



HAL
open science

Tâche 3: Impact de l'alimentation sur la santé et les performances. Projet Région APR-IA INTEGRITY (2017-2019). Kick off meeting; 21 Septembre 2017 (25 diapo)

Irène Gabriel

► **To cite this version:**

Irène Gabriel. Tâche 3: Impact de l'alimentation sur la santé et les performances. Projet Région APR-IA INTEGRITY (2017-2019). Kick off meeting; 21 Septembre 2017 (25 diapo). 2017. hal-03805406

HAL Id: hal-03805406

<https://hal.inrae.fr/hal-03805406>

Preprint submitted on 7 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.

Tâche 3 : Impact de l'alimentation sur la santé et les performances

Responsable : Irène Gabriel (Equipe ALiSE)

Plateforme d'Infectiologie Expérimentale (PFIE)

Unité de Recherches Avicoles (URA)

Equipe Alimentation et système d'Élevage (ALiSE)

UMR 1282 Infectiologie et Santé Publique (ISP)

Equipe Pathogénie de la Colibacillose Aviaire (PCA)

Equipe Apicomplexes et Immunité Mucosale (AIM)

Etape 1 : Effet de l'alimentation sur
le fonctionnement digestif (dont le microbiote)
le développement de la coccidiose (*E. tenella*)
et les performances

Etape 2 : Translocation bactérienne
lors de l'infection par *E. tenella*
et effet de l'alimentation

Etape 1 : Effet de l'alimentation sur le fonctionnement digestif (dont le microbiote), le développement de la coccidiose (*E. tenella*) et les performances

Facteurs alimentaires étudiés

Phase 1 : Conséquence à long terme de l'alimentation chez le **jeune animal**

(Programmation nutritionnelle)

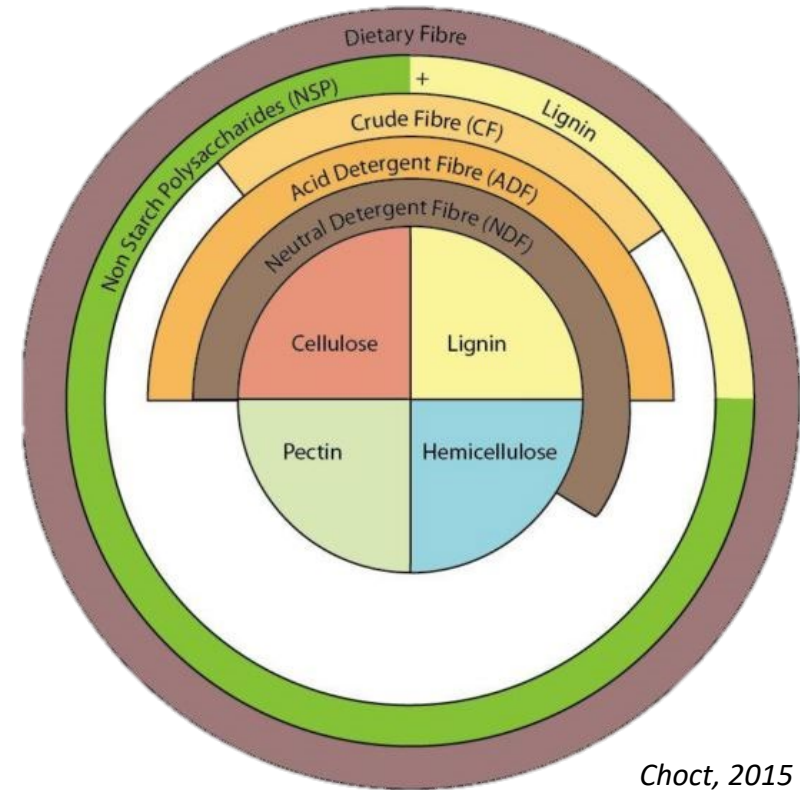
Fibres insolubles / particules grossières

Phase 2 : Effet des **fibres solubles** indigestibles \pm hydrolysées chez l'**animal plus âgé**

Les fibres alimentaires

Composition

**Fibres alimentaires =
Polysaccharides non amylacés
+ lignine**



Propriétés fonctionnelles

Capacité
rétention eau

solubilité

encombrement

gonflement

viscosité

fermentescibilité

Capacité
liaison ions



- Développement tractus digestif
- Conditions physicochimiques chyme
- Transit, reflux
- Sécrétions
- Microbiote

Phase 1 : Conséquence à long terme de l'alimentation chez le jeune animal (Programmation nutritionnelle)

Alimentation → Microbiote digestif

Alimentation du jeune animal $\xrightarrow{?}$ Microbiote digestif de l'animal plus âgé

Facteur alimentaire choisi :

Fibres insolubles
sous forme de particules grossières

(1) Fibres insolubles sous forme de particules grossières

→ Fonctionnement digestif

Polysaccharides
Insolubles sous
forme de particules
grossières



Développement
de l'appareil digestif
et son fonctionnement



Amélioration
de la digestion

Effet bénéfique des fibres insolubles

Mateos et al. (2012)

Sources de fibres insolubles

Sous forme de particules grossières

(Coques d'avoine)

En quantité modérée

(2-3% de la ration alimentaire)

Dans des régimes maïs/soja pauvres en fibres



Favorable

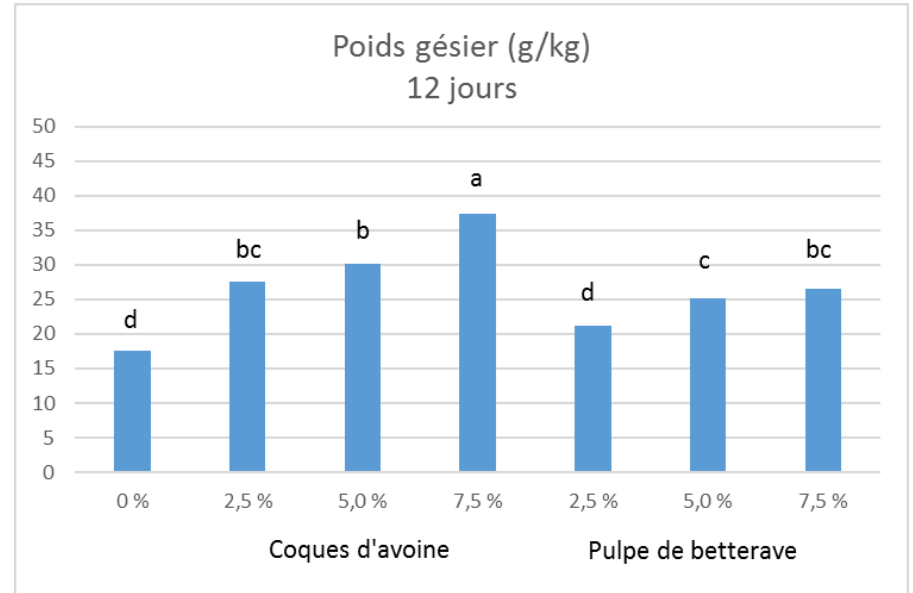
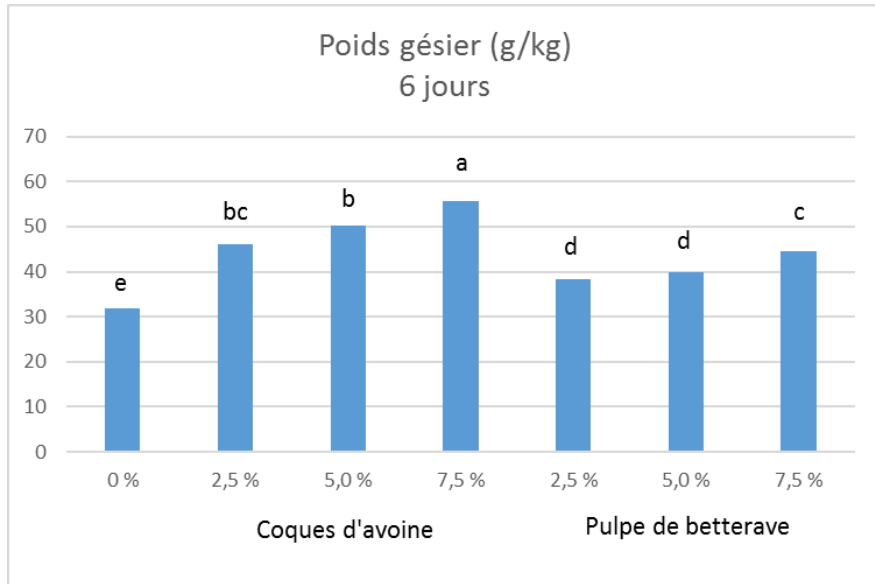
au développement du gésier

de la digestion

et des performances de croissance

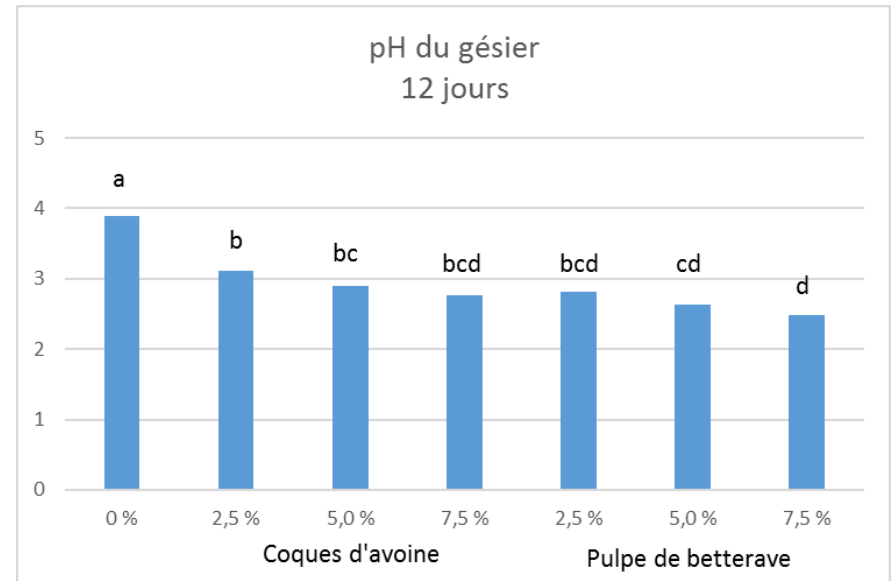
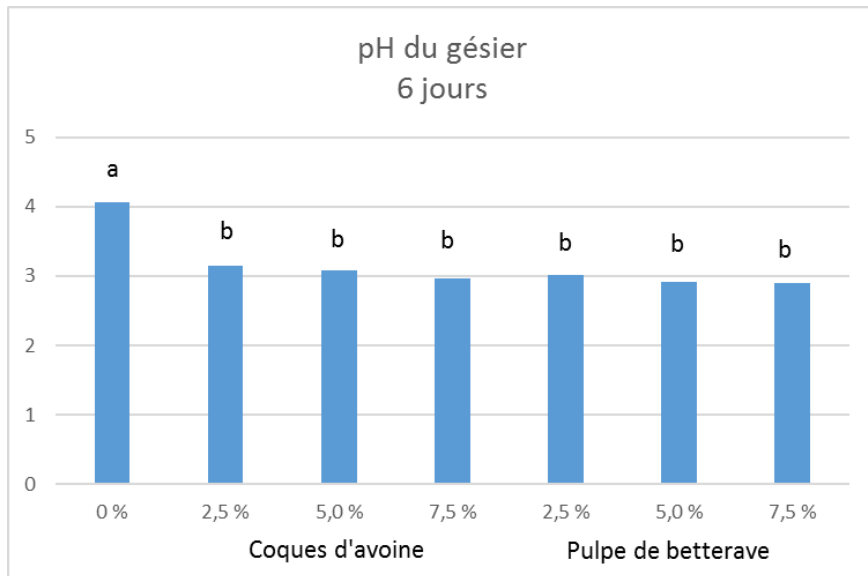
Effet sur le poids relatif du gésier

Jimenez-Moreno, E., et al. (2013) (2)



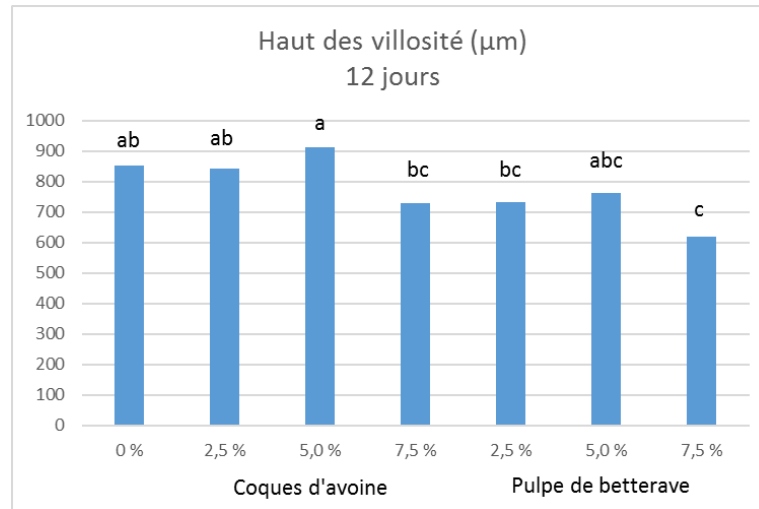
Effet sur le pH du gésier

Jimenez-Moreno, E., et al. (2013) (2)



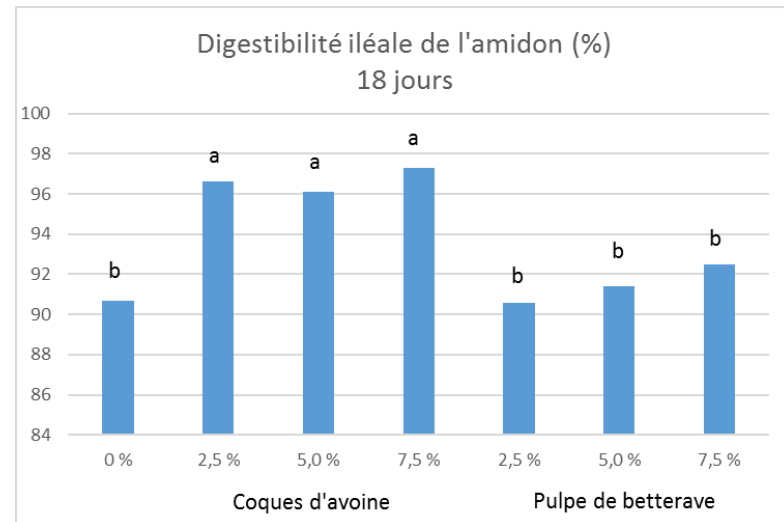
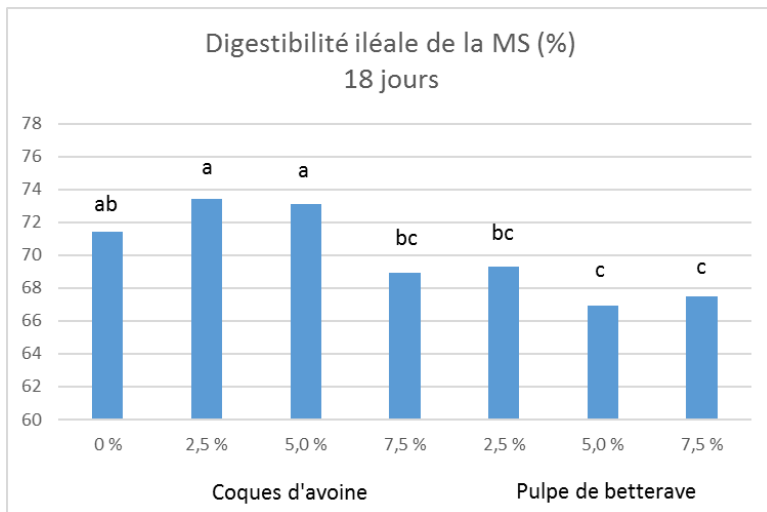
Effet sur la morphologie intestinale (Hauteur des villosité du jéjunum)

Jimenez-Moreno, E., et al. (2013) (2)



Effet sur la digestibilité iléale

Jimenez-Moreno, E., et al. (2013) (1)



Effet bénéfique d'un **apport modéré** de fibres
dans un **régime à teneur modéré** en fibres

(2) Fibres insolubles sous forme de particules grossières

→ Microbiote digestif

Modification de la composition du microbiote
au niveau caecal avec des coques d'avoine

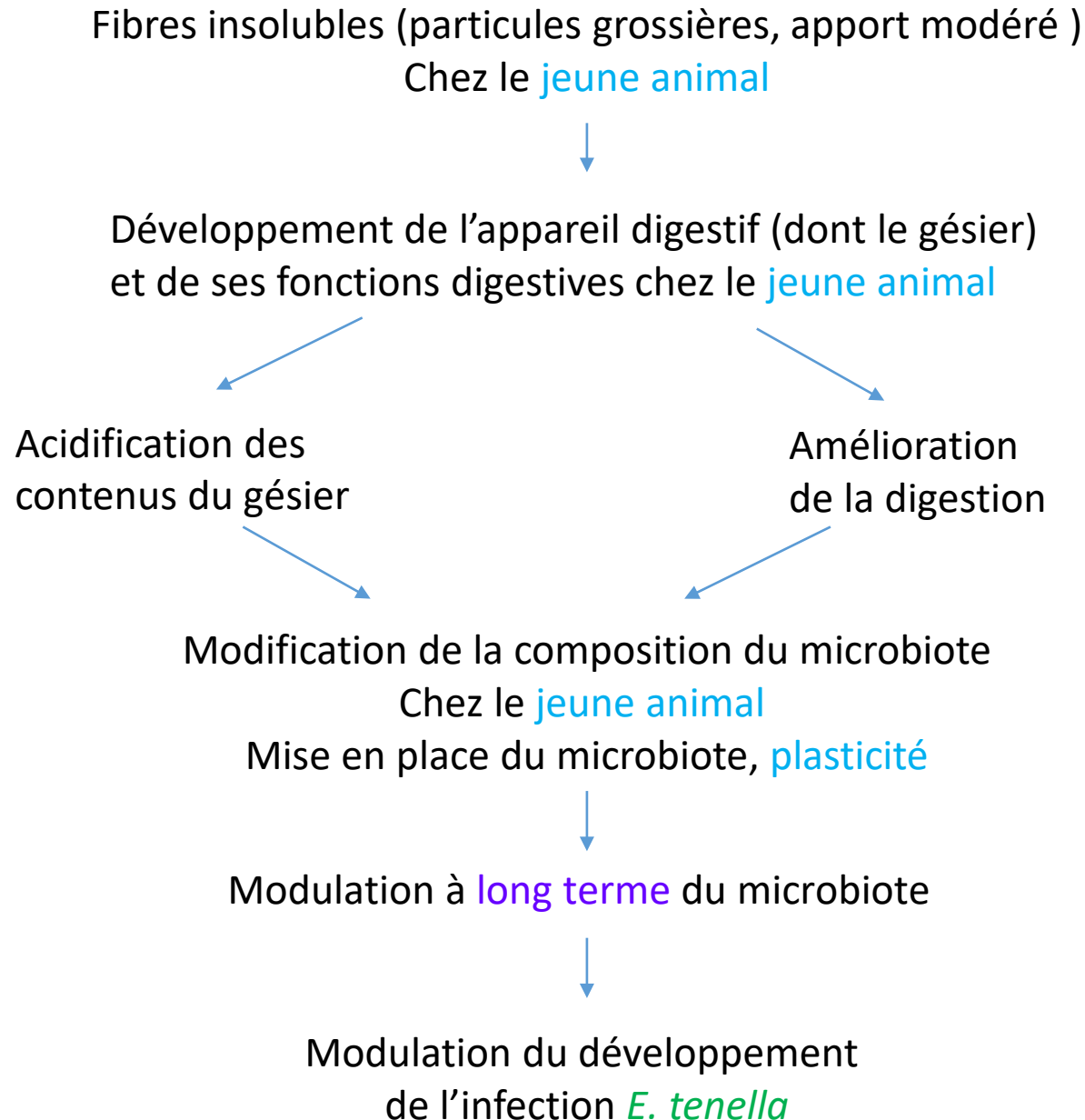
Jimenez-Moreno et al. (2011)

A 36 jours

Baisse des comptages de *Clostridium perfringens*
Enterobacteriaceae

Tendance à la baisse des comptages de *Lactobacillus*

Hypothèse



Phase 2 : Effet des fibres solubles indigestibles ± hydrolysées chez l'animal plus âgé

Composition de l'alimentation du poulet

Principale source d'énergie Maïs

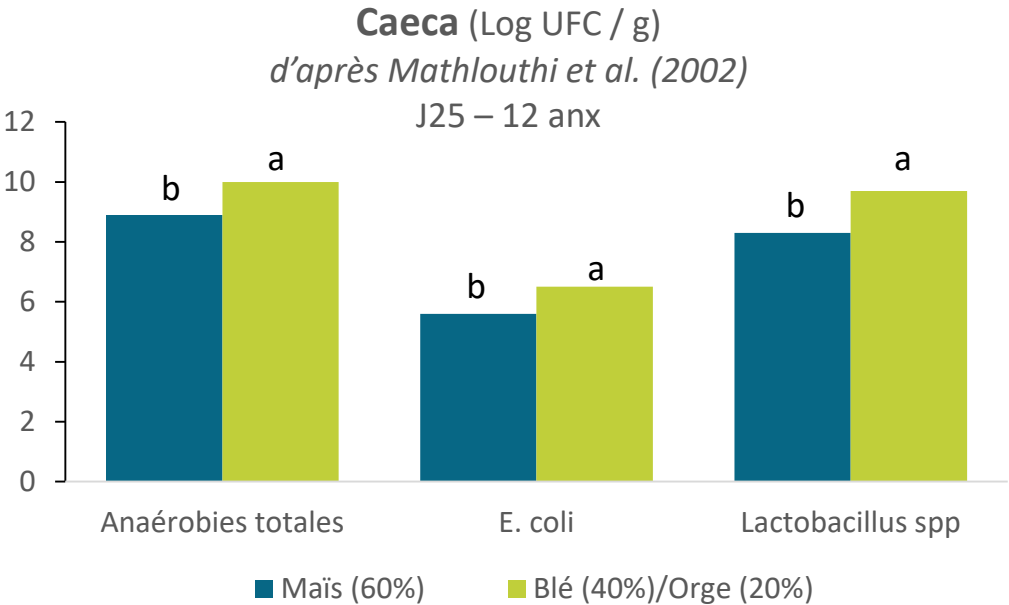
Europe : Maïs → Céréales locales (Ex : blé, orge)

Constituants antinutritionnels des céréales comme le blé et l'orge

Polysaccharides non amylacés (PNA) hydrosolubles (PNAh)

- Augmentation de la viscosité des contenus intestinaux
 - Diminution de la digestibilité de l'aliment
 - Modifications de la composition du microbiote

Effet d'un régime Blé / Orge par rapport à un régime Maïs



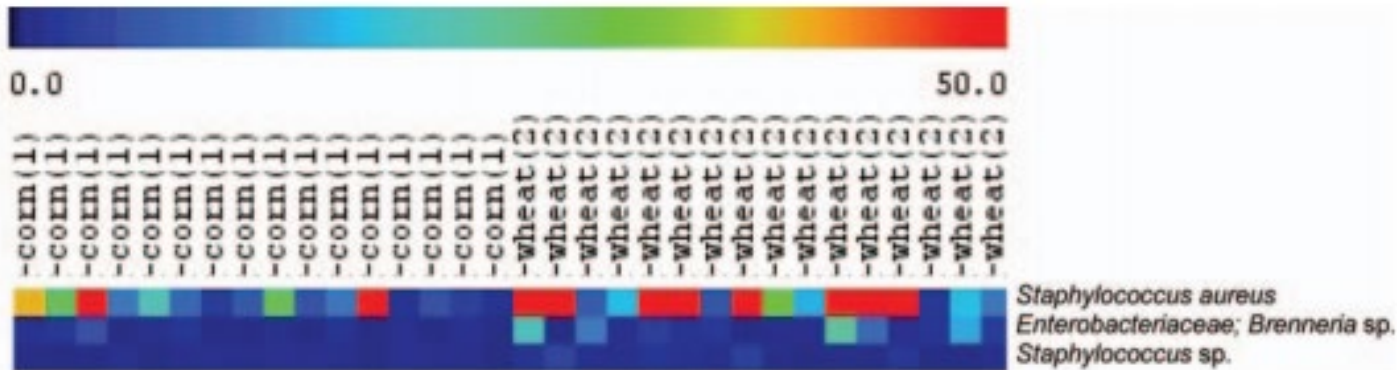
Effet d'un régime « Blé » par rapport à un régime « maïs » sur le microbiote iléal

J34 – 16 anx (van der Hoeven-Hangoor et al., 2013)

Puce (370 sondes)

Régime « maïs » : maïs (65%)

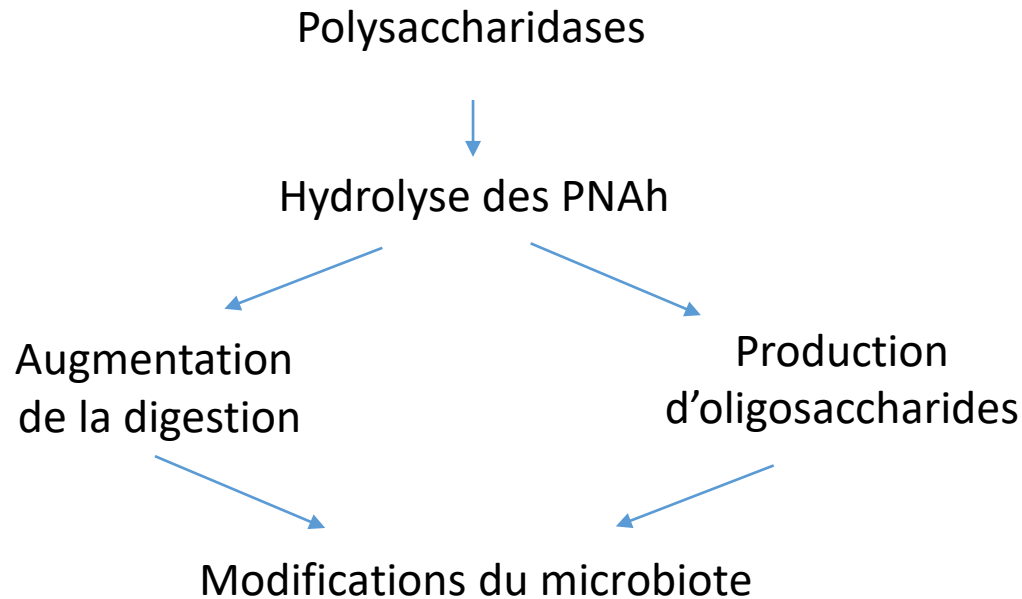
Régime « blé » : blé (41,5-45,8%), seigle (6,5%), colza (6,5%)



Groupes bactériens présentant des différences significatives

➔ Inclusion de **polysaccharidases** dans les régimes

Effet potentiel (Kiarie et al, 2013)



Effets observés

Polysaccharidases

- ➔ In vitro, stimulation par les produits de l'hydrolyse de la production d'acides gras à chaîne courte dans les contenus caecaux (Yacoubi et al, 2016)
- ➔ Modification du microbiote digestif dans l'intestin grêle et les caeca (Jia et al., 2009 ; Munyaka et al., 2016).

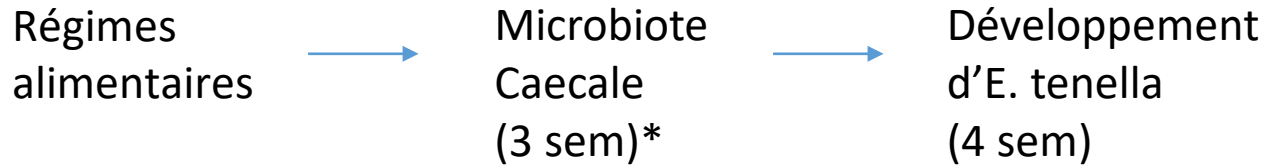


Etude de l'effet d'une **alimentation précoce** contenant des **fibres insolubles** pendant la période de démarrage (0-10 jours) sur les fonctions digestives et le microbiote digestif, chez le **jeune animal**, ainsi que de ses **conséquences à long terme** après consommation d'un régime riche en **fibres solubles (PNAh)** de type européen (blé, orge) additionné de **polysaccharidases**

Chez des animaux sains

Effet des régimes alimentaires sur le développement d'E. tenella (Infection à 3 sem)

Hypothèse



*Hyp : Microbiote à 4 sem proche du microbiote à 3 sem (malgré l'évolution avec l'âge)

Conséquences d'E. tenella sur le fonctionnement digestif et son microbiote

Effet d'E. tenella sur le microbiote caecale selon les régimes

→ Comparaison du microbiote caecale à 4 sem

Animaux sains

Animaux infectés

Effet d'E. tenella sur le fonctionnement digestif selon les régimes

A priori E. tenella sans effets en dehors des caeca sur le fonctionnement digestif

Mais Baisse de digestibilité apparente des minéraux totaux, Ca et P avec E. tenella en infection subléthale (Takhar et Farrell, 1979)

Modification de transcription de gènes dont des transporteurs de nutriments et des enzymes (Su et al, 2015; Milanova A et al, 2016)

→ Comparaison du fonctionnement digestif (morphologie intestinale, digestibilité) à 4 sem entre animaux sains et infectés

Dispositif expérimental : Régimes / Elevage / Prélèvements / Mesures

1. Composition des régimes

Régimes isoénergétiques / isoprotéiques (iso AAdig essentiels) / iso P et Ca

Apports nutritionnels : Recommandations pour poulet à croissance rapide

Démarrage (0-10j) : 3 000 kcal/kg, 23% de protéines

Croissance (11 j et +) : 3 100 kcal/kg, 21,5% de protéines

Régime démarrage (0-10 jours)

Matières premières principales

Maïs / Tt soja (Blé)

± Apport modéré de coques d'avoine (~3%)

Régime croissance (11 jours – 4 semaines)

Matières premières principales

Maïs / Tt soja / Blé / Orge

± Polysaccharidases

Produit commercial

Mélange enzymatique caractérisé : xylanases et arabinofuranosidases (et β -glucanases)

Caractérisation des teneurs en fibres des coques d'avoine / des régimes

NDF, ADF, ADL et TDF, SF et IF

2. Etudes des performances, fonctions digestives et du microbiote digestif

Performances de croissance (PFIE, URA) (10j, 21 j, 28j)

Consommation
Croissance → Indice de consommation

Etude des fonctions digestives (URA)

Fonctionnement de l'appareil digestif (16 anx / groupe) (10 jours)

- pH du contenu du gésier
- Poids des organes du gésier aux caeca

Muqueuse intestinale par microdissection (jéjunum, iléon) (12 anx / groupe) (10 et 28j)

Taille des villosités et des cryptes

Comptage des cellules caliciformes impliquées
dans la synthèse des mucines

Digestion (digestibilité iléale, TiO₂) (16 anx / groupe) (10 et 28 j)

Matière sèche
Protéines
Minéraux

Etude du microbiote digestif (O. Zemb de GenPhySE, CDD 4 mois)

Animaux sains (10j et 28 j) : Iléon et caeca

Animaux infectés (28 j) : Caeca

Composition du microbiote digestif par approche fine et non ciblée

Séquençage d'un marqueur phylogénétique (ADNr16S)

→ Composition en terme de phylum, classe, ordre, famille, genre voire espèce bactérienne

Etude de l'intégrité intestinale et de l'inflammation (ISP)

Animaux sains et infectés (28 j)

Intégrité intestinale

Perméabilité

Histologie

Inflammation

Gènes de l'immunité innée

3. Dispositif expérimental sur animaux nécessaire

Poulet de chair à **croissance rapide** (EOPS)

Animaux d'un **seul sexe** (mâles)

Elevage **au sol** sur litière (copeau de bois) à une **densité** proche de la **pratique**
(42 kg/m² maxi, Directive 2007/43/CE)

Ex : Ross PM3 mâles (données 2014); Poids 35 j de 2263 g, soit 18-19 anx/m²

Ex : Cobb 500 mâles (données 2015); Poids 35 j de 2299 g, soit 18 anx/m²

Etude de nutrition (mesure des performances zootechniques dont consommation et IC)

→ Nécessite des **répétitions** (Généralement 6-8 répétitions / groupe)

4 répétitions : 2 expérimentations avec 2 parquets / groupe ?

Rq : Permet de réduire le nb de prélèvements / jours

Animaux pour les prélèvements

Représentatifs de leur groupe

→ Elever un nombre + important d'animaux

J0 : Alim Démarrage

J10 : Alim Croissance

J21 : E. tenella

J28 : Fin

URA

ISP

Maïs/Soja

Maïs / Tt soja
Blé / Orge

Maïs / Tt soja
Blé / Orge

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
E. tenella

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme
E. tenella

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
E. tenella

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme
E. tenella

16 anx

16 anx

Mini :
144 anx
(ou 160 anx)
URA :
16 anx
(ou 32 anx)

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme

Maïs/Soja
+ Fibres Insol

Maïs / Tt soja
Blé / Orge

Maïs / Tt soja
Blé / Orge

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
E. tenella

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme

16 anx

16 anx

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme
E. tenella

16 anx

16 anx

Mini :
144 anx
(ou 160 anx)
URA :
16 anx
(ou 32 anx)

Maïs / Tt soja
Blé / Orge
+ Enzyme

4. Prélèvements

	J10	J28	
		Animaux sains	Animaux infectés
URA	2 groupes x 16 anx (ou 2 x 32 anx)	4 groupes x 16 anx	4 groupes x 16 anx
Morphologie TD, pH	G → Ca : 2 groupes x 16 anx		
Digestibilité	I : 2 groupes x 16 anx	I : 4 groupes x 16 anx	I : 4 groupes x 16 anx
Histologie	J, I : 2 groupes x 12 anx	J, I : 4 groupes x 12 anx	J, I : 4 groupes x 12 anx
Microbiote	I, C : 2 groupes x 12 anx	I, C : 4 groupes x 12 anx	C : 4 groupes x 12 anx
<hr/>			
ISP			
Intégrité intestinale (perméabilité, histologie)		4 groupes x 16 anx	4 groupes x 16 anx
Inflammation (gènes de l'immunité innée)			

Etape 2 : Translocation bactérienne lors de l'infection par E. tenella et effet de l'alimentation

Hypothèse, longtemps proposée mais jamais démontrée :

Des infections opportunistes « profiteraient » d'une coccidiose pour disséminer à partir de l'intestin

Rôle protecteur de l'alimentation ?

Réduction de la rupture de la barrière intestinale lors d'infection par E. tenella ?
Et limitation de la survenue de translocations bactériennes?

Protocole expérimental n°2

* **Inoculation orale** dès le **1^{er} jour** après éclosion de poulets EOPS avec une souche d'**E. coli pathogène** ⁽¹⁾ aviaire fluorescente

(1) N'engendre pas de maladies intestinales

* **Deux modes d'alimentation** sélectionnés d'après les résultats obtenus précédemment pour induire les **effets les plus divergents** sur l'**intégrité** de la **barrière intestinale** en présence d' **E. tenella**

* Infection avec **E. tenella** à **21 jours**

➔ Détection des bactéries disséminées dans le **sang** (bactériémie)

Prélèvements de sang pendant l'infection par E. tenella
(tous les 2 jours jusqu'au 6^{ème} jour)
→ Détection des bactéries fluorescentes

Dissémination dans les **organes profonds**

Prélèvement de rate, poumon, foie, os
→ Analyses microbiologiques par comptage et détermination de la présence de bactéries au niveau des tissus par imagerie à fluorescence (IVIS system)