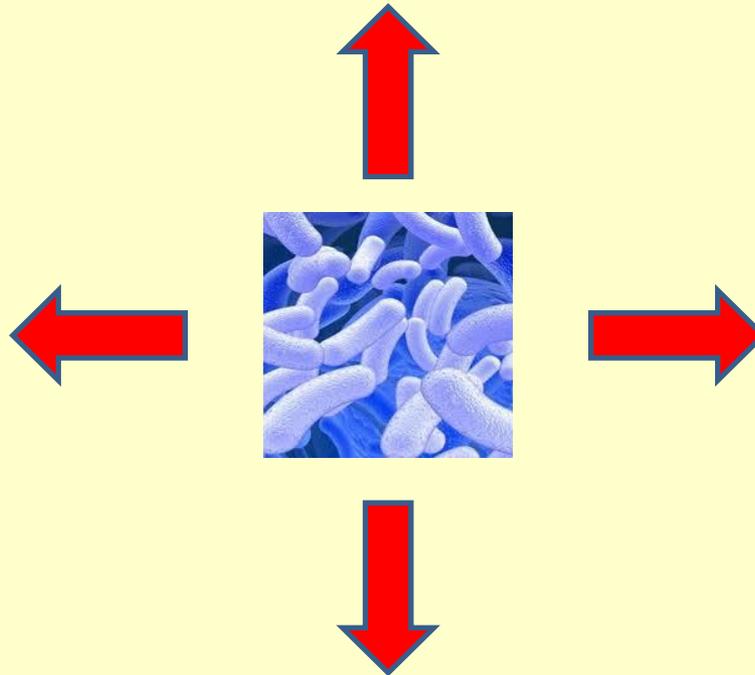
→ Variabilité entre les individus

Hiérarchie entre ces différents facteurs ?



- Factors 1
- Factors 2
- Factors 3
- Factors 4
- Factors 5
- Factors 6

1.3. Effet du microbiote





Dégradation des
composés alimentaires
non digestibles
+ Métabolisme
bactérien
→ Métabolites

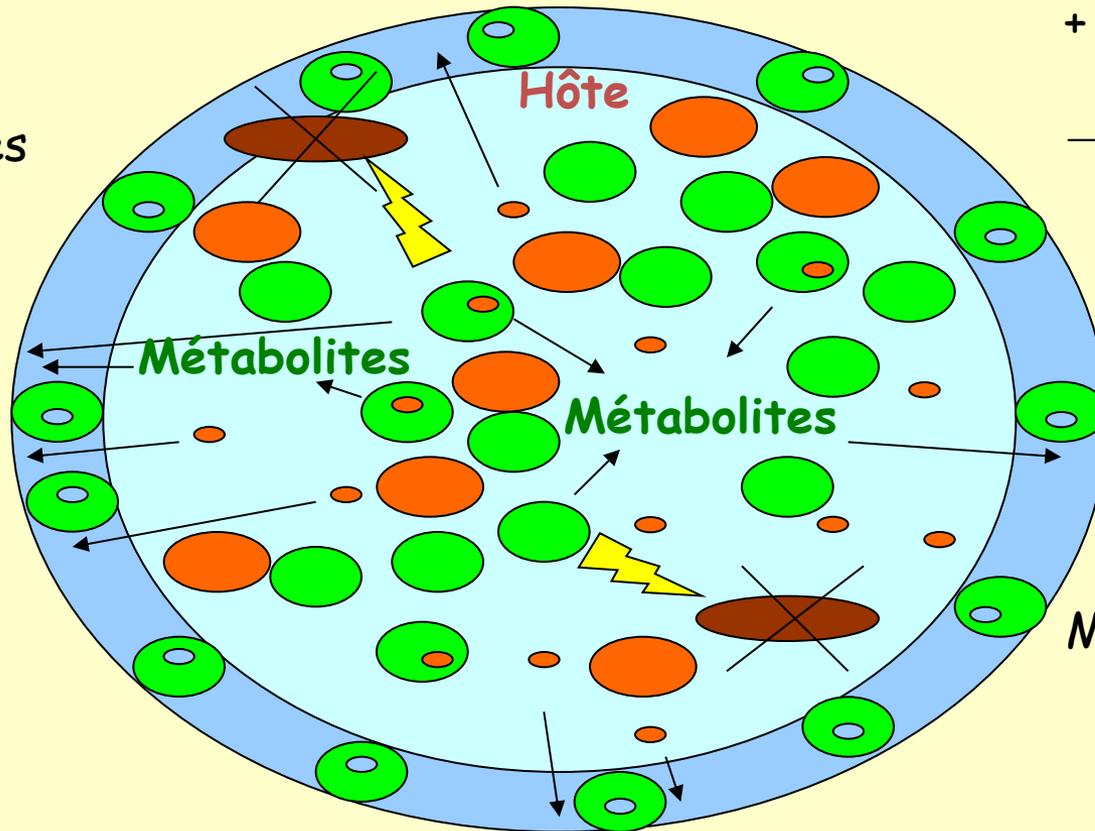
↓
Physiologie
digestive

Digestion

Métabolisme
de l'hôte

Système nerveux
central

Protection
contre
les pathogènes



Développement
du Système
Immunitaire
Intestinale

⚡ Destruction de bactéries pathogènes

● Micro-organismes pathogènes

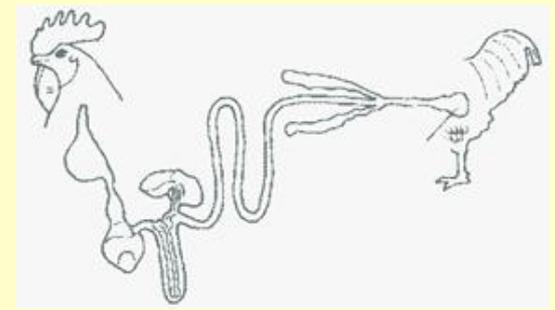
● Bactéries commensales

● Aliment

● Nutriment issus de l'alimentation

● Composant du mucus

Sur la physiologie digestive



Moran (1982)

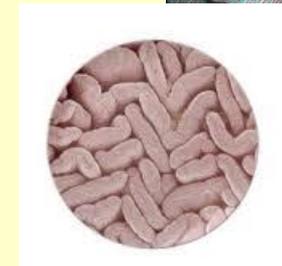
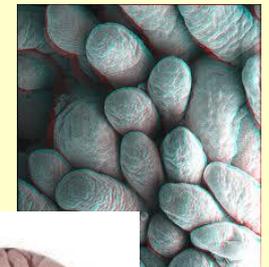
Microbiote digestif → Appareil digestif

Développement de l'appareil digestif

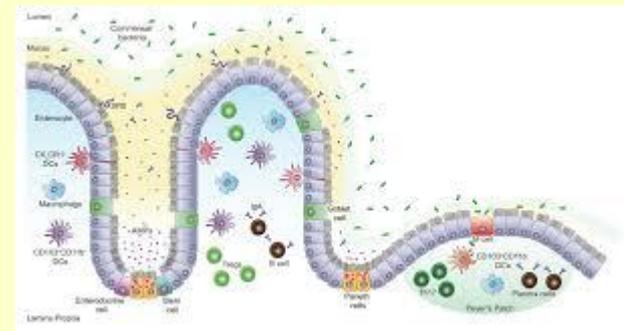
Perturbation du microbiote les premiers jours

→ Conséquences

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

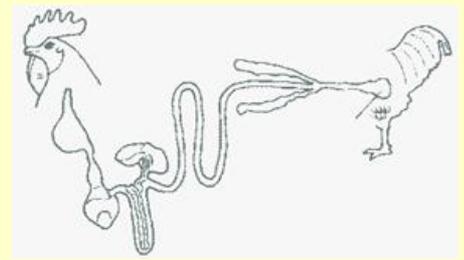


Systeme nerveux entérique



Muniz et al, 2012

Sur la digestion



Moran (1982)

Jabot

Hydrolyse bactérienne de l'amidon
(Bolton, 1965; Ivorec-Szylit, 1971; 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)

Caeca Fermentation des composés non digérés (Mead, 1997)
Métabolisme bactérien de l'acide urique

→ Acides gras à chaîne 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 ?

Sur la santé digestive

Effet barrière :

Protection contre les microorganismes **pathogènes**

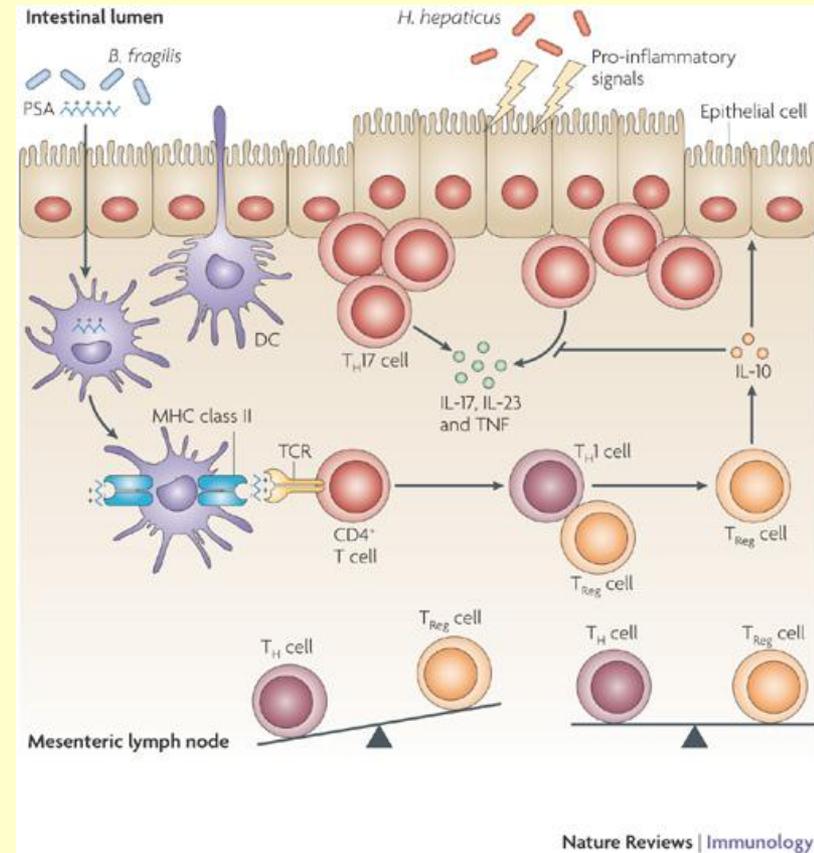
Stimulation du **système immunitaire**
(Ismail and Hooper, 2005; Sharma et al., 2010)



Etat d'inflammation modérée permanente
(Klasing et al., 1991)

Production de **substances toxiques**

Détoxification de certains composants



Nature Reviews | Immunology

Round et Mazmanian, 2009

Sur la physiologie extra-digestive

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



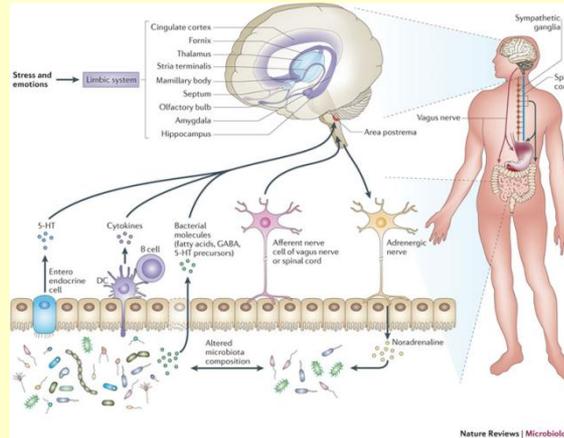
Métabolisme protéique :
+ 6-8% des synthèses protéiques (Muramatsu *et al.*, 1987)
Foie (métabolisme et détoxification des produits bactériens) : +25%
Intestin (Organe avec un fort renouvellement) : + 45%



Augmentation des besoins énergétiques (Furuse and Okumura, 1994)

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

Interactions
Microbiote
Intestin
Cerveau



Collins et al, 2012

Sérotonine
O'Mahony et al, 2014



Pathologies non digestives / Bien-être animal

Composants irritants
(fermentation)
dans la litière



Conjonctivite / Problèmes respiratoires
Dermatite de contact

Développement de pathogènes dans la litière

Conséquences sur les performances 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 changements environnementaux
(Aliment, conditions d'élevage)

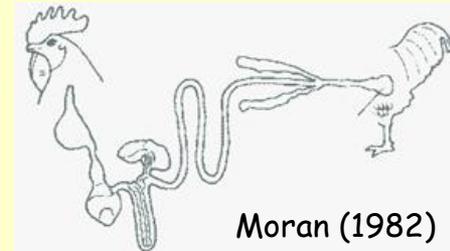
Effet du microbiote digestif

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 de la physiologie globale de l'hôte

Meilleur rapport effets bénéfiques / néfastes

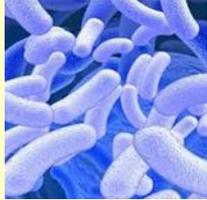
Ex : Stimulation de l'immunité pour protéger l'hôte
sans inflammation excessive

Ex : Métabolisme lipidique optimal



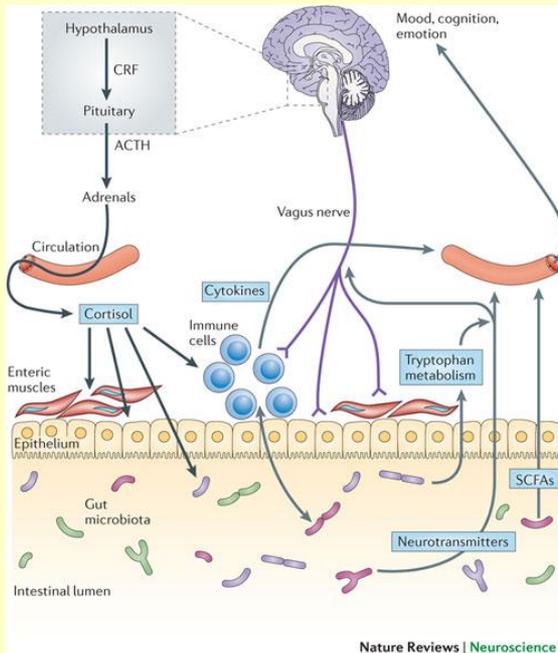
1.4. Mode d'action du microbiote : local, systémique et central

Hypothèses des mécanismes impliqués de l'effet du microbiote digestif sur la physiologie digestive et la digestion



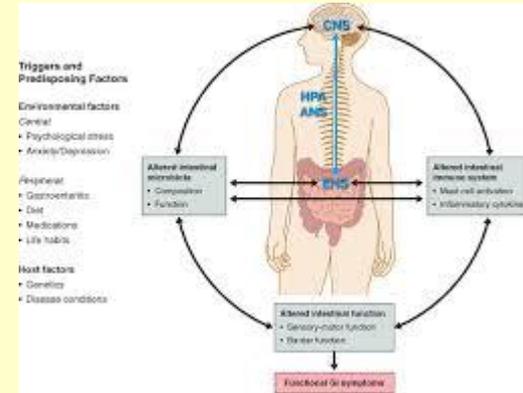
Microbiote digestif

Produits bactériens



Nature Reviews | Neuroscience
Cryan et Dinan, 2012

Interactions
Microbiote / Intestin / Cerveau



Ringel and Maharshak (2013)

Sang /
Système nerveux

Effets
systémiques

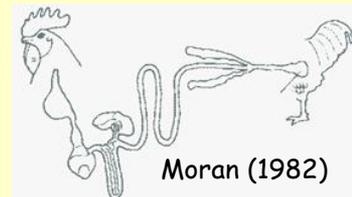
Endocrinologie microbienne :
Microbiologie / Neurophysiologie
(Lyte, 2004)

Physiologie
animale

Physiologie
digestive

Activités enzymatiques
Transit
...

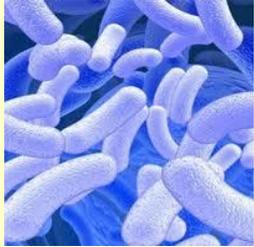
Digestion



Moran (1982)

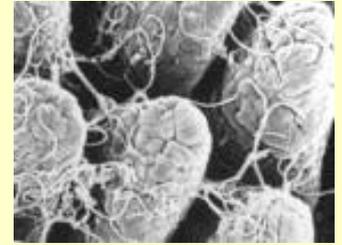
Microbiote digestif

Considéré comme un **ORGANE** du TD (Lyte, 2010)



Utilise des nutriments; Produit des métabolites
Capacité métabolique équivalente au foie
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

Théorie de l'**hologénome** : Evolution du génome de l'hôte avec le génome de son microbiote (Rosenberg et al., 2007)



Considéré comme un **super-organisme** (supra-organisme) avec de nombreuses interactions entre le microbiote et les cellules de l'hôte
(Lederberg, 2000: Glendinning et Free, 2014)

Relation de type **mutualiste** (à l'équilibre) / Symbiose



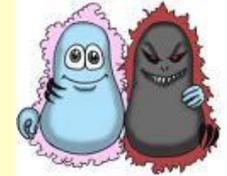
Microbiote digestif : Etat actuel des connaissances et perspectives



Microbiote digestif : Composition et FONCTIONS



Composition
précise



Qui sont-ils ?

Que font-ils ?

Ensemble
des gènes bactériens

Potentiellement

Ensemble
des produits bactériens

Réellement

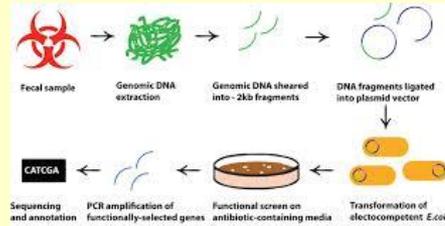
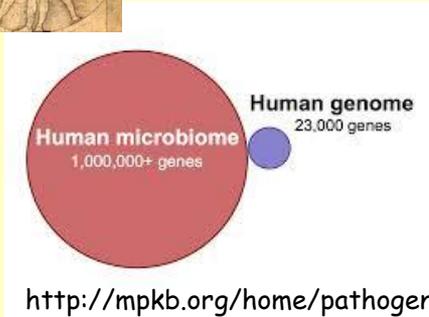
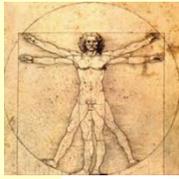
Phénotype
animal



Etude des fonctions du microbiote

Métagénomique

Fonctions potentielles : l'ensemble des gènes bactériens



Moore et al, 2011



Metagenomics of the Human Intestinal Tract



Noyau fonctionnel
(Qin et al, 2010)

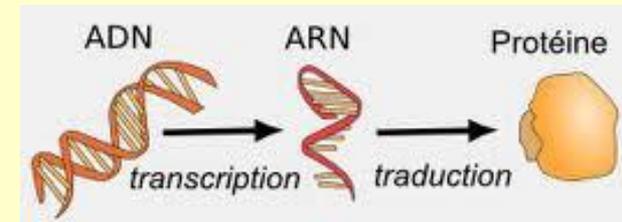
Prédiction de fonctions à partir du 16S
(Waite et Taylor, 2014)



Métagénomique

Lu et al, 2007; Qu et al, 2008;
Danzeisen et al, 2011; Singh et al, 2014

Fonctions réelles :



Ensemble des **protéines** bactériennes

Protéomique

Et l'étape finale :

Ensemble des **métabolites** digestifs



Métabolomique

Biologie systémique

Intégrer les différents niveaux d'informations



Fonctionnement des systèmes biologiques

Relation Hôte / Microbiote digestif : Très complexe

Très nombreuses études à l'heure actuelle

Travaux de standardisation **méthodologique**

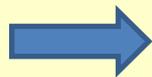
Microbiote bactérien digestif de l'Homme

The Microbiome Quality
Control project (MBQC)
Depuis 2013



Etude du **virome** et du **mycobiome**

(Reyes et al, 2012; Norman et al, 2014)



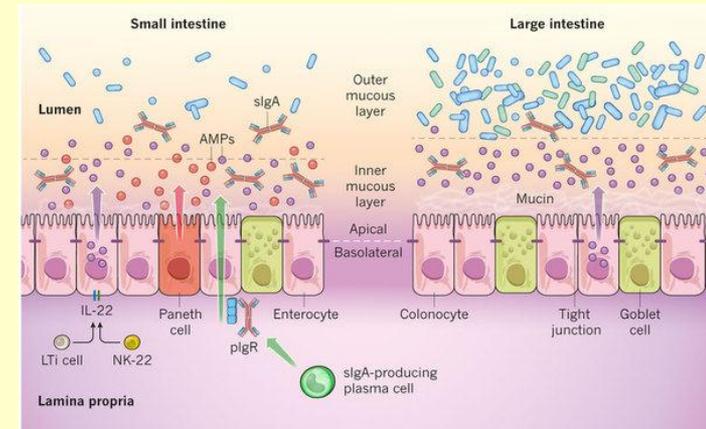
Nouvelles connaissances



Meilleure compréhension des mécanismes

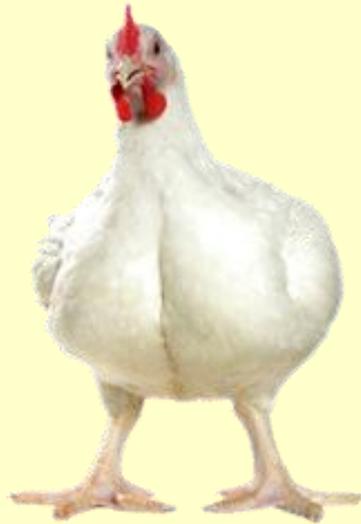


Proposition de solutions pour améliorer
la santé digestive
et la santé animale en général



Maynard, et al, 2012

2. Troubles digestifs non spécifiques



Projet TDnS Broiler (INRA, ITAVI, 6 partenaires privés)

2.1. Manifestations dans les élevages



Conditions optimales

Pas de problème

Conditions sous-optimales

Problèmes

Après 2006 : **sans** AFC Matières premières utilisées dans les régimes

Ex: Interdiction des farines animales

K en excès avec les MP végétales

Ex : Introduction de nlle MP

Augmentation soudaine de la consommation d'eau

Litières humides ET grasses



∨ Performances
∧ Variabilité des animaux

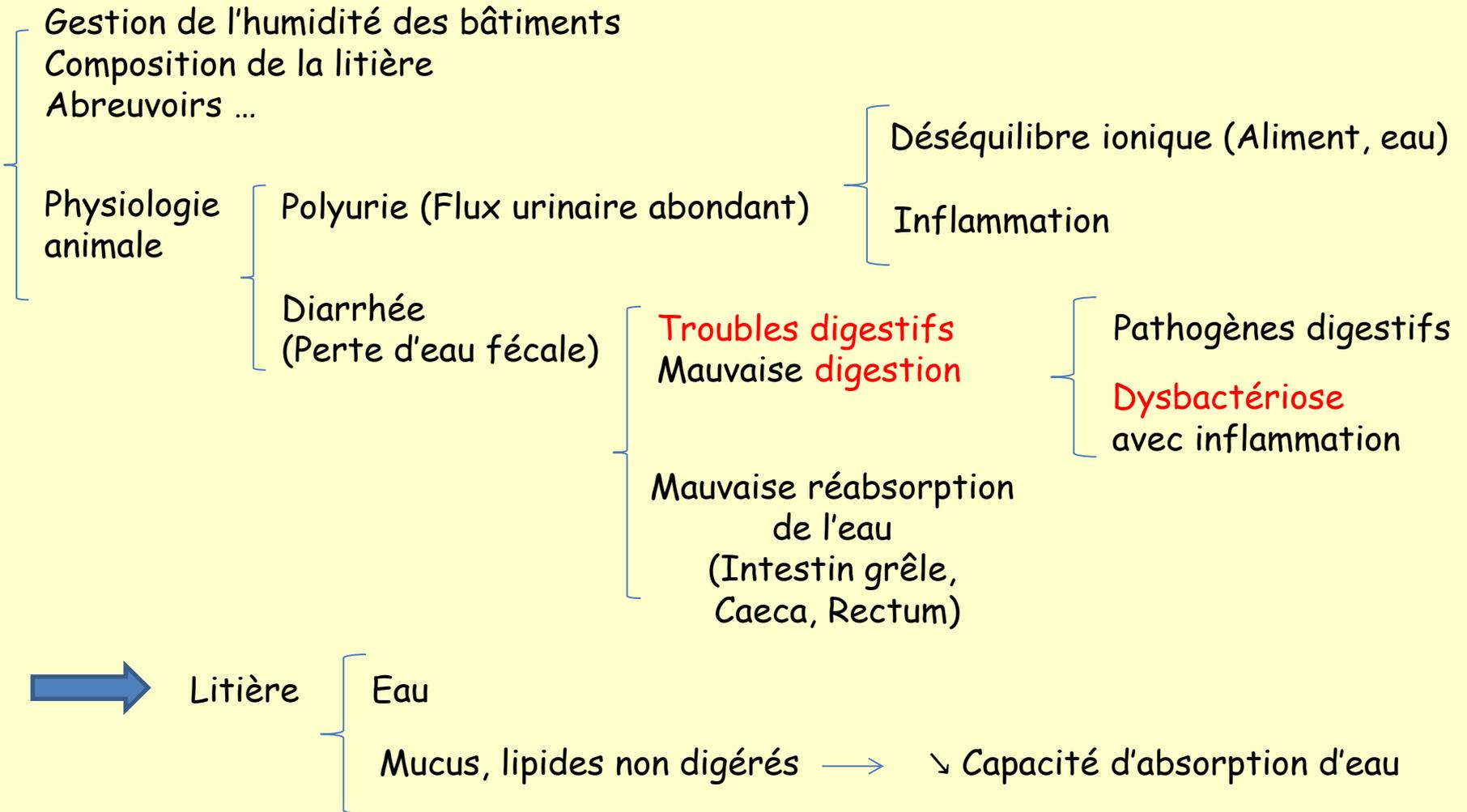


∨ Bien-être



Les différentes causes des litières humides

Litières humides = Troubles digestifs + autres problèmes

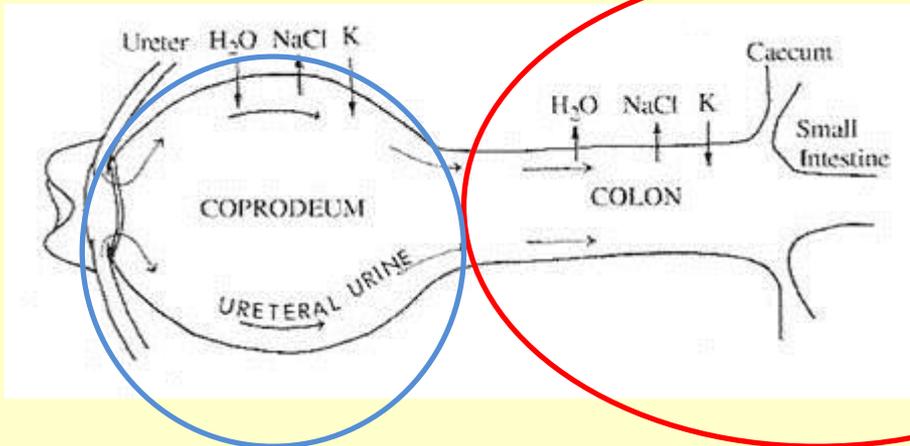


Eau des fécès : Eau de

Iléon distal
Colon (Caeca)
Cloaque (urine)

Information sur
les **troubles digestifs**
Au niveau de l'intestin grêle

Information sur
les **troubles digestifs**
au niveau du gros intestin



Troubles digestifs
Intestin grêle
Colon

Production d'urine et
excrétion d'eau

Age d'apparition des troubles digestifs non spécifiques

Début à 2 semaines

Pic à 3 semaines

En dernière période d'élevage lié au retrait des anticoccidiens

2.2. Causes potentielles

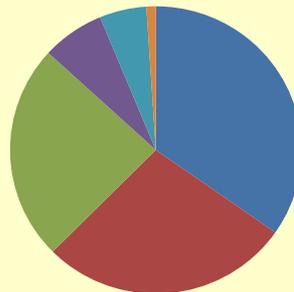
Facteurs de prédisposition de l'animal

Génétique
Physiologie du poussin

Facteurs déclencheurs Environnement au sens large

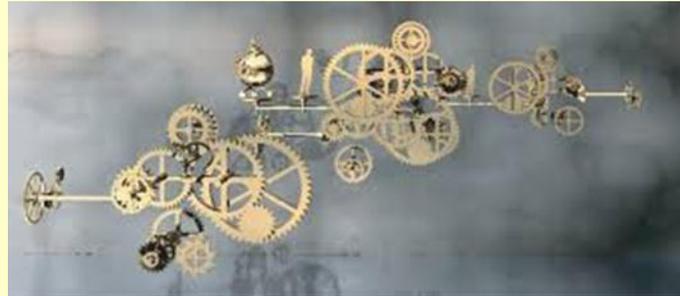
Alimentation, eau
Environnement d'élevage

Hiérarchie de ces
différents facteurs ?

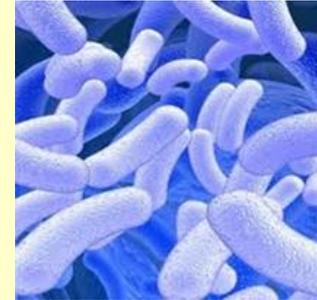


- Factors 1
- Factors 2
- Factors 3
- Factors 4
- Factors 5
- Factors 6

2.3. Mécanismes impliqués



2.3.1. Le microbiote digestif



Troubles digestifs non spécifiques

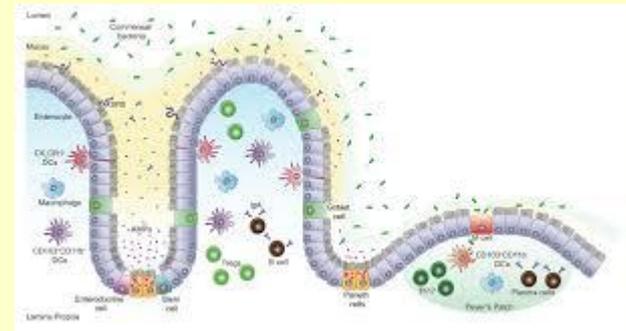
ASSOCIE à Dysbiose



AFC : Pas de troubles digestifs

Commensale / Opportuniste / Pathogène

Nombreuses fonctions
du microbiote digestif



Muniz et al, 2012

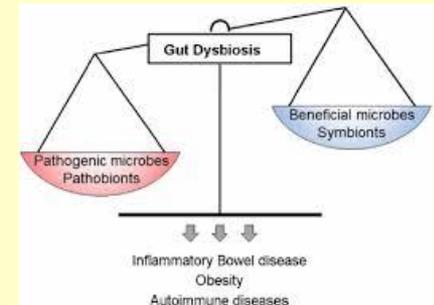
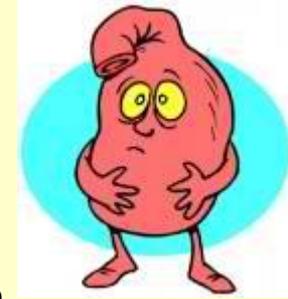
Dysbioses

Dysbiose : en Médecine

Changement qualitatif et /ou quantitatif du **microbiote digestif**, de son activité métabolique et /ou de sa distribution local dans le TD conduisant à des **effets néfastes** chez l'hôte.

Microbiote : **cause** ou **conséquence** ?

Dumitrasco et al, 1980; Hawrelak, et Myers, 2004; Walker et Lawley, 2013



Dysbioses / Dysbactérioses en élevage

Terme non justifié :

Pas de caractérisation de la composition ou modification du microbiote

Mais, **plusieurs signes** suggèrent l'implication du **microbiote digestif** dans ce syndrome .

- **Efficacité** de certains antibiotiques (dont les AFC)
- **Apparence** des fientes
- **Nature inflammatoire** des lésions intestinales

Teirlynck E, Gussem MDE, Dewulf J, Haesebrouck F, Ducatelle R, Van Immerseel F. 2011. Morphometric evaluation of "dysbacteriosis" in broilers. Avian Pathology 40:139-144

Troubles digestifs non spécifiques aussi **APPELES** Entérite :

Entérite nécrotique subclinique

≠ Entérite nécrotique clinique liée à *C. perfringens*

Entérite : **Inflammation** de l'intestin



(F1) Inflammation

(F2) Pas d'inflammation

Inflammation aigüe

→ Elimination des tissus endommagés
et régénération de nouveaux tissus

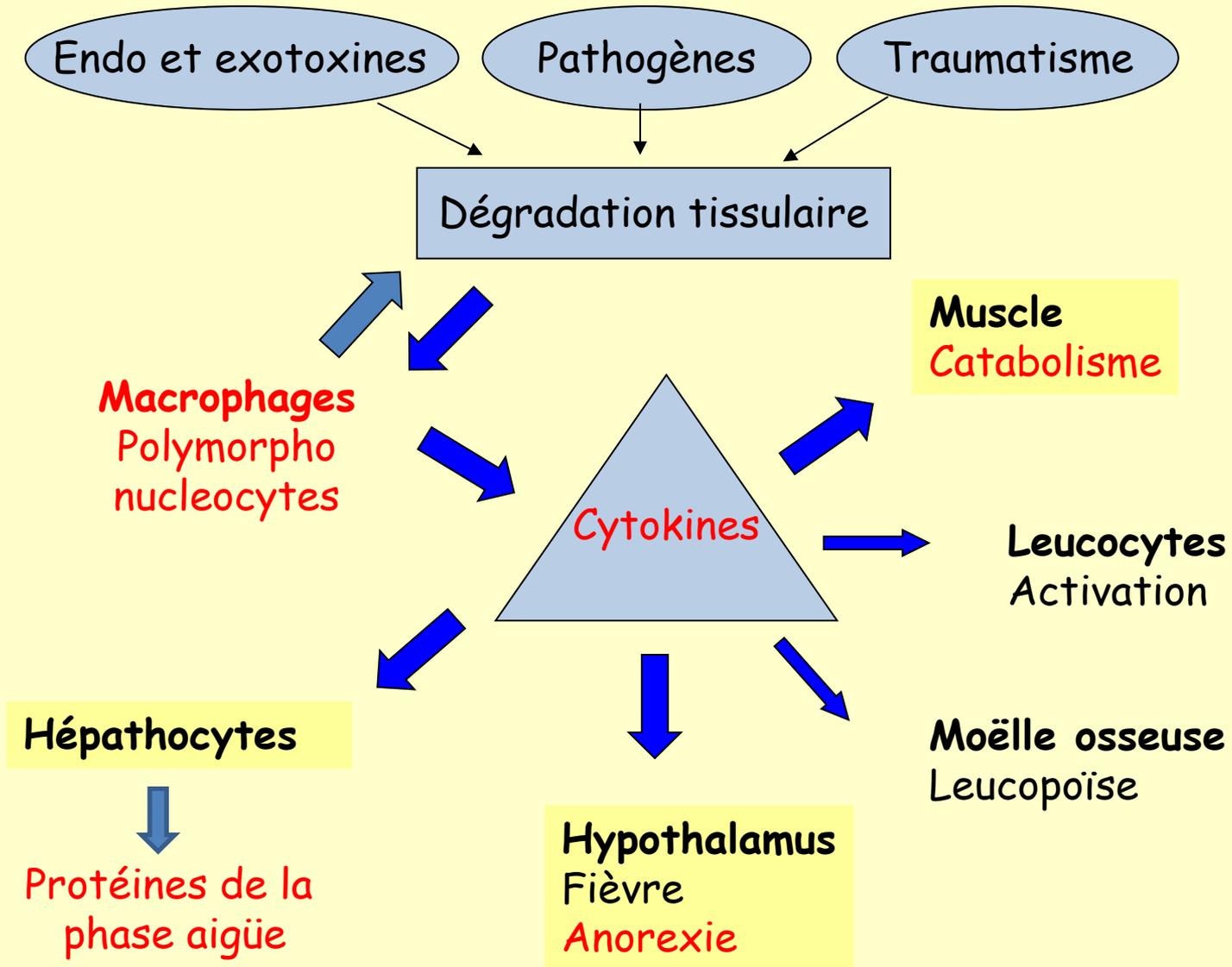
Inflammation chronique

→ Dérégulation immunitaire
Intensification du cycle de
dégradation tissulaire

Teirlynck, E., Gussem, M.D.E., Dewulf, J., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., and Van Immerseel, F. (2011). Morphometric evaluation of "dysbacteriosis" in broilers. *Avian Pathology* 40, 139-144.

2.3.2. Inflammation

Niewold TA. 2007



Réponse inflammatoire post-prandiale Liée à une alimentation à haut niveau énergétique

Niewold, T.A. (2014)

Alimentation à **haut niveau énergétique**
(**Lipides**, type d'amidon)

Ex : Recommandations
Ross PM3 (2009)
3025 → 3200 kcal /kg



Inflammation
de l'intestin grêle

Régulation : Réflexe **nerveux** anti-inflammatoire (Tracey, 2002)

Mécanisme **débordé** en cas de trop forte quantité d'énergie alimentaire

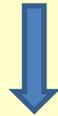
Niewold, T.A. (2014). Why anti-inflammatory compounds are the solution for the problem with in feed antibiotics. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods 6, 119-122.

Manning et al, 2008; Margioris AN., 2009; Higgins et Brown, 2013; Boeckxstaens, 2013; Drew et al, 2014

AFC : Effet anti-inflammatoire

Hypothèse de Niewold (2007) Univ Leuven, Belgique

AFC



Accumulation dans les phagocytes



Inhibition de la production et excrétion de médiateurs cataboliques par les cellules inflammatoires intestinales



Modification de microbiote



↘ Inflammation

Connaissance des modes d'action des AFC

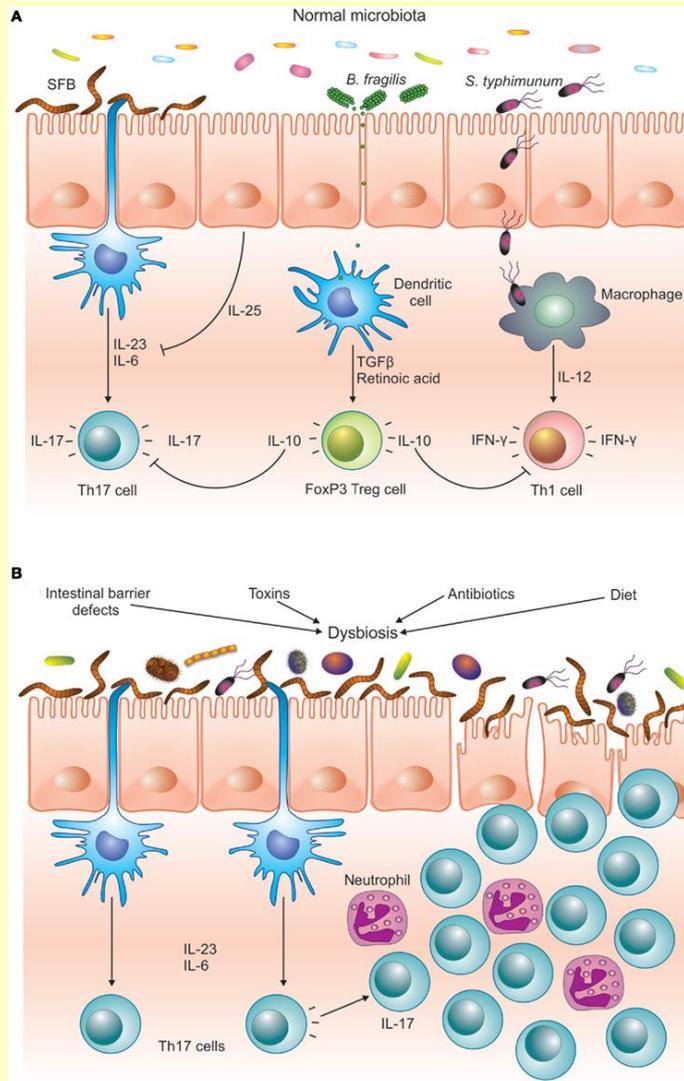


Proposition d'alternatives

Roura, E., Homedes, J., and Klasing, K.C. (1992). Prevention of immunologic stress contributes to the growth-permitting ability of dietary antibiotics in chicks. Journal of Nutrition 122, 2383-2390.

Niewold TA. 2007. The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. Poultr Sci 2007 Apr;86(4):605-9.

Troubles digestifs : Implication du microbiote et du système immunitaire intestinal



Microbiote normal

Contrôle de la
réponse inflammatoire

Dysbiose

Stimulation de
l'inflammation,
suivie d'une
dégradation de
l'épithélium digestif

Les différentes origines potentielles de l'inflammation intestinale

Microbiote digestif



Environnement d'élevage

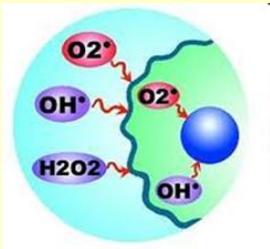
Température élevée
Densité élevée

Génétique

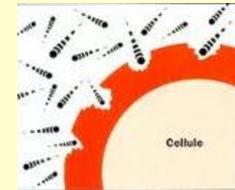
Animaux à croissance rapide
Faible capacité pulmonaire / poids

Alimentation

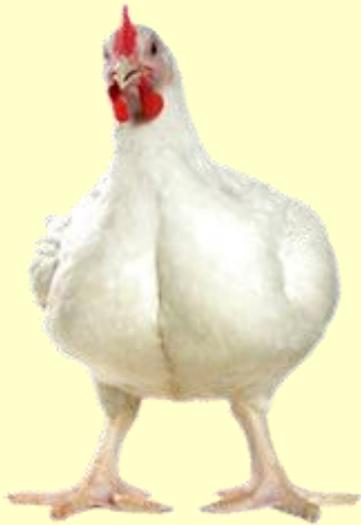
Teneur élevée en lipides
Acides gras polyinsaturés



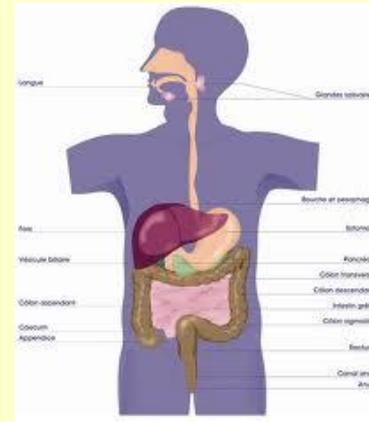
Production
de **radicaux libres**
(Stress oxydatif)



Inflammation

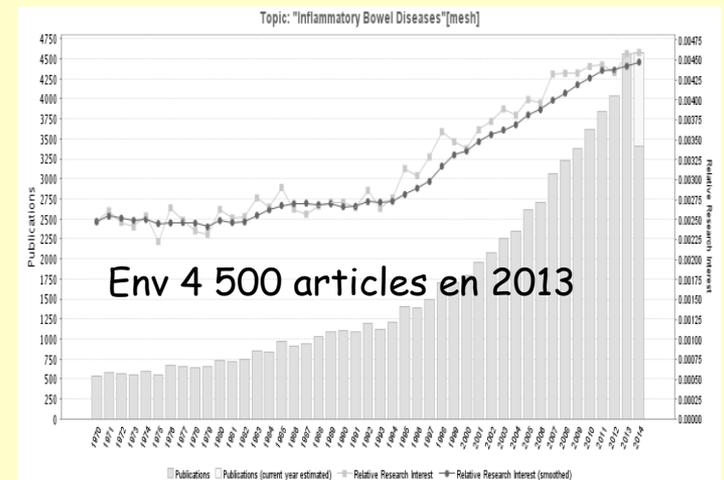


Dysbiose / Entérite
chez le poulet



Maladies inflammatoires
chroniques de l'intestin (MICI)
Inflammatory Bowel Diseases
(IBD)

Similitudes



Maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI) Inflammatory Bowel Diseases (IBD)

Cette pathologie provient de :

Réponse **immunitaire inappropriée**

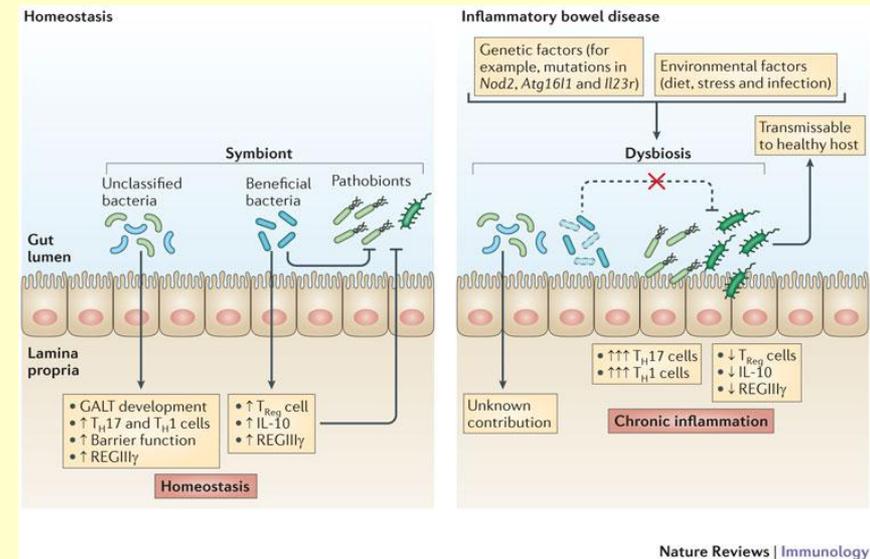
Du fait d'une **interaction complexe** entre

Facteurs environnementaux
Microbiote
Système immunitaire intestinal
Stress oxydatif

Chez des **individus ayant des prédispositions génétiques**

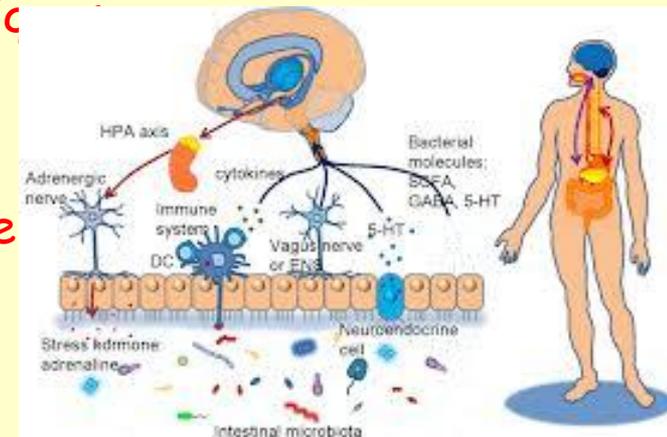
Système nerveux

Défaillance du **système nerveux entérique**
Système nerveux central



Nature Reviews | Immunology

Kamada et al, 2013



Santé digestive

Fonctionnement digestif



Equilibre

Microbiote digestif

Epithélium digestif

Hydrolyse

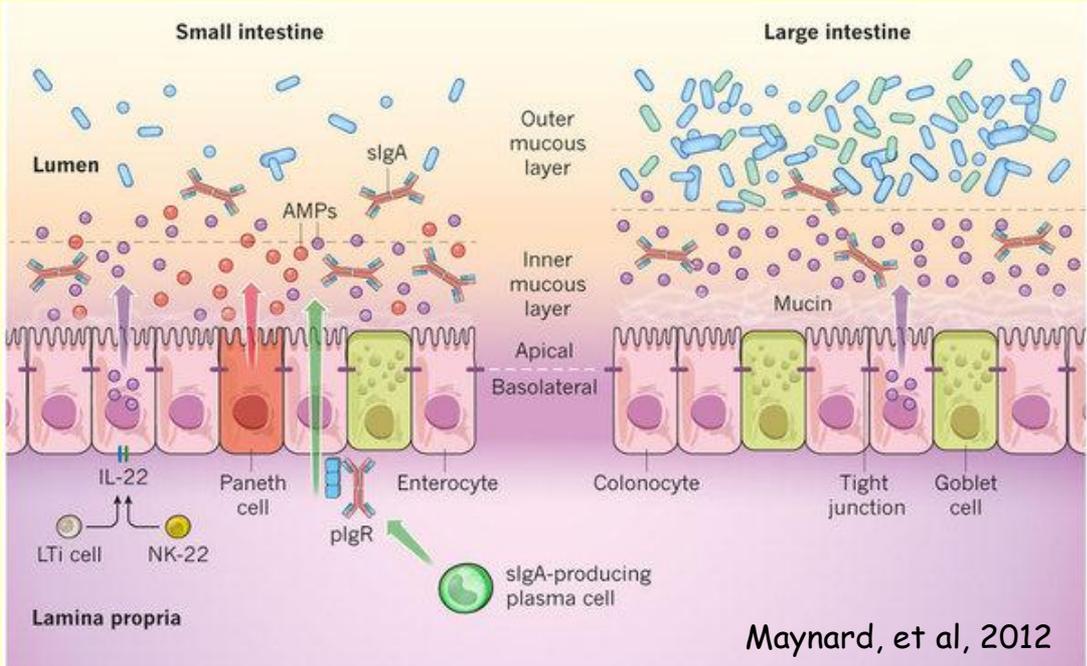
Absorption des nutriments

Protection contre l'extérieur

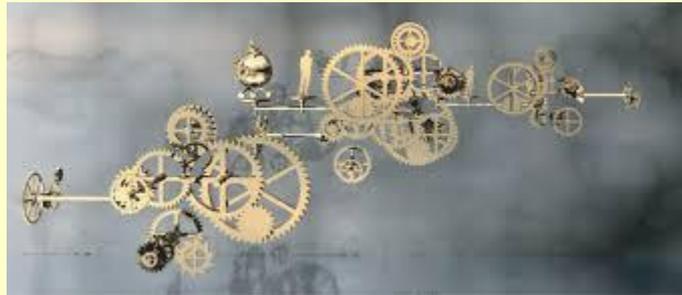
Système immunitaire digestif

Système nerveux

ALIMENT



Hypothèses sur les mécanismes impliqués dans les troubles digestifs non spécifiques



Facteurs de prédisposition

Génétique

Qualité du poussin

Etapes post-éclosion

Facteurs déclencheurs

Facteurs environnementaux

ALIMENT
Composants Non digestible
(Ex : fibres, protéines ...)

EAU

ENVIRONNEMENT
D'ELEVAGE

Dysbactériosis

Inflammation
du TD

Produits
bactériens
néfastes

Modification du
fonctionnement
Ex : Augmentation
du renouvellement
intestinal

Dégradation
de la muqueuse
digestive

Augmentation
du métabolisme
intestinal

↗ Eau des contenus

Aliment
mal digéré

Concurrence
bactérie/Hôte
pour les
nutriments

Diarrhée

Litières dégradées

Mauvaise
digestion

Mauvaise
performance
de croissance

Pododermatites

Augmentation
des rejets

↘ Bien-être

Mauvaise
Santé /
Fonctionnalité
digestive

Conséquences extra-digestives des troubles digestifs

Sur le squelette

Infections bactériennes des os et des articulations

Ducatelle (2013)



Conséquence de l'inflammation intestinale
sur l'ossification et la croissance
(non lié à la carence alimentaire)



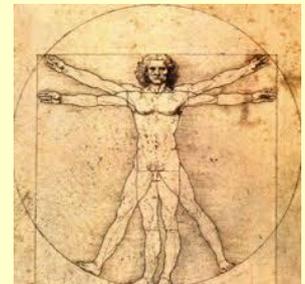
Mécanisme inflammatoire faisant intervenir l'IL-6

Walters et Griffiths, 2009

Effet du microbiote sur l'ossification par l'intermédiaire de la sérotonine
(Karsenty et Gershon, 2011; O'Mahony et al, 2014)

Sur les poumons

Venneraa et Picadoa, 2005; Kohoutova et al, 2014



Comprendre le microbiote digestif et ses interactions avec l'Hôte

Supra-organisme : nombreuses interactions entre le microbiote et l'hôte

Approche de
biologie
systémique



Génomique /
Métagénomique
Transcriptomique
Protéomique
Métabolomique
Etc ...

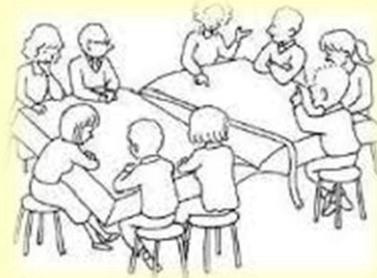


Intégration
des données

Connaissances

Sélectionneurs
Accoueurs
Eleveurs
Vétérinaires

Biochimistes



Nutritionnistes

Ecologistes microbiens
Physiologistes de la digestion
Généticiens
Immunologistes
Bioinformaticiens
Biostatisticiens
Modélisateurs

...



Proposer des solutions pour gérer les troubles digestifs non spécifiques

En résumé ...



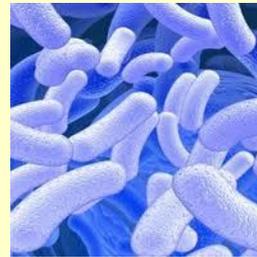
Microbiote digestif :
un équilibre complexe



Génétique
Qualité du poussin
Alimentation / Eau
Environnement
d'élevage



Inflammation



Phénotype
animal

Santé
digestive

Merci pour votre attention

