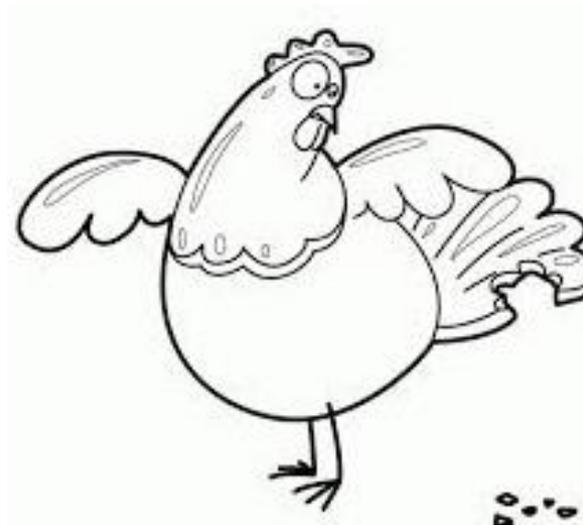


CONDUITE ALIMENTAIRE ET « SANTE DIGESTIVE » CHEZ LE POULET

Par Atef MALEK



Les 10^{èmes} Journées Nationales Avicoles – 28 et 29 Novembre 2018

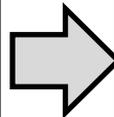
Au cours de la dernière décennie, l'aviculture a été marquée par :

**Interdiction des Antibiotiques facteurs de croissance
(régulateurs de la flore digestive)**

***Modifications de l'écologie et l'activité de la flore
digestive des poulets
(influence du microbiote digestif sur la santé)***

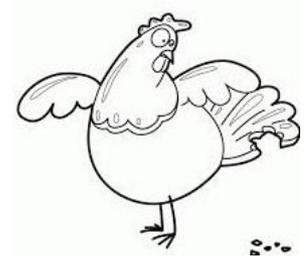
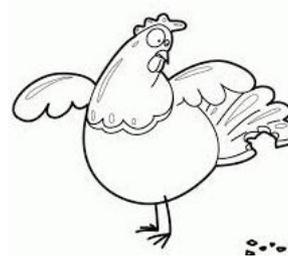
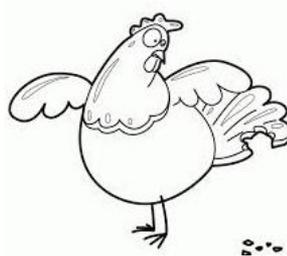
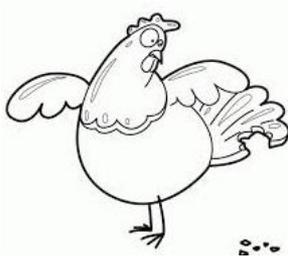
**Augmentation des pathologies digestives,
notamment les entérites d'origine multifactorielle**

**Alimentation
(→ modulation du
microbiote)**



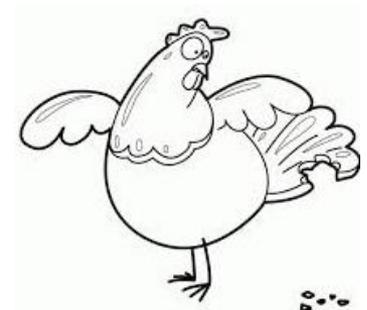
**-Prévention des entérites
-Maintenance de la santé « digestive »**

- **I- Le microbiote digestif**
- **II- Alimentation et microbiote**
- **III- Les additifs**
- **IV- Conduite alimentaire et entérite nécrotique**



LE MICROBIOTE DIGESTIF

- **COMPOSITION ET LOCALISATION**
- **FACTEURS DE VARIATION**
- **RÔLES**



LE MICROBIOTE DIGESTIF

Microbiote :

Écosystème constitué de plusieurs espèces de micro-organismes: bactéries, champignons, virus, archées, protozoaires, etc.

Le microbiote digestif des volailles

Colonisation du tractus digestif à l'éclosion par ingestion de micro-organismes présents dans l'environnement

Facteurs de variation

Génétique de l'hôte – Age - Alimentation

Pratiques et conditions d'élevage

Antibiotiques- anticoccidiens

Additifs

LE MICROBIOTE DIGESTIF

Flore = Bactéries – Champignons-Protozoaires

*Bactéries = micro-organismes dominants
(nombre > nombre cellules eucaryotes de l'hôte)*

Bactéries dominantes : $> 10^9$ UFC / g contenu

Bactéries sous-dominantes : 10^3 à 10^5 UFC /g contenu

Bactéries résiduelles : $< 10^3$ UFC / g contenu

LOCALISATION

* Jabot- Intestin – Ceaca

Iléon 10^9 bactéries / g contenu

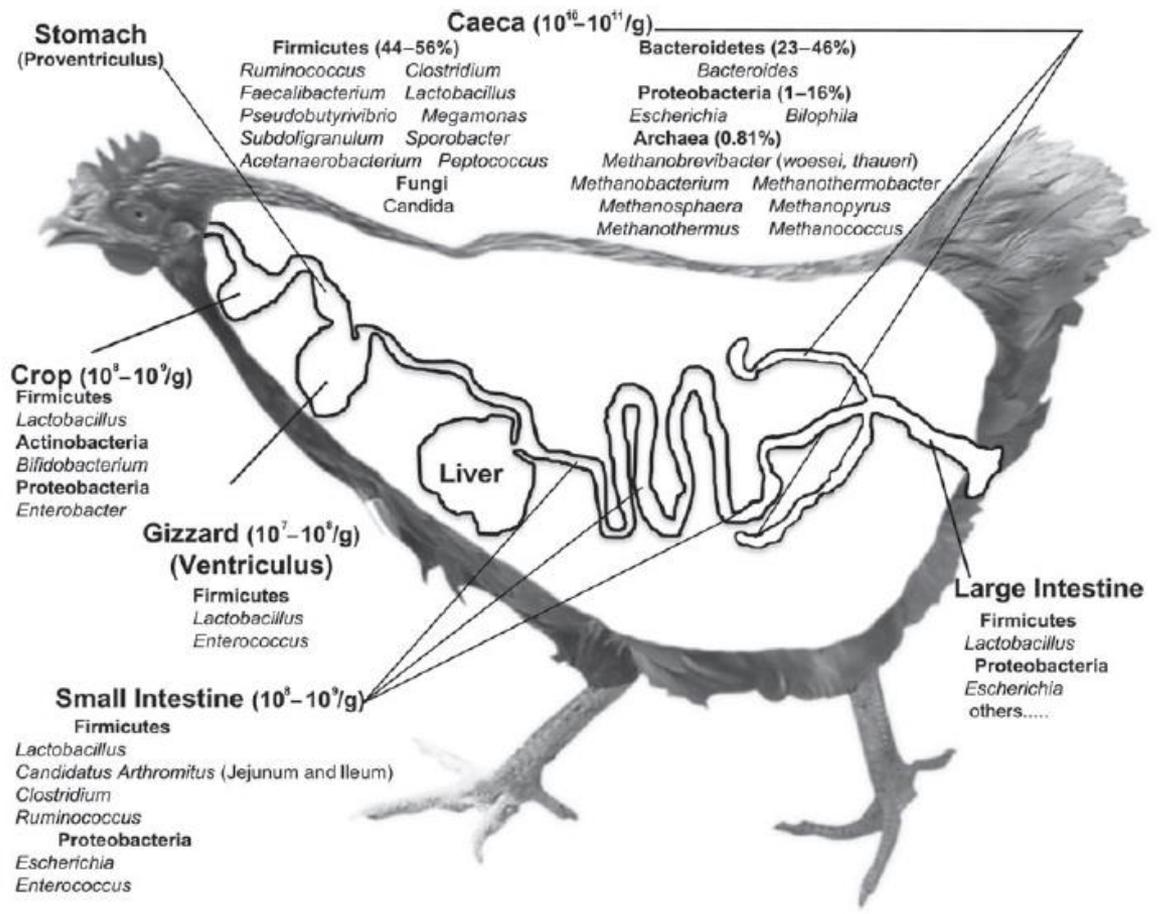
Caeca : 10^{11} bactéries / g contenu

** Lumière (flore luminale)

** Enfouie dans le mucus ou adhérente à la muqueuse (flore mucosale)

LE MICROBIOTE DIGESTIF

Localisation



LE MICROBIOTE DIGESTIF

Flore luminale dépend :

- *Nutriments disponibles*
- *Vitesse de transit*
- *Présence d'anti-microbiens*

Flore mucosale dépend :

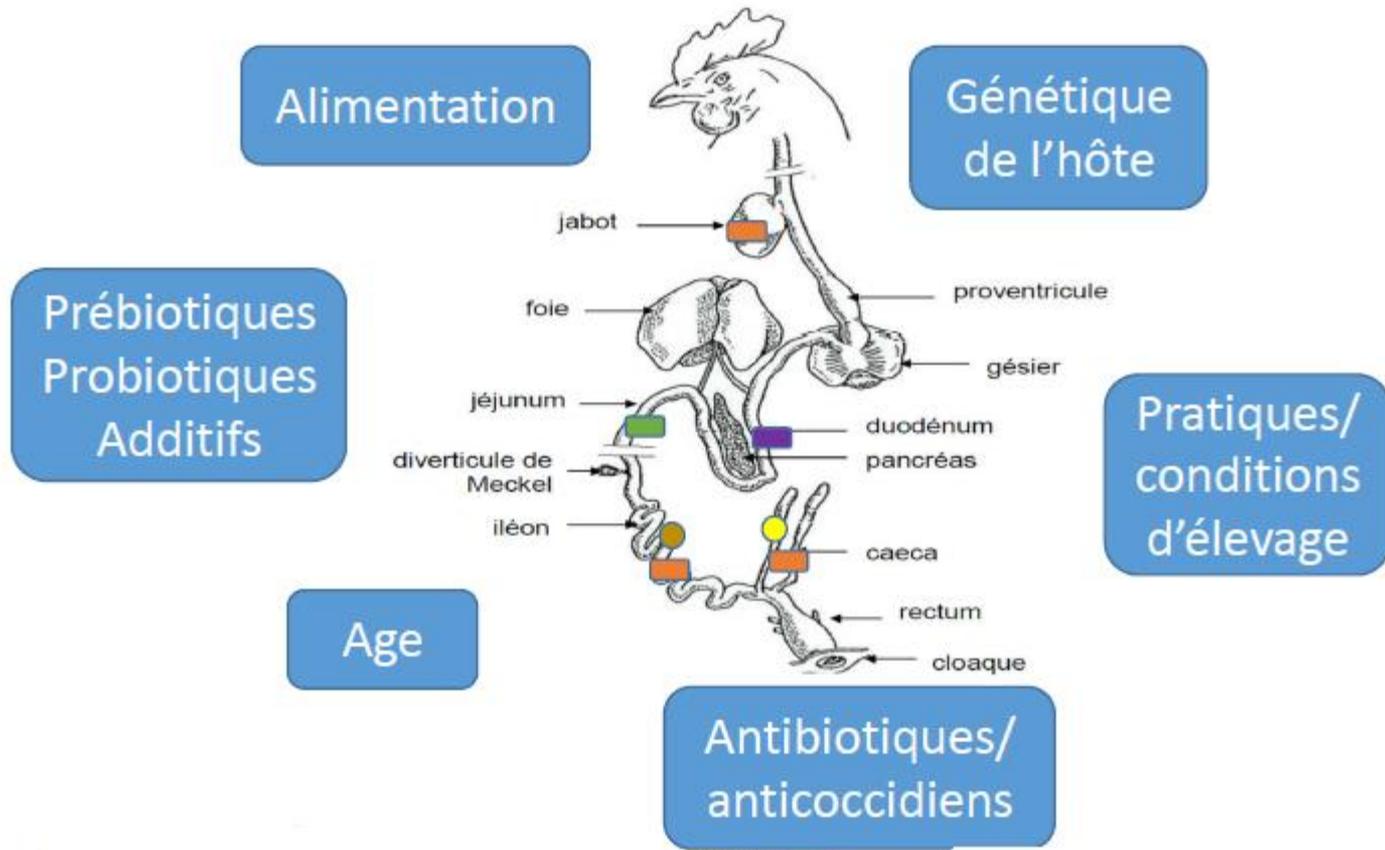
- *Sites d'adhésion spécifiques (entérocytes)*
- *Vitesse de production de mucus*
- *Production d'anticorps (Ig)*
- *Extrusion matériel cellulaire*

En pratique une bactérie ne peut coloniser l'intestin que :

- *Si elle se multiplie à une vitesse supérieure à la vitesse de son élimination par le transit digestif*
- *Si elle s'attache à la muqueuse*

LE MICROBIOTE DIGESTIF

Facteurs de variation



F.Calenge et al. (2017)

LE MICROBIOTE DIGESTIF

Facteurs de variation

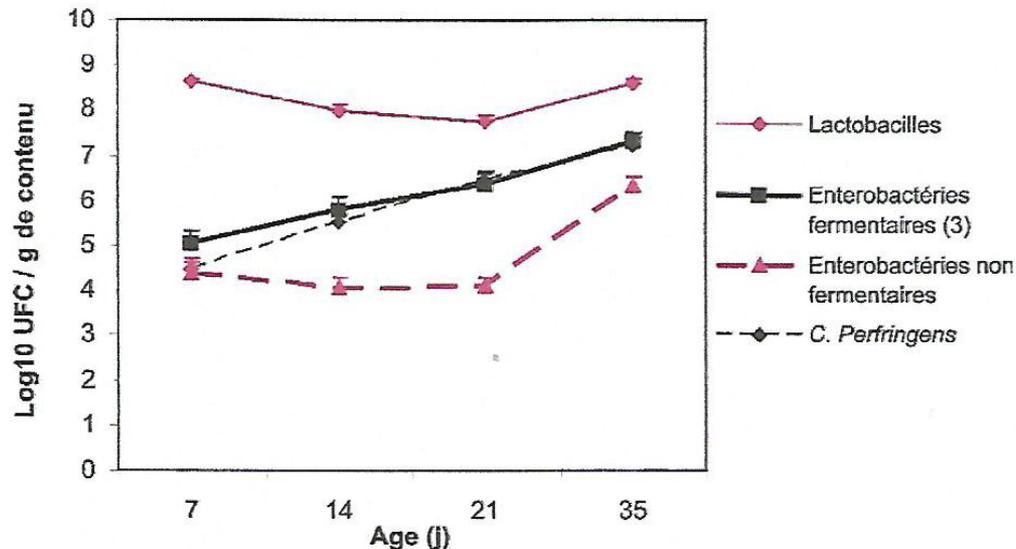
Génétique de l'hôte : *Souche – Sexe – Individu*

- Caractéristiques immunologiques de l'hôte
- Récepteurs spécifiques pour les bactéries (?)

Age : *Cinétique d'implantation*

A l'éclosion le TD est stérile, la flore augmente rapidement après

*Evolution de la composition de la flore de l'iléon en fonction de l'âge
(par dénombrement bactérien) – (Knarreborg et al,2002)*



LE MICROBIOTE DIGESTIF

Facteurs de variation

Pratiques et conditions d'élevage

- Animaux élevés au sol >> Animaux élevés en cage
- Densité de l'élevage
- Stress thermique
- Présence de coccidies

Alimentation

Fournit les substrats pour la croissance de la microflore

- Type de céréales en rapport avec taux de PNA
- Taux et qualité des protéines
- Taille des particules
- Granulation

LE MICROBIOTE DIGESTIF

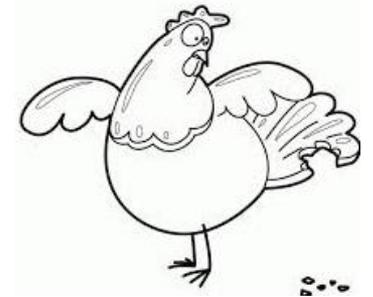
RÔLES ET EFFETS

- Fonction trophique: développement de l'appareil digestif
- Digestion - Régulation du métabolisme
- Stimulation du système immunitaire (résistance aux infections).
- Effet barrière : protection contre les pathogènes
- Effet sur le comportement ?

- *Une perturbation du microbiote peut impacter la santé et la productivité des animaux.*
- *La modulation du microbiote peut rétablir une bonne santé et la productivité*

ALIMENTATION ET MICROBIOTE DIGESTIF

- **LES FIBRES ALIMENTAIRES**
- **LES PROTÉINES ALIMENTAIRES**
- **LES MINÉRAUX**
- **PRÉSENTATION DE L'ALIMENT**



LES FIBRES ALIMENTAIRES

- → *Polysaccharides Non-amylacés (NPA)*
- **Propriétés physico-chimiques**
 - **Solubilité**
 - Fibres insolubles : cellulose, hémicelluloses..
 - Fibres solubles : pectines, fructo-olisgoaccharides (FOS)..
 - **Fermentescibilité**
 - Aptitude à être dégradées par les fermentations intestinales
 - Pectines > Hémicellulose > Cellulose
 - Fibres solubles >> Fibres insolubles
 - **Viscosité**
 - Fibres solubles >> Fibres insolubles

Effets des fibres solubles (fermentescibles)

- Altération de l'activité microbienne
 - Augmentation des toxines
 - → *Augmentation incidence ENTÉRITES*
- Augmentation viscosité lumière intestinale
 - (1) Diminution absorption (villosités intestinales)
 - (2) Diminution échanges gazeux Paroi-Digesta
 - (1)+(2) → Diminution Pression O₂
 - Augmentation disponibilité nutriments
 - (1)+(2) → *Développement flore ANAEROBIE*

Effets des fibres insolubles (peu ou non fermentescibles)

- Augmentation du volume « fécal »
- Amélioration du fonctionnement du gésier
 - Diminution pH
 - → amélioration de l'ante-péristaltisme du TD
 - → amélioration de la digestibilité
- Action sur la mucine
 - Abrasive → moins de mucine
 - Favorable à l'acidification de la mucine
 - → favorise élimination des bactéries pathogènes
- Augmentation de la motilité de l'intestin
 - Transit plus rapide
 - → Réduction des bactéries adhérentes à la muqueuse de l'intestin distal (*Cl.perfringens*)

LES PROTÉINES ALIMENTAIRES

- **(1) Excès en protéines brutes**
 - Augmentation de la mortalité sans affecter les performances (?)
- **(2) Teneur en protéines indigestibles**
 - Diminution des performances
 - Augmentation *Cl.perfringens* dans l'iléon
- **(3) Facteur anti nutritionnels (ex.antitrypsine)**
 - Augmentation *Cl.perfringens*

LES PROTÉINES ALIMENTAIRES

- (1) + (2) + (3)
 - Augmentation des protéines non digérées dans la lumière intestinale
 - Fermentations bactériennes avec production d'amines et autres
 - → Stimulation des bactéries protéolytiques
- Excès Glycine et Méthionine
 - Favorise la croissance de *Cl. perfringens*
- Supplément en Thréonine (Poulet de chair)
 - Diminue le nombre de Salmonelles et de E.coli
 - Augmente le nombre de lactobacilles

LES PROTÉINES ALIMENTAIRES

- Excès de protéines est favorable à :
 - *Entérite nécrotique* du poulet de chair
 - Augmentation de l'incidence des *coccidioses*
 - Trypsine très active → Libération des coccidies des oocystes
- Excès de protéines absorbées *ou/et* Protéines déséquilibrées en AAI
 - Augmentation du catabolisme azoté
 - Consommation d'eau augmente
 - Elimination urinaire augmente
 - → *Litières humides*

LES MINERAUX MAJEURS

- Sodium - Potassium – Chlore
 - Excès Na → *Litière humide*
 - K et Cl impliqués aussi
 - → Equilibre hydrolytique Na + K - Cl
- Calcium-Phosphore – Magnésium
 - Microflore intestinale à l'origine de :
 - Diminution absorption du calcium
 - Augmentation du besoin en phosphore et en magnésium
 - Excès magnésium → Diarrhée
 - Excès en Magnésium → Diarrhée

LES OLIGOÉLÉMENTS

- **Microflore intestinale**
 - *Diminue l'absorption du Manganèse*
 - *Sans effet sur le Cuivre, le Zinc et le Fer*
- **Excès en oligoéléments**
 - **Supplémentation en Se (0.5 mg/kg)**
 - Effet préventif contre l'entérite nécrotique
 - Augmente niveaux des Ac contre les toxines (*Cl.perfr.*)
 - **Excès en Zinc affecte la fonction immunitaire de l'intestin**
 - **Excès en Fer (dans aliment ou/et eau de boisson)**
 - Favorise flore nocive ferro-dépendante (*ex.Salmonella*)

PRÉSENTATION DE L'ALIMENT

- **Taille des particules**
 - Particules fines
 - Défavorable au fonctionnement du gésier
 - → fermentations bactériennes « défavorables »
 - Particules grossières : Effets similaires aux effets des fibres insolubles
 - Amélioration du fonctionnement du gésier
 - Augmentation de la motilité de l'intestin
- **Granulation**
 - Données souvent « incohérentes » ?
 - Effet fortement lié à la taille des particules
 - → Réduction du nombre de *Cl.perfringens* (par rapport à la présentation en farine)

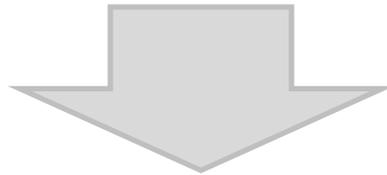
LES ADDITIFS

- **LES PROBIOTIQUES**
- **LES PRÉBIOTIQUES**
- **LES PHYTOBIOTIQUES**
- **LES ENZYMES**
- **LES ACIDES**



LES ADDITIFS

« Substances, micro-organismes ou préparations, autres que les matières premières pour aliments des animaux et les pré-mélanges, délibérément ajoutés aux aliments pour animaux ou à l'eau et qui ont un effet positif sur la production, le rendement ou le bien-être des animaux, notamment en influençant la flore gastro-intestinale ou la digestibilité des aliments pour animaux » (d'après Règlement CE 1831/2003)



Additifs zootechniques : tous les additifs utilisés pour influencer favorablement les performances des animaux en bonne santé ou l'environnement

LES ADDITIFS

● Amélioration de la réponse immunitaire

● Réduction de la charge de bactéries pathogènes

● Stimulation de l'établissement de la flore bénéfique

● Stimulation de la fonction digestive

PROBIOTIQUES



PREBIOTIQUES



SYMBIOTIQUES
(PRE + PRO)-BIOTIQUE



PHYTOBIOTIQUES



ENZYMES



ACIDES
ORGANIQUES



Efficacité in vivo est souvent inférieure (parfois absente) à l'efficacité in vitro

PROBIOTIQUES

Additif contenant des micro-organismes vivants à effet favorable sur l'animal hôte par l'amélioration de la microflore intestinale (Fuller,1989)

Nurmi et Rantala (1973) (Nature 241, 210-211) :

Administration de contenu caecal de poules adultes peut protéger les Poussins contre Salmonella

→ Exclusion des bactéries pathogènes par une flore compétitive

Lactobacillus : salivarius, acidophilus, reuteri, plantarum...

Levures : Saccharomyces cerevisiae, boulardii...

Entérocooccus (faecium)-Bacillus - Bactériophages...

PROBIOTIQUES

- **Effets sur la digestion et les performances**
 - Améliorent la digestion
 - Baissent le pH du tractus digestif par le biais de sécrétion des acides gras volatils
 - Amélioreraient les performances de croissance
- **Effets sur la microflore du tube digestif**
 - Stimulent l'immunité gastro-intestinale
 - Favorisent l'implantation de flore « bénéfique »
 - Ex. Lactobacilles
 - Prévention de l'implantation des pathogènes
 - Escherichia coli
 - Salmonella...

PREBIOTIQUES

Composants indigestibles des aliments à effet bénéfique sur l'animal par la stimulation de la croissance et/ou de l'activité d'un nombre restreint de bactéries présentes dans le TD qui peut contribuer à l'amélioration de la santé de l'animal (Gibson et Roberfroid, 1995)

Mannane-Oligosaccharides (MOS)

Fructo-Oligosaccharides (FOS)

Galacto-Oligosaccharides (GOS)

Lactulose -Inuline

PREBIOTIQUES

- **Effets sur la digestion et les performances**
 - Augmentent la production des acides gras volatils et de l'acide lactique
 - Réduisent la concentration d'ammoniac dans l'intestin.
- **Effets sur la microflore du tube digestif**
 - Favorisent la croissance des bactéries bénéfiques
 - Réduisent la colonisation des bactéries pathogènes
 - Activité anti-salmonelles

PHYTOBIOTIQUES

Produits dérivés des plantes qui, incorporés dans l'alimentation des animaux, ont des effets positifs sur la santé digestive et sur les performances de croissance (*Fallah et al., 2013; Jacela et al., 2010*).

Herbes et épices (extraits) – Huiles essentielles

Agissent par le biais de divers métabolites secondaires tels que les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes, les aldéhydes, les polypeptides ou les polyacétylènes.

Action sur la flore intestinale par deux mécanismes selon le produit :

Effet direct : rupture des parois cellulaires de certaines bactéries

Effet indirect : modulation de la flore intestinale et réduction du nombre de bactéries pathogènes

PHYTOBIOTIQUES

- **Effets sur la digestion et les performances**
 - Augmentent les sécrétions digestives
 - Augmentation de la digestibilité et de l'absorption des nutriments
 - Amélioration de la croissance
- **Effets sur la microflore du tube digestif**
 - Modulation du « microbiote » (effets directs et indirects)
 - Action sur le système immunitaire (actions anti-inflammatoire, anti-oxydante et/ou antiparasitaire)

LES ENZYMES

Il s'agit des enzymes hydrolysant les polysaccharides non amylicés (PNA), principaux composants de la fibre.

Xylanase

Glucanase

Pectinase

Mannanase...

→ Hydrolyse des PNA, et libération des protéines et amidons « encapsulés » dans la paroi

LES ENZYMES

- **Effets sur la digestion et les performances**
 - Réduction de la viscosité du contenu intestinal
 - Amélioration de la digestibilité des protéines et de l'amidon.
 - Effets « inconstants » sur le gain de poids et l'Indice de consommation (IC)
- **Effets sur la microflore du tube digestif**
 - Réduction des populations de *Clostridium perfringens* (Effets de la xylanase ajoutée à des aliments à base de blé)
 - Xylanase
 - Réduit la charge en *Campylobacter jejuni* dans l'intestin
 - Augmente (jusqu'à 10 fois) la population des *Lactobacillus* et *Bifidobacteria* dans les caeca

LES ACIDES ORGANIQUES

Composés organiques ayant des propriétés acides, qui peuvent être produits, entre autres, par des bactéries ou des levures.

Acide acétique - Acide propionique

Acide lactique

Acide formique - Acide citrique...

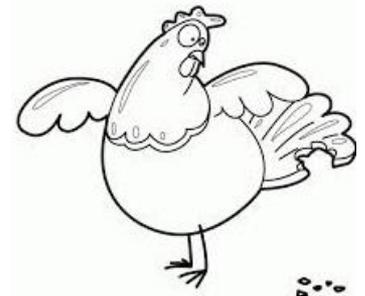
→ Pénètrent les bactéries pour altérer les activités intracellulaires → Abaissent le pH de l'estomac → Réduisent la croissance de certaines bactéries (pathogènes)

LES ACIDES ORGANIQUES

- *Effets sur la digestion et les performances*
 - Réduisent le pH de l'estomac et stimulent la sécrétion des enzymes endogènes
 - Amélioration des performances de croissance
- *Effets sur la microflore du tube digestif*
 - Inhibent la croissance de certaines bactéries pathogènes
 - Acide caprylique réduirait *Salmonella enterica*
 - ?? AGV peuvent augmenter la résistance aux acides chez *Salmonella typhimurium* (Kwon et Ricke, 1998)

CONDUITE ALIMENTAIRE ET ENTERITE NECROTIQUE

- **FACTEURS ALIMENTAIRES DE RISQUE**
 - Type de céréales
 - Taux et qualité des protéines
 - Facteurs anti-nutritonnels
- **ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION**



Entérite nécrotique

- Causée par :
 - Les toxines produites par *Clostridium perfringens* (*Bactérie gram+, anaérobie*)
- Facteurs prédisposants :
 - Alimentation : ration et conduite
 - Co-infection : coccidiose
- Formes cliniques :
 - Forme subclinique : réduction des performances
 - Forme aiguë : augmentation de la mortalité
- Impact économique :
 - Pertes économiques importantes
 - Coût moyen des pertes dans le monde : 2 Milliards \$ US/an (?)

FACTEURS ALIMENTAIRES DE RISQUE

- Agent pathogène : *Clostridium perfringens*
- Facteurs de risques alimentaires =
 - Modifient l'environnement du TD pour le rendre favorable à la croissance de *Cl.perfringens*
 - *Trois facteurs :*
 - *Type de céréales*
 - *Taux et qualité des protéines*
 - *Facteurs anti-nutritionnels*

Type de céréales

- En rapport avec le taux de fibres (NSP) solubles
- Blé-Orge-Avoine >> Maïs (β -glucanes-Arabinoxylyanes...)
- Taux élevés en NSP →
 - Augmentation de la viscosité
 - Ralentissement du transit
 - Diminution de l'absorption des nutriments
 - Conditions favorables à la prolifération de *Cl.perfringens*
- Taux élevés en NSP (*hydrophiles*) →
 - Augmentation de la consommation d'eau
 - Augmentation de l'élimination d'eau
 - Litière humide → favorable à la prolifération des pathogènes

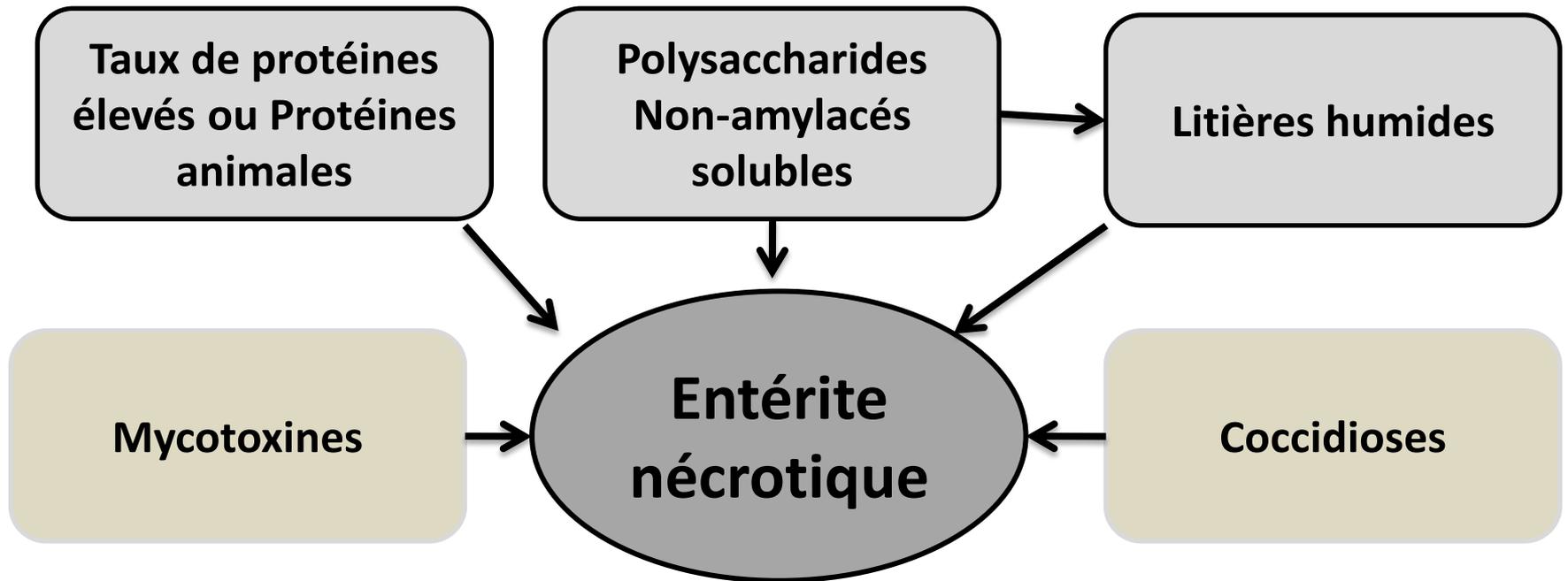
Taux de protéines

- Taux de protéines élevé et / ou protéines déséquilibrées en acides aminés
 - Réduction de l'absorption des protéines (IG ant.)
 - = substrats pour la microflore du TD (postérieur)
 - → produits de fermentation (urée, amines..) favorables à la prolifération de *Cl. perfringens*
- Sources de protéines – Farines de poisson
 - Farine de poisson, riches en glycine et Méthionine
 - Glycine et Méthionine → Stimulation croissance de *Cl. perfringens*

Facteurs anti-nutritionnels

- Lectines (blé et soja)
 - Modification de la microflore intestinale
 - Modification de la réponse immunitaire
- Inhibiteurs de la trypsine (soja)
 - Réduction de la digestibilité des protéines
 - Augmentation des produits azotés dans le TD (postérieur)
 - → substrats favorables aux protéolytiques dont *Cl. perfringens*

ÉLÉMENTS DE PREVENTION DES ENTERITES NECROTIQUES



*Facteurs de prédisposition majeurs à
l'entérite nécrotique (I.J. Broom, 2017)*

ÉLÉMENTS DE PREVENTION DES ENTERITES NECROTIQUES

D'après I.J. Broom (2017)

Taux de protéines élevés ou Protéines animales

Optimiser rapport Protéines / AAI et la digestibilité des protéines
Usage des enzymes et additifs appropriés

Polysaccharides Non-amylacés solubles

Choix des céréales ??
Usage des enzymes

Litières humides

Equilibre électrolytique alimentaire (DEB)
Contribution des phytases

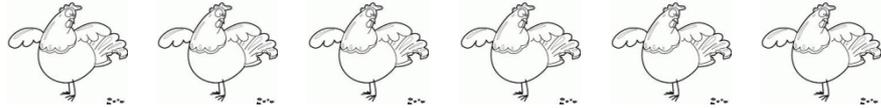
Mycotoxines

Stratégie de contrôle (matières premières et aliments)

Coccidioses

Programmes de surveillance
Choix des additifs appropriés

En conclusion



RESPECT DE L'ÉQUILIBRE ALIMENTAIRE

- Protéines digestibles**
- Apport équilibré en acides aminés indispensables**
- Eviter les niveaux élevés en polysaccharides non amylacés**
- Apport minimum en fibres insolubles**

PRÉSENTATION DE L'ALIMENT

- Taille des particules en rapport avec la granulation**

RESPECT DES TRANSITIONS ALIMENTAIRES

- Eviter les changements brusques d'aliments**
- Eviter les modification fréquentes de matières premières**

ATTENTION AUX FACTEURS ANTI-NUTRITIONNELS ET AUX MYCOTOXINES