

LES XYLANASES HIER ET DEMAIN ?

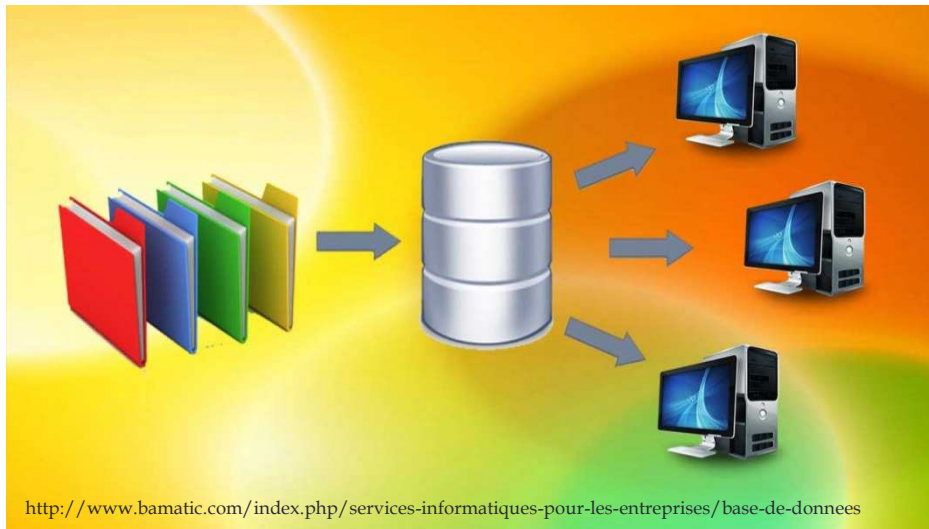
Yves Beckers

Elevage de précision et Nutrition



Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège

Les xylanases : leur histoire dans l'alimentation des porcs et des volailles

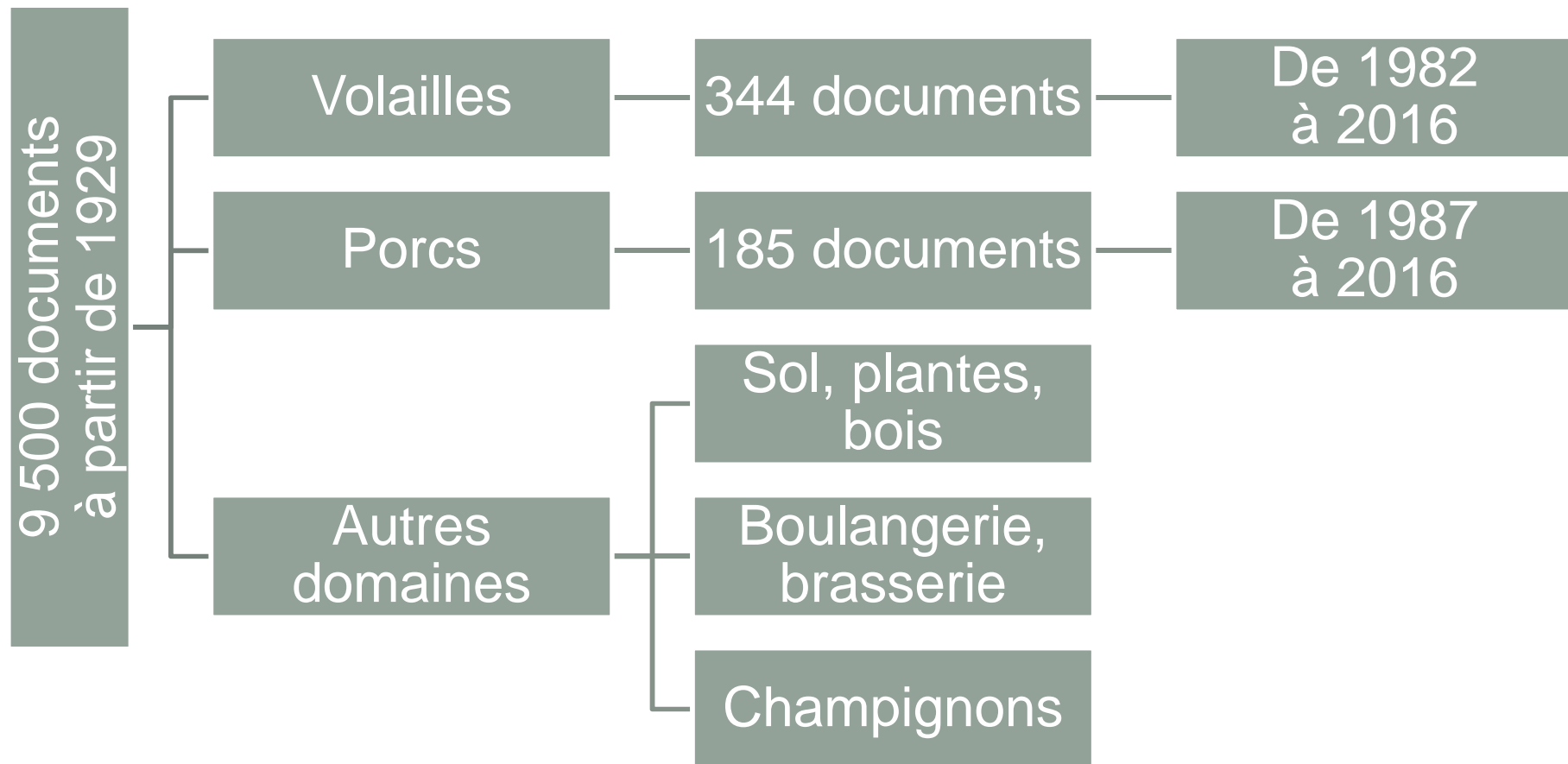


Base de données
Scopus

Xylanase – hemicellulase –
arabinoxylanase –
pentosanase

9 500 documents
de 1929 - 2016

Les xylanases : leur histoire dans l'alimentation des porcs et des volailles



Le maïs vs les céréales à paille ?



<http://www.choix-realite.org/7657/mais-une-verite-oubliee-ou-occultee-mais-retrouvee>



<http://www.lésechos.fr/finance-marches/marches-financiers/0211150682458-2016-la-pire-recolte-de-ble-en-france-depuis-40-ans-2016325.php>

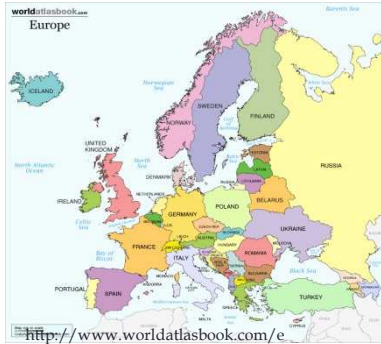


<http://volaillepoultry.pagesperso-orange.fr/index1.html>



<http://www.scar.be/scarweb/fr/agriculture/aliments-porcs-gamme>

Les céréales à paille



<http://www.worldatlasbook.com/europe/europe-political-map.html>



<https://twitter.com/canada>



<http://www.lésechos.fr/finance-marches/marches-financiers/0211150682458-2016-la-pire-recolte-de-ble-en-france-depuis-40-ans-2016325.php>



<http://www.guide-australie.fr/drapeau-australie/>



<http://volaillepoultry.pagesperso-orange.fr/index1.html>



<http://www.scar.be/scarweb/fr/agriculture/aliments-porcs-gamme>

Porcs et volailles – céréales à paille vs maïs



<http://agronomie.info/fr>



<http://www.choix-realite.org/7657/mais-une-verite-oubliee-ou-occultee-mais-retrouvee>



<http://www.thinkstockphotos.fr/image/illustration-more-marked/457796275>



<http://www.lesechos.fr/finance-marches/marches-financiers/0211150682458-2016-la-pire-recolte-de-ble-en-france-depuis-40-ans-2016325.php>

Les causes ?

- Composition chimique
- Digestibilité dans le tube digestif
 - Matière organique - énergie
- Céréales à paille induisent des fientes humides chez les volailles
 - Rétention en eau des digesta
 - Litière humide
 - ...

Digestibilité – performances animales

Le grain de blé

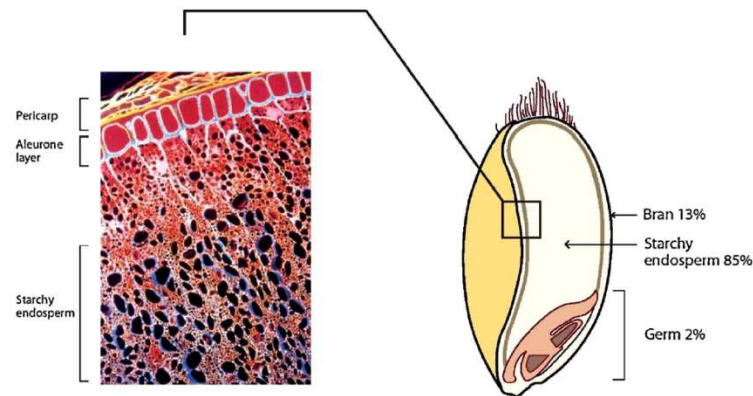


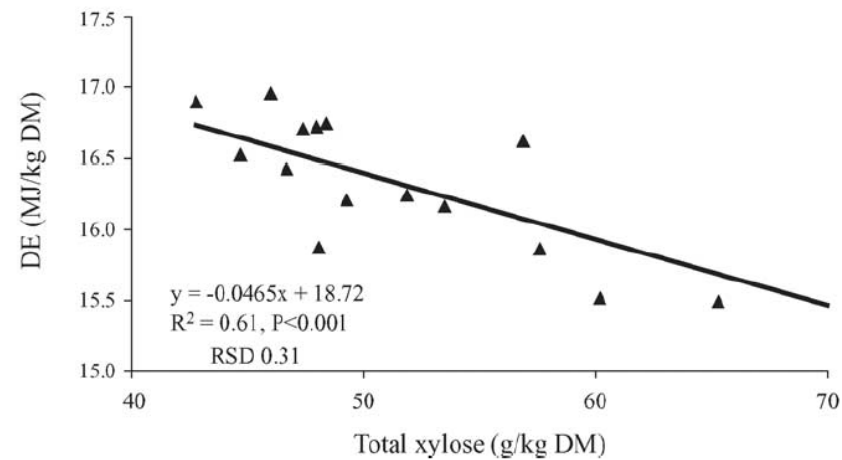
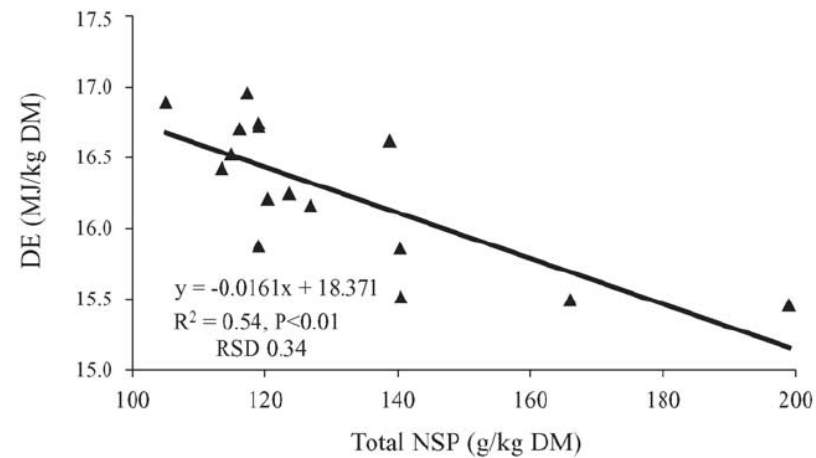
Fig. 1. Wheat kernel.

Amerah, A.M. Interactions between wheat characteristics and feed enzyme supplementation in broiler diets (2015) *Animal Feed Science and Technology*, 199, pp. 1-9.

Accessibilité des nutriments

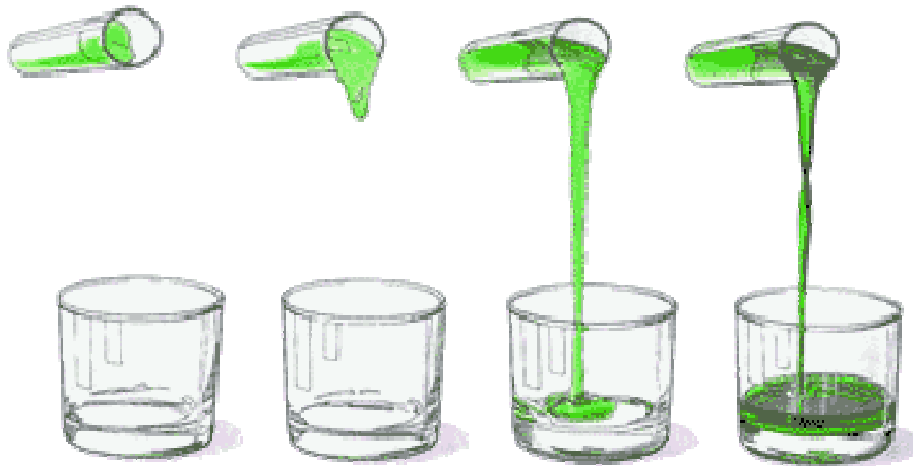
- Couche à aleurone
- Endosperme amylicé
- Théorie de l'effet « cage »
 - Polysaccharides non amylicés ou NSP
 - β -glucanes et arabinoxylanes dans les céréales à paille
 - Avoine > Orge > Blé

Porc – Energie digestible du blé



Kim *et al.*, 2005.

La viscosité – performances animales



Burnett, G.S. Studies of Viscosity as the Probable Factor Involved in the Improvement of Certain Barleys for Chickens by Enzyme Supplementation (1966) British Poultry Science, 7 (1), pp. 55-75

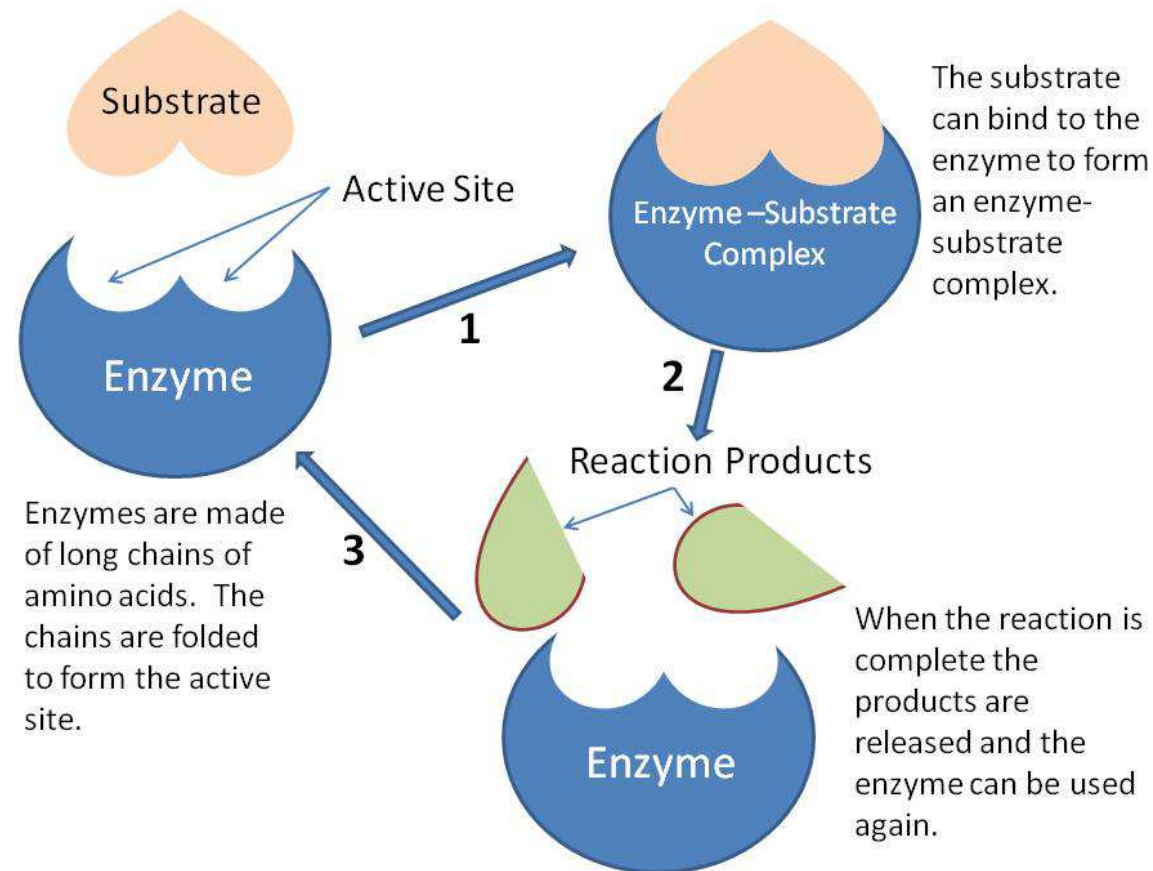
- Temps de transit dans le tube digestif augmenté et non compensé par une augmentation du péristaltisme
- Ralentissement de la diffusion des nutriments et des enzymes
- Implantation de microorganismes dans le tube digestif
- NSP sont la cause



ETAPE 1

Xylanase – viscosité – digestibilité

Intérêts des NSP hydrolases

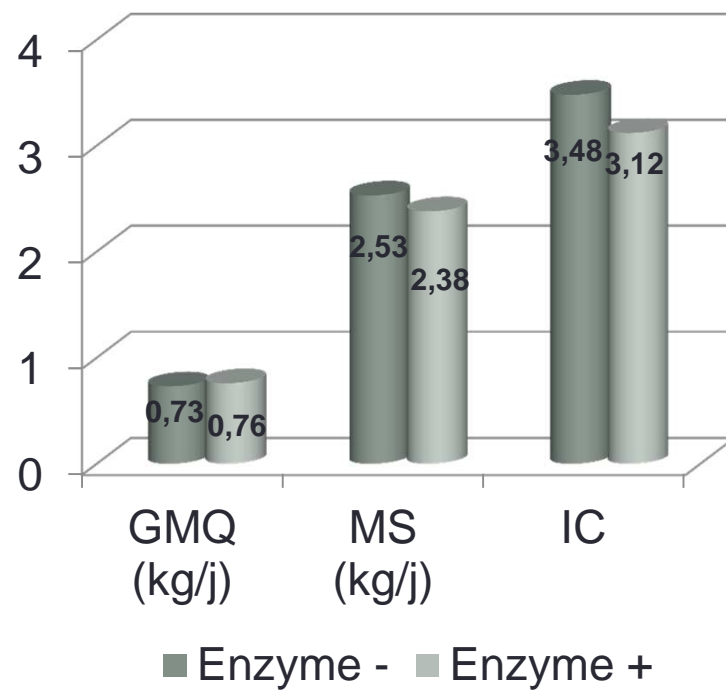


Nombreux travaux avec des résultats variables sur les performances animales

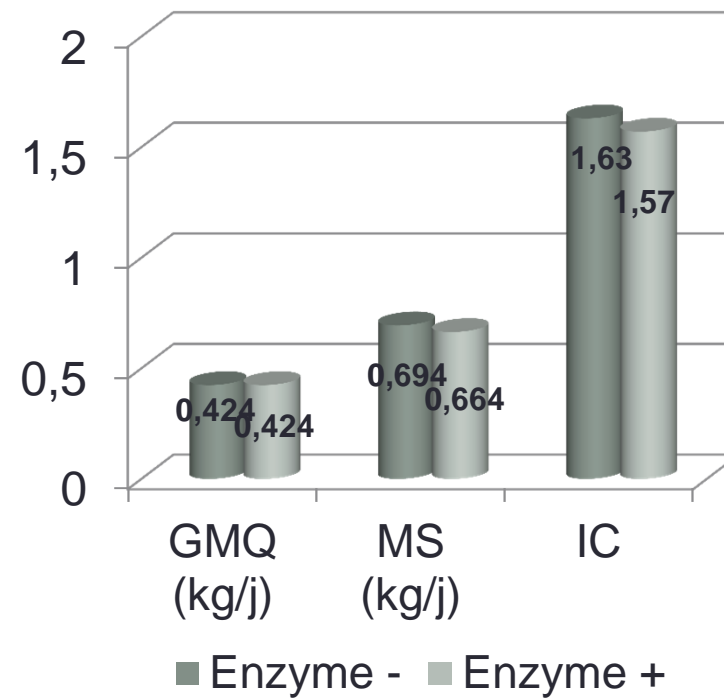
- **Thacker *et al.*, 1991**
The effect of enzyme supplementation on the nutritive value of rye-based diets for swine. *Can. J. Anim. Sci.* 71:489-496.
 - Porcs de 20 à 55 kg
 - Régime à base de seigle (80%) et tourteau de soja (15 %)
 - 2,5 g/kg de pentosanase d'*Aspergillus niger* (650 U pentosanase activity g⁻¹)
 - Effet significatif sur IC
- **Bedford *et al.*, 1992**
The effect of dietary enzyme supplementation of rye- and barley-based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 72:97-105.
 - Porcelets de 11 à 15 kg
 - Régime à base de seigle (63%) et tourteau de soja (20 %)
 - 2 g/kg de pentosanase (850 U xylanase activity g⁻¹)
 - Pas d'effet significatif

Nombreux travaux avec des résultats variables sur les performances animales

Thacker *et al.*, 1991



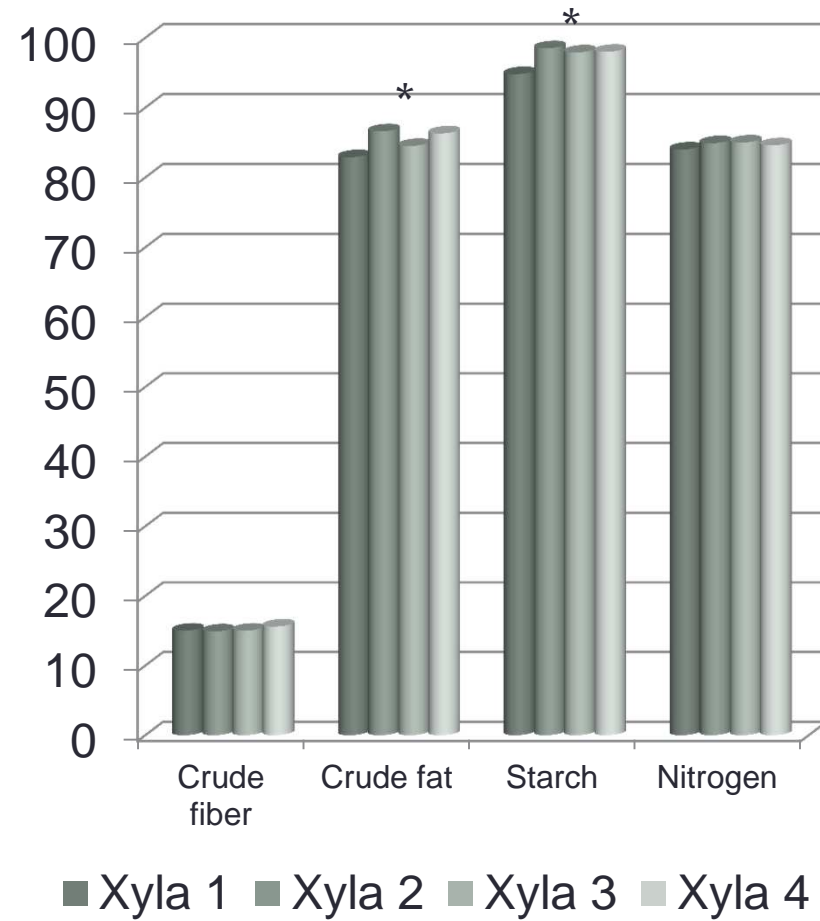
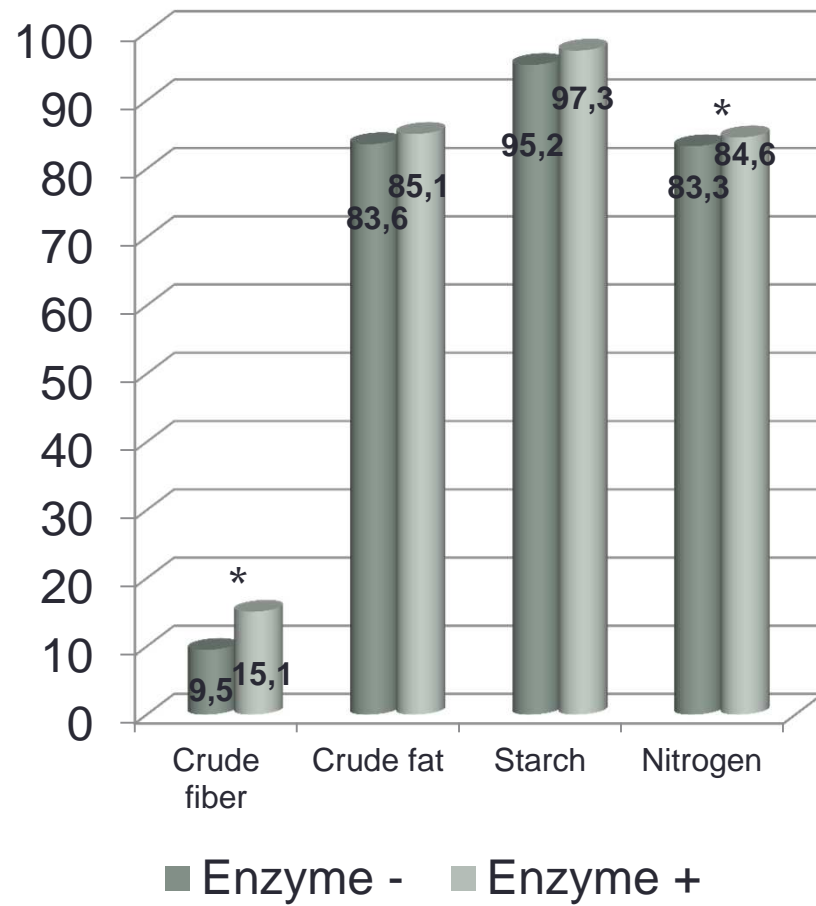
Bedford *et al.*, 1992



Digestibilité et énergie métabolisable

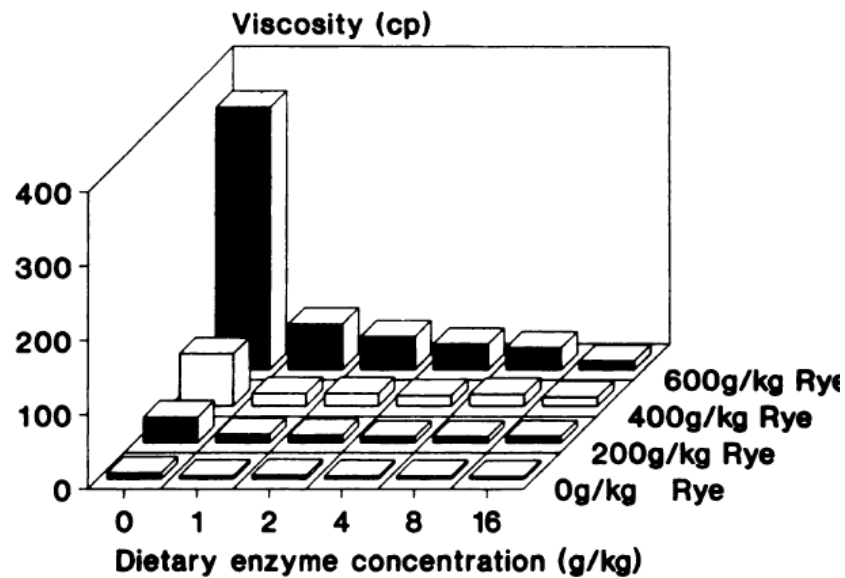
- Vandeplas et al., 2010
Effect of the bacterial or fungal origin of exogenous xylanases supplemented to a wheat-based diet on performance of broiler chickens and nutrient digestibility of the diet. *Can J Anim Sci* 90:221–228.
 - Poulets de 7 à 31 jours
 - Régime à base de blé (60%) et tourteau de soja (27 %)
 - Supplémentation avec
 - 0.0125 g kg⁻¹ xylanase de *Aspergillus aculeatus*
 - 0.1g kg⁻¹ Belfeed B 1100 MP (*Bacillus subtilis*),
 - 0.1g kg⁻¹ xylanase de *Aspergillus niger*
 - 0.1g kg⁻¹ xylanase de *Trichoderma viride*
 - Effet significatif des enzymes sur EMAn : 14,85 vs 15,24 MJ kg⁻¹ MS (14,93 à 15,44 selon l'enzyme)

Digestibilité et énergie métabolisable

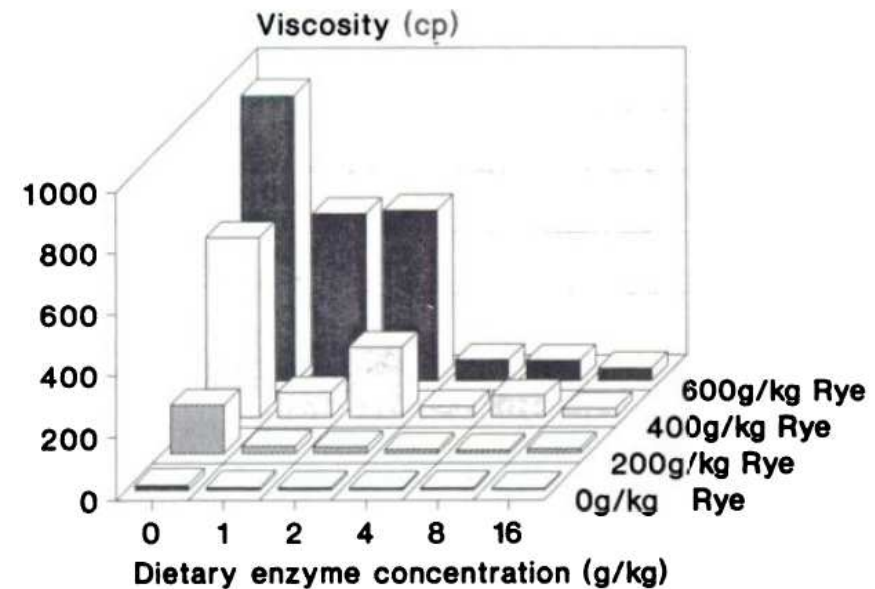


Viscosité dans l'intestin grêle chez les poulets de 19 jours

Intestin proximal



Intestin distal



Bedford, M.R., Classen, H.L. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks (1992) *Journal of Nutrition*, 122 (3), pp. 560-569.

Xylanases – volailles et porcs

- Mécanismes physico-chimiques
 - Solubilisation des hydrates de carbone de l'endosperme et la couche à aleurone des céréales
 - Effet « cage »
 - Viscosité des digesta - Hydrolyse partielle des NSP
 - Effets sur le transit et la diffusion des enzymes et des nutriments
 - Effets sur l'émulsion des matières grasses

Xylanases – volailles et porcs

- Efficacité démontrée chez les volailles et les porcs
- Différences entre les volailles et porcs
 - Temps de séjour des aliments dans le tube digestif
 - Volailles : 2 à 4 h
 - Porcs : 12 à 24 h
 - Teneur en MS des digesta dans l'intestin
 - Volailles : 16 à 20 %
 - Porcs : 7 à 10 %
 - Compartiments fermentaires

Xylanases – volailles et porcs

- NSP très variables dans les aliments en quantité et nature
 - Xylanes : substitution du xylose et chaîne latérale
 - Effets sur la solubilité, capacité de rétention en eau, la susceptibilité aux attaques enzymatiques

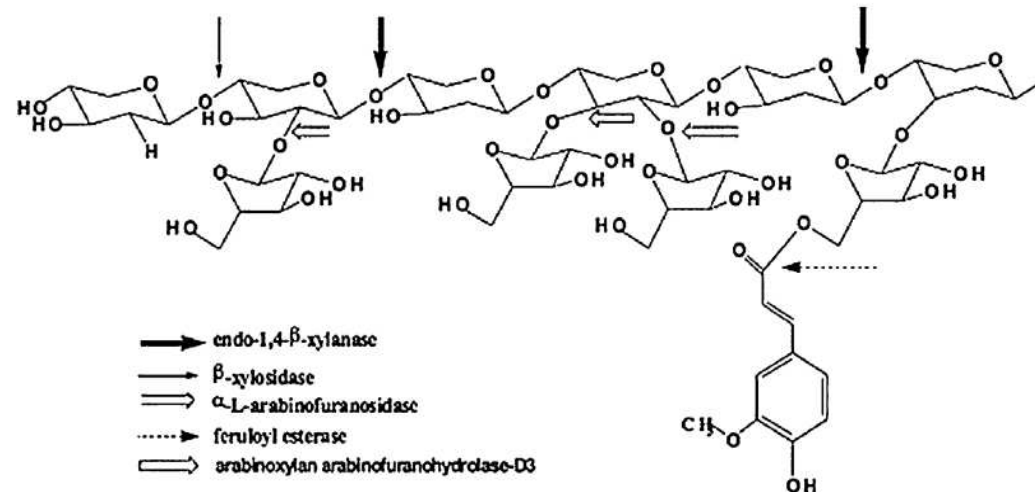


Fig. 1. Structure of arabinoxylan (AX) and arabinoxylan degrading enzymes (adapted from Grootaert et al. (2007)). The backbone of AX is composed of β -(1,4)-linked xylose residues, which can be substituted with arabinose residues on the C(O)-2 and/or C(O)-3 position. Ferulic acid can be esterified on the C(O)-5 position of arabinose. Endo- β -(1,4)-D-xylanases cleave the xylan backbone internally, β -D-xylosidases remove xylose monomers from the non-reducing end of xylo-oligosaccharides, α -L-arabinofuranosidases remove arabinose substituents from the xylan backbone, and ferulic acid esterases remove ferulic acid groups from arabinose substituents (adapted from Dornez et al. (2009)).

Xylanases – volailles et porcs

- Nombreuses enzymes capables d'hydrolyser les xylanes
 - β - 1,4 endoxylanase
 - 260 molécules différentes !
 - β -D-xylosidase
 - Arabinofuranosidase
 - ...
- Effets favorables des xylanases chez les volailles et les porcs mais résultats logiquement variables ...

ETAPE 2

Xylanase – microbiote intestinal

Porcs et volailles – microbiote intestinal

- **Faits avérés**
 - Dix fois plus de cellules de microorganismes dans le tube digestif que de cellules animales chez l'hôte
 - 10^5 à 10^8 bactéries/g de contenu
 - Micro-habitats : digesta – mucus – surface des épithéliums
 - Interactions importantes entre le microbiote et son hôte
 - Organes fermentaires : symbiose vs parasitisme
 - Microorganismes pathogènes pour l'animal et l'homme
 - Microorganismes favorables vs nuisibles aux performances animales

Porcs et volailles – microbiote intestinal

- Recherches des métabolites microbiens

Diebold *et al.*, 2004. Journal of Animal Science

La supplémentation en xylanase modifie les activités fermentaires (site et nature des acides gras à courte chaîne) chez le porc recevant un régime à base de blé

Porcs et volailles – microbiote intestinal

- Bactéries entériques pathogènes

Fernandez *et al.*, 2000. Cellular and Molecular Life Sciences
La supplémentation en xylanase réduit la viscosité et la charge en *Campylobacter jejuni* dans l'intestin de la volaille

Porcs et volailles – microbiote intestinal

- Bactéries utiles

Nian *et al.*, 2011. Asian-Aust. J. Anim. Sci.
La supplémentation en xylanase
augmente de 10 fois la population des
Lactobacillus et *Bifidobacteria* dans les
caeca des volailles

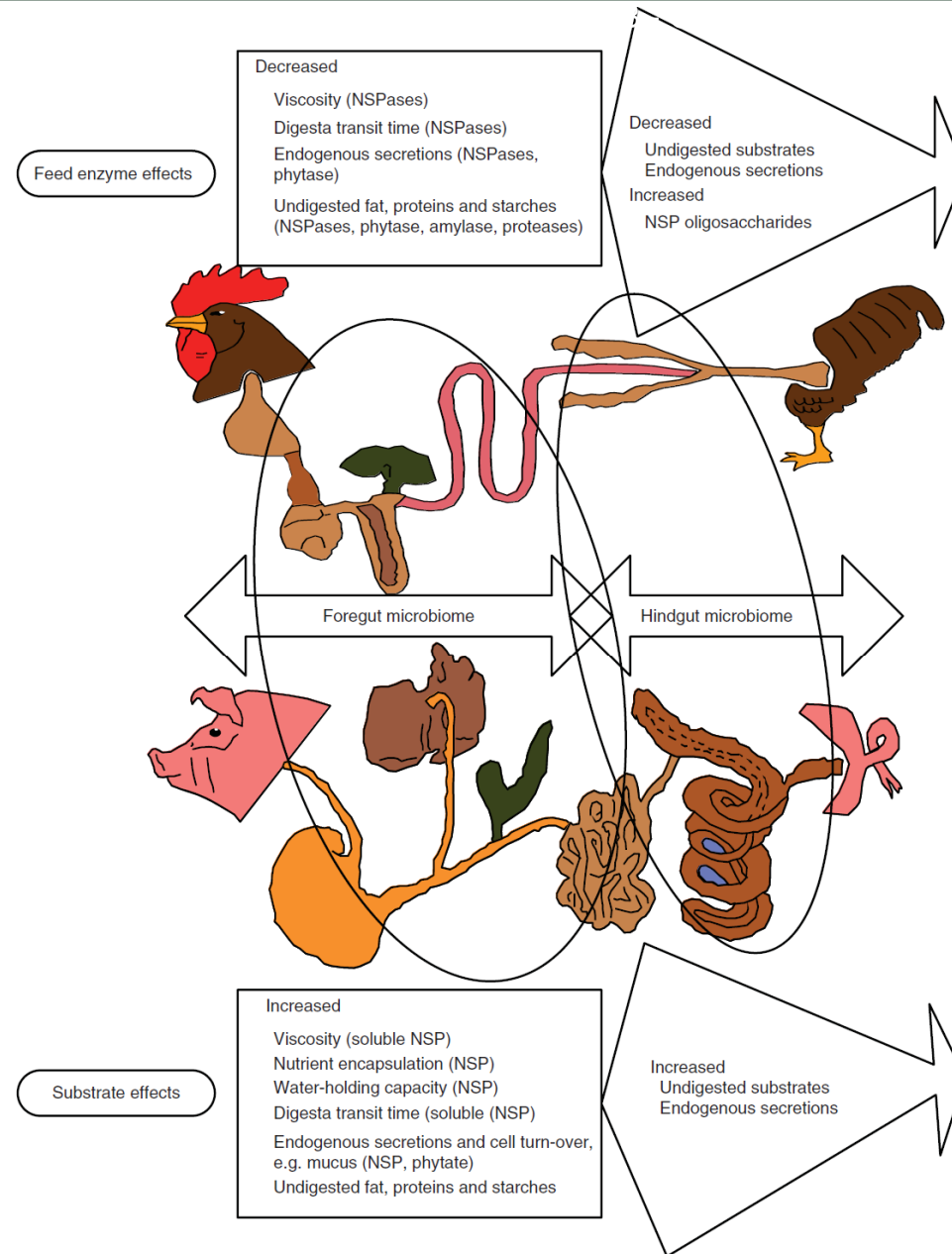


Fig. 1. Link between feed enzymes and gut microbiota in poultry and swine. NSPases, NSP-degrading carbohydrases. (A colour version of this figure can be found online at <http://www.journals.cambridge.org/nrr>)

Xylanases – volailles et porcs

- Mécanismes biologiques
 - Le microbiote intestinal
 - Compétition pour les nutriments
 - Déplacement et modification du microbiote
 - Produits d'hydrolyse modulent le système immunitaire et le microbiote intestinal de l'hôte
 - Les oligosaccharides à courte chaîne

Conclusions

- Réponse aux xylanases est démontrée chez le porc et la volaille
- La réponse positive reste variable
 - Selon l'enzyme
 - Proportionnelle à la teneur en NSP
 - Inversement proportionnelle au rapport arabinose/xylose
 - Fonction de la dureté du blé chez les volailles ?
- Demain ?
 - Xylanase – NSP – Microbiote - Animal