

# UTILISER SES CEREALES DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES

## Retours d'aviculteurs des Hauts de France et de Pologne

Elodie Dezat, Coline Brame - Chambre d'agriculture de Bretagne. Mars 2019

**Utiliser les céréales de son exploitation plutôt que d'acheter la totalité de son aliment : voilà qui tenterait certains aviculteurs. Leurs motivations sont la maîtrise du coût alimentaire, la limitation du transport, en évitant les allers-retours de matières premières, et une image valorisante de leurs produits. Si ce système d'alimentation est attrayant et ne pose de problèmes techniques majeurs, il n'est pas prévu aujourd'hui dans les contrats d'intégration.**

Certains aviculteurs bretons avaient pris l'habitude d'incorporer leurs céréales dans l'aliment des volailles, essentiellement dans le but de réduire le coût de l'aliment. Rappelons que ce dernier pèse pour plus de 60% dans le coût de production du poulet standard.

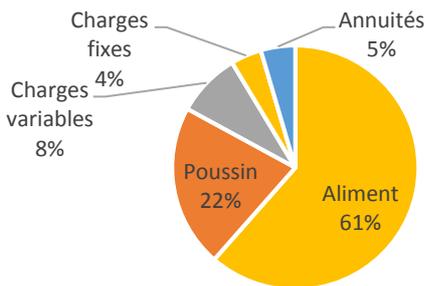


Figure 1. Coût de production en poulet standard. Résultats de l'enquête avicole 2016. Les prix de poussin et d'aliment retenus sont des prix contractuels.

L'utilisation des céréales, si ce n'est de la ferme au moins cultivées sur le territoire, serait également un moyen de limiter le transport et les émissions de CO<sub>2</sub>.

Une enquête menée par la chambre d'agriculture des Pays de la Loire en 2004 montrait que 35% des éleveurs de volailles standard étaient intéressés par cette technique.

### Différencier dilution de l'aliment et apport de céréales avec un complémentaire

La croissance des volailles « standard » actuelles ne laisse aucun droit à l'erreur au niveau de la formulation de l'aliment. Ainsi, la pratique de la **dilution** d'un aliment complet avec du blé est à éviter. En effet, distribuer des céréales sans un complémentaire correctement formulé en mélange entraîne un déséquilibre de la ration. Si l'effet n'est pas forcément flagrant sur le poids des animaux, la qualité des carcasses peut s'en trouver dégradée.

Dans la simulation présentée en tableau 1, la dilution d'un aliment avec 15 % de blé entraîne une baisse de 5,1 à 7 % du taux de matières azotées totales de la ration globale, selon les hypothèses retenues.

Tableau 1. Impact de la dilution de l'aliment avec 15% de blé sur la teneur en matières azotées totales (MAT)

	Blé à 9,5 % de MAT		Blé à 11,5 % de MAT	
	MAT	MAT	MAT	MAT
Aliment complet	18,5 %	17,6 %	18,5 %	17,6 %
Mélange 85 % aliment	17,2 %	16,4 %	17,5 %	16,7 %
+ 15 % blé	<b>-7,0 %</b>	<b>-6,8 %</b>	<b>-5,4 %</b>	<b>-5,1 %</b>

Il est donc indispensable que l'aliment utilisé en complément du blé soit formulé en conséquence, avec une concentration en éléments tels que les acides aminés, protéines et minéraux. Ce n'est pas le cas aujourd'hui dans l'Ouest de la France où les fabricants ne proposent pas de gammes d'aliments complémentaires en aviculture, à la différence de ce qui se fait en production porcine par exemple.

L'impact négatif de la dilution de l'aliment est confirmé par une majorité d'études menées à l'étranger.

Chez les dindons tout d'abord, il a été démontré que la dilution d'un aliment avec du blé entier entraîne une baisse du poids vif, de l'indice de consommation ainsi que du rendement filet (Bennet, 2003). L'auteur conclut que les cas où la dilution d'un aliment avec du blé fonctionne sont liés à une formulation par excès des rations, et non pas à une amélioration notable de la valorisation de l'aliment par apport de céréales entières. Un autre essai sur des dindes en croissance jusqu'à 12 semaines montre un effet négatif dès 10 % de dilution, entraînant une réduction de la croissance ainsi qu'une dégradation de l'indice de consommation (Ahmed, 2018). Deux autres essais ont montré que l'effet bénéfique du blé entier est moins important pour les plus forts taux de dilution.

Deux dernières études en dindes n'ont pas montré de dégradation du poids moyen y compris pour des taux de 22 % de dilution, pointant même une amélioration de l'indice de consommation (Jankowski, 2012 et Zdunczyk, 2013). Mais comme nous l'avons vu auparavant, le maintien des performances peut être lié à un aliment de base formulé en excès.

Un essai en production de poulets a montré une amélioration de l'indice de consommation avec dilution d'un aliment avec du blé entier ; mais le taux de gras abdominal était plus important. Le poids vif des volailles peut donc être équivalent, mais avec une part plus importante de graisses par rapport aux muscles (Plavnik, 2002).

## Impact de l'utilisation du blé entier sur les performances des volailles – Quelques éléments bibliographiques

### • Impact sur le tube digestif et la digestion

#### → Morphologie du tube digestif

L'utilisation du blé entier a un impact assez net sur le tube digestif supérieur, avec une augmentation quasi systématique du poids du gésier et une diminution du pH du contenu digestif dans ce compartiment. Cette augmentation est très rapide et peut s'observer dès la première semaine de vie des poussins qui reçoivent du blé entier précocement.

Le poids du pancréas aurait également tendance à augmenter.

Pour le reste du tube digestif, soit les études manquent, soit les résultats ne sont pas reproductibles.

Il semblerait tout de même que le pH du contenu digestif ait tendance à diminuer, mais le poids du tube digestif est globalement inchangé.

L'impact sur l'activité des enzymes et sur la morphologie de l'intestin (forme des villosités par exemple) est peu reproductible d'une étude à l'autre. La viscosité du contenu digestif aurait tendance à augmenter avec l'utilisation de céréales entières, tout comme la concentration en acides gras à chaînes courtes, notamment dans les caeca.

Enfin, le taux de matière sèche du contenu digestif aurait tendance à augmenter, avec pour résultat des fientes plus sèches.

#### → Digestibilité des nutriments

L'utilisation de céréales a un impact sur la digestibilité des nutriments, notamment l'amidon, et une amélioration quasi systématique de la mesure de l'Énergie Métabolisable de l'aliment. Quelques essais démontreraient également un impact positif sur la digestibilité des protéines et acides aminés.

L'une des hypothèses concernant la meilleure digestibilité de l'amidon, serait une durée de passage moins rapide, et donc plus de temps pour l'absorption des nutriments.

### → Flore digestive

Comme pour la morphologie du tube digestif ou l'activité des enzymes, l'impact de l'utilisation des céréales entières sur la flore microbienne est complexe à analyser.

Tous les essais portant sur la population totale du jejunum ne montrent pas d'évolution du nombre global de bactéries.

Au niveau de l'ileon, il n'y aurait pas d'impact sur les populations d'*Escherichia Coli* ou de lactobacilles. Les seuls essais portant sur les bactéries anaérobies facultatives montrent une diminution de ces populations.

Au niveau des caeca, deux études montrent une diminution des populations de *Clostridium perfringens*, et d'*Escherichia Coli*. Un essai montre également une diminution de *Campylobacterium*.

Il ne semblerait pas y avoir d'impact sur les populations de salmonelles, bacteroides ou enterocoques totaux. Un essai a montré une augmentation des populations de lactobacilles et de bifidobacterium, infirmé par une autre étude ne voyant pas de différences avec un aliment sans céréales entières.

Enfin, un essai portant sur l'intestin inférieur montrait une diminution des populations d'entérobactéries lactose-négatives, une diminution des populations de *Clostridium jejuni*, de salmonelles et une augmentation des bifidobactéries et de la population bactérienne totale.



L'utilisation du blé entier a un impact sur le développement du gésier et la teneur en matières sèches des déjections.

### • Impact sur la composition des carcasses

L'inclusion de céréales entières avec un complémentaire bien formulé n'a pas d'impact sur la composition des carcasses, que ce soit le gras abdominal, le rendement carcasse ou le rendement filet.

### • Impact sur les performances techniques

Les essais ont principalement porté sur la production de poulets. L'incorporation de blé entier n'a pas d'impact sur le poids vif des volailles dans cinq études, une amélioration est notée dans trois essais. La seule diminution du poids vif est observée avec de l'orge entière.

Au niveau de l'ingestion, les résultats d'essais ne concordent pas en concluant soit sur une diminution ou sur une absence de différence avec un aliment standard. Un essai a par ailleurs montré une diminution de la consommation d'eau.

L'indice de consommation semble s'améliorer dans la majorité des exemples d'utilisation de céréales entières, sauf pour des taux d'incorporation de blé trop élevée (30 à 50%). De la même manière la croissance ne semble pas impactée par l'utilisation de blé entier, sauf pour un taux de 50% où elle est dégradée, tout comme avec l'utilisation d'orge.

Enfin, un dernier essai en poulets a montré la diminution des problèmes squelettiques.

En production de dindes, un premier essai mené entre 9 et 12 semaines montre une diminution de l'ingestion et de la croissance.

Une autre étude menée sur la dinde en 2013 a montré que le remplacement du blé broyé par du blé entier augmentait le taux de matière sèche des fientes et diminuait les symptômes de pododermatites.



La teneur plus importante en matière sèche des fientes avec l'utilisation de blé entier est l'un des facteurs qui peut limiter l'apparition de pododermatites.

### • Coccidioses

Deux essais portant sur des volailles infectées par la coccidiose ont montré une dégradation du statut sanitaire lié à l'utilisation de blé entier, peut-être en lien avec l'augmentation de la taille du gésier.

### • Quel impact chez les palmipèdes ?

Bien que la majorité des essais aient concerné le poulet de chair, quelques études ont également porté sur les palmipèdes.

Le premier concerne le canard Pékin (chair) et l'ajout de blé entier. Il n'y avait pas d'impact sur le poids vif, l'indice de consommation ou le rendement carcasse. Des analyses de filet ont montré que la couleur était plus claire (L\*) et d'un jaune plus foncé (b\*)

Les muscles des pattes avaient une teneur moins importante en matières grasses, collagène et certains acides aminés.

Le second essai a porté sur le canard mulard. Du maïs entier était utilisé chez les canards entre 58 et 88 jours en fin de période de pré-gavage, qui recevaient ensuite des repas de maïs classiques durant le gavage. Avant le

gavage, le poids vif des canards qui avaient reçu du maïs entier était inférieur, mais l'indice de consommation et la quantité d'énergie ingérée équivalente. A l'abattage, le poids vif était redevenu similaire pour un poids et une qualité du foie équivalents.

Le dernier essai a porté sur des oies en gavage, nourries avec un aliment complet sous forme de granulé, ou un mélange de graines entières (maïs ou sorgho) avec un complémentaire. Le type de céréales n'a pas eu d'impact sur l'ingestion ou le poids vif, mais le développement du filet était inférieur chez les oies nourries au sorgho en comparaison avec le maïs.

L'ingestion, le poids vif et le développement de l'intestin étaient supérieurs chez les volailles nourries avec un mélange maïs / complémentaire en comparaison avec un aliment complet granulé.

### • Essais en poules pondeuses

L'impact de l'utilisation de blé entier chez la poule pondeuse est similaire à ce qui a été observé en volailles de chair, avec un impact sur le pH du contenu digestif dans certains segments de l'intestin et une augmentation de la viscosité.

Un essai note une ingestion moindre avec l'utilisation de céréales entières, mais pas d'impact sur la production d'œufs (nombre d'œufs par poule, poids moyen des œufs et masse totale d'œufs par poule). Le poids vif de ces poules en fin de lot était cependant inférieur.

### • Substituer le blé avec autre céréales

Plusieurs études ont eu pour but de comparer l'utilisation de blé par une autre céréale entière. La plupart du temps avec une dégradation des performances.

#### → Triticale

Un essai de 2013 a porté sur l'utilisation de différentes variétés de triticale. Les teneurs en bêta-glucanes et pentosanes (polysaccharides) variaient respectivement de 0,33 % à 0,57 % et 4,6 % à 5,4 %.

Dans cette étude, l'utilisation de grains entiers de triticale en production de poules diminue le poids vif et l'ingestion, mais n'a pas d'impact sur l'indice de consommation et la viabilité.

Un autre essai plus récent montre que l'inclusion de triticale entier même à des taux assez faibles réduit le poids vif des poulets, tout comme l'ingestion. Il n'y avait cependant pas d'impact sur la mortalité. L'apport de triticale était lié à une baisse du taux de glucose et une augmentation du taux de cholestérol dans le sang.

#### → Orge

Les grains d'orge ont une plus forte teneur en fibres que le maïs par exemple. Les oiseaux âgés arriveraient mieux à utiliser l'orge que les plus jeunes, mais l'utilisation d'enzymes semble indispensable. Les essais d'utilisation d'orge entière montrent une dégradation des performances.

• **Et dans nos conditions d'élevage ?**

Les études citées précédemment ont été quasi exclusivement réalisées à l'étranger, ou dans des conditions assez éloignées de nos conditions d'élevage.

Deux essais ont été conduits dans deux élevages des Pays de la Loire en 2007. L'un portait sur l'incorporation de maïs humide broyé en canards de Barbarie ; le second sur un apport de blé entier en production de poulets standard. D'une manière générale, les performances techniques (poids vif, indice de consommation, pertes, saisies) et d'abattage (rendement carcasse, rendements viandes) n'ont pas été différentes d'une alimentation standard. Ces essais ont confirmé l'augmentation du poids des gésiers. Il résultait de ce mode d'alimentation une légère amélioration de la marge poussin aliment (Chevalier, 2007).

**A RETENIR**

**L'utilisation de céréales entières a un impact sur le tractus digestif supérieur, les conséquences sur le reste du tube digestif étant plus variables.**

**Au niveau des performances, l'apport de blé entier ne dégrade pas les performances ni la composition des carcasses dès lors que la proportion blé / aliment complémentaire est respectée, et que le taux de blé n'est pas trop important. Dans certains essais les performances seraient même améliorées.**

**Enfin, le blé entier aurait un effet bénéfique sur le transit, et les fientes seraient plus sèches.**

**Le matériel et la technique d'incorporation du blé**

Si le principe de l'utilisation de blé entier est assez simple, les investissements peuvent être coûteux. Cela dépend notamment du stockage ou non du blé sur l'élevage.

• **La réception et le stockage du blé**

Avant le stockage des céréales et après la récolte, l'idéal est de les nettoyer puis les transférer dans le silo de stockage (*investissement de 11 000 € en 2017 pour du matériel avec un rendement moyen*).

Il faut ensuite stocker les céréales. Par exemple pour un stockage de 250 tonnes en cellule, la cellule en elle-même ne va coûter que 5 500 €. Mais si on ajoute le fond conique en béton, la vis de reprise, la ventilation le total atteint 17 800 € sans main d'œuvre ni transport (*tarif 2017*).

Cette cellule faisant 7 mètres de hauteur, il faut également disposer d'un hangar suffisamment grand. En incluant la trémie peseuse, les investissements peuvent donc largement dépasser les 35 000 € selon les choix techniques retenus.

Le stockage des céréales après la récolte fait également appel à des techniques qu'il convient d'acquérir, notamment la ventilation du grain. Le nettoyage et la

ventilation étant les seules garanties pour que le grain conserve ses qualités au cours du temps ; les principaux risques sont le développement de mycotoxines ou d'insectes. Il faut également garder en tête que la ventilation n'est pas un séchage, et qu'elle ne compensera pas un manque de maturité ou une humidité excessive du grain. Trois paliers successifs de ventilation sont appliqués pour atteindre un seuil de 5°C, qui en plus de l'arrêt de la reproduction des insectes assure la mort des œufs et larves.



*En-dehors de la technicité à acquérir, le stockage du blé demande des investissements.*

• **Le mélange blé et aliment complémentaire**

Le mélange du blé et de l'aliment complémentaire se fait via une trémie peseuse. Celle-ci est pilotée à l'aide d'un boîtier de régulation dans lequel la proportion de blé et d'aliment est renseignée pour chaque jour d'élevage.

Pour l'investissement dans la trémie, il faut compter de l'ordre de 10 000 € (*tarif 2017*).



*Le blé et l'aliment complémentaires sont stockés dans des silos, le mélange se fait via la trémie peseuse.*

Vient ensuite la question de la proportion de blé apporté. En production de poulets, celle-ci varie de 20 % à 30 % en moyenne sur le lot.

Dans les élevages rencontrés dans les Haut de France, l'apport de blé entier démarre vers 8 jours d'âge avec une augmentation régulière par paliers de 5% jusqu'à

atteindre 45% à 50% les derniers jours d'élevage. Un éleveur de dindes rencontré commençait l'incorporation à partir de 9 semaines pour une moyenne de 30% de blé sur la totalité du lot. En Pologne également du blé entier peut être ajouté. Dans les élevages rencontrés, le complémentaire est choisi en fonction d'une analyse du taux de protéines du blé.



La proportion de blé et de complémentaire à apporter est définie au jour le jour dans un boîtier de pilotage.

Un groupement de producteurs de canards de Barbabie propose également d'apporter les céréales de leur élevage à hauteur de 30% dès 25-30 jours jusqu'à la fin du lot. Leur contrat a été adapté. Ils estiment que le seuil économique critique est de 200 €/tonne de céréale.

## Présentation de l'aliment

L'écueil à éviter à tout prix est le tri particulier par les volailles. En effet, la granulométrie de l'aliment complémentaire et du blé peuvent influencer sur le comportement alimentaire, entraînant un possible tri. La forme du blé et de l'aliment complémentaire doivent être les plus proches possibles. Il est ainsi possible d'apporter du blé entier, mais en complément d'un aliment sous forme d'un granulé de petite taille et d'une bonne tenue.



La forme du blé et du complémentaire doivent être les plus proches possible.

En plus de la présentation du complémentaire, il faut veiller à apporter du gritt aux jeunes volailles pour favoriser le développement du gésier, et ainsi la bonne valorisation des céréales entières dès le premier jour d'apport.

## L'approvisionnement en céréales

En dehors de l'aspect financier, il faut de plus se préoccuper de l'approvisionnement en céréales. En estimant à 1 500 tonnes la consommation d'aliment pour 3 000 m<sup>2</sup> en volailles de chair, l'intégration de 20 % de blé entier correspondrait à 300 tonnes environ soit 45 ha de céréales. Les besoins en surface sont donc rapidement importants, d'autant plus en Bretagne où les surfaces en céréales sont généralement plus limitées, et où la densité en élevages est importante.

Les aviculteurs du Nord de la France rencontrés et les fournisseurs d'aliment y compris de Belgique nous ont confirmé que l'intégration du blé entier est rentable, même lorsque ce dernier est acheté à un voisin, une coopérative voire même en direct auprès du fabricant d'aliment ; le gain se fait alors par une limitation des étapes de fabrication de l'aliment.

## La rentabilité de l'investissement

Le calcul de rentabilité doit inclure l'investissement et le coût des matières premières. Ainsi, le gain économique sur l'aliment produit n'est pas garanti tous les ans.

Les éleveurs du Nord de la France estiment un gain de marge poussin aliment de 1,5 €/m<sup>2</sup>/lot. Ce chiffre a été confirmé par une extraction de l'enquête avicole.

Tableau 2. Résultats de lots de poulets lourds des Hauts de France selon qu'ils aient reçu un aliment complet ou un mélange blé entier et aliment complémentaire (année 2016).

Critère	Aliment complet du commerce	Céréales + aliment complémentaire
Nombre de lots	41	65
Durée d'élevage (jours)	43,1	43,0
Poids moyen (kg)	2,386	2,428
Indice de consommation	1,641	1,614
Pertes (%)	3,46	3,02
Saisies (%)	0,62	0,03
GMQ (g/j)	58,34	59,21
IP	349	358
Productivité (kg/m <sup>2</sup> )	48,8	50,4
Densité démarrage	21,2	21,4
Marge poussin aliment (€/m <sup>2</sup> /lot)	7,955	9,600
Coût moyen de l'aliment (€/t)	355,4	326,1

La limite à la comparaison précédente (tableau 2) est que nous n'avons pas de données sur la qualité des carcasses. Les prix retenus sont le coût d'achat du complémentaire, et le prix du blé est celui auquel l'éleveur l'a acheté ou bien la valeur à laquelle il l'aurait vendu.



Dans la cellule de stockage, cet exploitant utilise son blé jusqu'à épuisement du stock, puis du blé acheté. Dans les deux cas il estime la technique rentable.

## CONCLUSION

**L'incorporation de blé entier dans l'aliment des volailles ne pose pas de problème technique si l'on prête attention à la formulation de l'aliment et la bonne proportion entre blé et complémentaire.**

**Les investissements peuvent être importants, et l'approvisionnement en céréales plus ou moins simple. Les éleveurs qui utilisent actuellement ce mode d'alimentation estiment que cela reste rentable même si le blé ne provient pas de l'exploitation.**

**Le frein au développement de cette technique dans l'Ouest de la France est qu'elle n'est pas prévue dans les contrats de production actuels, où l'éleveur s'engage à s'approvisionner exclusivement en aliment au travers de son organisation de production.**

**Si la technique est autorisée, le facteur limitant sera l'accès aux céréales, que ce soit sur l'exploitation elle-même ou sur le territoire.**

Cette synthèse se base sur trois voyages d'études réalisés entre 2016 et 2018 en Pologne et dans les Hauts de France. Nous remercions les éleveurs et organisations économiques qui ont accepté de nous recevoir. En complément, une analyse de la bibliographie internationale a été réalisée.

## Références bibliographiques

- Abdollahi, M. R., V. Ravindran, et A. M. Amerah. 2016. Influence of Partial Replacement of Ground Wheat with Whole Wheat and Exogenous Enzyme Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Energy Utilization in Young Broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 100, n° 5 : 929-937.
- Aghazadeh, A. M., et M. TahaYazdi. 2012. Effect of Butyric Acid Supplementation and Whole Wheat Inclusion on the Performance and Carcass Traits of Broilers. *South African Journal of Animal Science* 42, n° 3 : 241-248.
- Ahmed, R., D. Juniper, A. Tonks, et C. Rymer. 2018. The Effect of Incremental Inclusion of Whole Grain Wheat in the Diet of Growing Turkeys on Growth Performance, Feed Conversion Ratio, Cecal Health, and Digesta Characteristics. *Livestock Science* 214 : 36-41.
- Amerah, A. M., et V. Ravindran. 2014. Effect of Whole Wheat Feeding on Gut Function and Nutrient Utilization in Poultry. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, 35-40.
- Amerah, A. M., et V. Ravindran. 2008. Influence of Method of Whole-Wheat Feeding on the Performance, Digestive Tract Development and Carcass Traits of Broiler Chickens ». *Animal Feed Science and Technology* 147, n° 4 : 326-339.
- Amerah, A. M., A. Péron, F. Zaefarian, et V. Ravindran. 2011. Influence of Whole Wheat Inclusion and a Blend of Essential Oils on the Performance, Nutrient Utilisation, Digestive Tract Development and Ileal Microbiota Profile of Broiler Chickens. *British Poultry Science* 52, n° 1 : 124-132.
- Amerah, A. M., V. Ravindran, et R. G. Lentle. 2009. Influence of Insoluble Fibre and Whole Wheat Inclusion on the Performance, Digestive Tract Development and Ileal Microbiota Profile of Broiler Chickens. *British Poultry Science* 50, n° 3 : 366-375.
- Arroyo, J., A. Auvergne, J. P. Dubois, F. Lavigne, M. Bijja, C. Bannelier, et L. Fortun-Lamothe. 2012. Effects of Presentation and Type of Cereals (Corn or Sorghum) on Performance of Geese. *Poultry Science* 91, n° 8 : 2063-2071.
- Arroyo, J., F. Lavigne, et L. Fortun-Lamothe. 2017. The Influence of Whole-Corn Feeding Method during the Finishing Stage on the Performance of Overfed Mule Ducks. *Poultry Science* 96, n° 9 : 3146-3154.
- Bennett, C. D., et H. L. Classen. 2003. Effect of Whole Wheat Dilution on Performance and Carcass Characteristics of Male Turkeys. *The Journal of Applied Poultry Research* 12, n° 4 : 468-475.
- Bennett, C. D., H. L. Classen, et C. Riddell. 2002. Feeding Broiler Chickens Wheat and Barley Diets Containing Whole, Ground and Pelleted Grain. *Poultry Science* 81, n° 7 : 995-1003.
- Chevalier D., S. André, F. Merlet, M. Besson, E. Milier, et I. Bouvarel. 2007. Incorporation de céréales à la ferme dans l'alimentation des volailles de chait en filière longue. *Journées de la recherche avicole* 2007 : 188-192.
- Biggs, P., et C. M. Parsons. 2009. The Effects of Whole Grains on Nutrient Digestibilities, Growth Performance, and Cecal Short-Chain Fatty Acid Concentrations in Young Chicks Fed Ground Corn-Soybean Meal Diets. *Poultry Science* 88, n° 9 : 1893-1905.

- Engberg, R. M., M. S. Hedemann, S. Steinfeldt, et B. B. Jensen. 2004. Influence of Whole Wheat and Xylanase on Broiler Performance and Microbial Composition and Activity in the Digestive Tract. *Poultry Science* 83, n° 6 : 925-938.
- Faruk, M. U., I. Bouvarel, S. Mallet, M. N. Ali, H. M. Tukur, Y. Nys, et P. Lescoat. 2011. Is Sequential Feeding of Whole Wheat More Efficient than Ground Wheat in Laying Hens? ». *Animal* 5, n° 2 : 230-238.
- Gabriel, I., S. Mallet, M. Leconte, G. Fort, et M. Naciri. 2006. Effects of Whole Wheat Feeding on the Development of Coccidial Infection in Broiler Chickens until Market-Age. *Animal Feed Science and Technology* 129, n° 3-4 : 279-303.
- Gabriel, I., S. Mallet, et M. Leconte. 2003. Differences in the Digestive Tract Characteristics of Broiler Chickens Fed on Complete Pelleted Diet or on Whole Wheat Added to Pelleted Protein Concentrate. *British Poultry Science* 44, n° 2 : 283-290.
- Gabriel, I., S. Mallet, M. Leconte, A. Travel, et J.P. Lalles. 2008. Effects of Whole Wheat Feeding on the Development of the Digestive Tract of Broiler Chickens. *Animal Feed Science and Technology* 142, n° 1-2 : 144-162.
- Gracia, M. I., J. Sánchez, C. Millán, Óscar Casabuena, P. Vesseur, Á. Martín, F. J. García-Peña, et P. Medel. 2016. Effect of Feed Form and Whole Grain Feeding on Gastrointestinal Weight and the Prevalence of *Campylobacter* Jejuni in Broilers Orally Infected. *PLOS ONE* 11, n° 8 : e0160858.
- Hetland, H., B. Svihus, et V. Olaisen. 2010. Effect of Feeding Whole Cereals on Performance, Starch Digestibility and Duodenal Particle Size Distribution in Broiler Chickens. *British Poultry Science* 43, n° 3 : 416-423.
- Husveth, F., L. Pal, E. Galamb, K.C. Acs, L. Bustyahazai, L. Wagner, F. Dublec, et K. Dublec. 2015. Effects of Whole Wheat Incorporated into Pelleted Diets on the Growth Performance and Intestinal Function of Broiler Chickens. *Animal Feed Science and Technology* 210 : 144-151.
- Jankowski, J., Z. Zdunczyk, D. Mikulski, B. Przybylska-Gornowicz, E. Sosnowska, et J. Juskiewicz. 2013. Effect of Whole Wheat Feeding on Gastrointestinal Tract Development and Performance of Growing Turkeys. *Animal Feed Science and Technology* 185, n° 3-4 : 150-159.
- Jankowski, J., D. Mikulski, Z. Zduńczyk, M. Mikulska, et J. Juśkiewicz. 2012. The Effect of Diluting Diets with Ground and Pelleted or with Whole Wheat on the Performance of Growing Turkeys. *Journal of Animal and Feed Sciences* 21, n° 4 : 735-747.
- Jankowski, J., Z. Zdunczyk, et J. Juskiewicz. 2016. « Whole Grain in Turkey Nutrition. Part 1: Gastrointestinal Development and Function ». *World's Poultry Science Journal* 72, n° 3 : 521-530.
- Kaminskas, D. 2016. Analysis of physiological processes using a whole grain triticale in broiler chickens diets. Lithuanian University of Health Sciences.
- Kliseviciute, V., R. Gruzauskas, M.A. Grashorn, A. Raceviciute-Stupeliene, V. Sasyte, G.J. Svirmickas, et S. Bliznikas. 2014. Effect of different supplementation levels of whole Triticale grown in Lithuania to broiler diets on performance and parameters of functioning of the digestive tract ». *Europ Poultry Sci* 78.
- Kokoszynski, D. 2014. Whole Wheat in Commercial Poultry Production. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, 41-55.
- Kokoszynski, D., M. Kotowicz, A. Brudnicki, Z. Bernacki, P. D. Wasilewski, et R. Wasilewski. 2017. Carcass Composition and Quality of Meat from Pekin Ducks Finished on Diets with Varying Levels of Whole Wheat Grain. *Animal Production Science* 57, n° 10 : 2117-2124.
- Konca, Y. 2012. Effects of mixed or separate feeding with whole barley or triticale on growth performance, gastrointestinal system, nutrient digestibility and blood constituents in turkeys. *Revue Méd. Vét.* 163, n° 11 : 522-529.
- Liu, S. Y., Ha H. Truong, et P. H. Selle. 2015. Whole-Grain Feeding for Chicken-Meat Production: Possible Mechanisms Driving Enhanced Energy Utilisation and Feed Conversion. *Animal Production Science* 55, n° 5 : 559-572.
- Lu, J., X. L. Kong, Z. Y. Wang, H. M. Yang, K. N. Zhang, et J. M. Zou. 2011. Influence of Whole Corn Feeding on the Performance, Digestive Tract Development, and Nutrient Retention of Geese. *Poultry Science* 90, n° 3 : 587-594.
- Moss, A.F., P.V. Chrystal, H. H. Truong, S. Y. Liu, et P. H. Selle. 2017. Effects of Phytase Inclusions in Diets Containing Ground Wheat or 12.5% Whole Wheat (Pre- and Post-Pellet) and Phytase and Protease Additions, Individually and in Combination, to Diets Containing 12.5% Pre-Pellet Whole Wheat on the Performance of Broiler Chickens. *Animal Feed Science and Technology* 234 : 139-50.
- Moss, A. F., H. H. Truong, S. Y. Liu, et P. H. Selle. 2017. Inclusion Levels and Modes of Whole Grain Incorporation into Wheat-Based Rations Differentially Influence the Performance of Broiler Chickens. *British Poultry Science* 59, n° 1 : 110-120.
- Moss, A. F., C. J. Sydenham, H. H. Truong, S. Y. Liu, et P. H. Selle. 2017. The Interactions of Exogenous Phytase with Whole Grain Feeding and Effects of Barley as the Whole Grain Component in Broiler Diets Based on Wheat, Sorghum and Wheat-Sorghum Blends. *Animal Feed Science and Technology* 227 : 1-12.
- Moss, A. F., P. V. Chrystal, H. H. Truong, P. H. Selle, et S. Y. Liu. 2012. Evaluation of Ground Grain versus Pre- and Post-Pellet Whole Grain Additions to Poultry Diets via a Response Surface Design. *British Poultry Science* 58, n°6 : 718-728.
- Plavnik, I., B. Macovsky, et D. Sklan. 2002. Effect of Feeding Whole Wheat on Performance of Broiler Chickens ». *Animal Feed Science and Technology* 96, n° 3-4 : 229-36.
- Ravindran, V., Y. B. Wu, D. G. Thomas, et P. C. H. Morel. 2006. Influence of Whole Wheat Feeding on the Development of Gastrointestinal Tract and Performance of Broiler Chickens. *Australian Journal of Agricultural Research* 57, n° 1 : 21-26.
- Senkoylu, N., H. E. Samli, H. Akyurek, A. A. Okur, et M. Kanter. 2016. Effects of Whole Wheat with or without Xylanase Supplementation on Performance of Layers and Digestive Organ Development. *Italian Journal of Animal Science* 8, n° 2 : 155-163.
- Sharma, N. K., M. Sapkota, R. Sah, M. P. Sharma, D. Creswell, et N. Sharma. 2013. Performance and Carcass Characteristics of Broilers Under Diets Supplemented with Whole Grains. *Nepal Journal of Science and Technology* 13, n° 2 : 21-28.
- Singh, Y., V. Ravindran, et A.L. Molan. 2015. Influence of Whole Wheat Feeding on the Development of Coccidiosis in Broilers Challenged with *Eimeria*. *Research in Veterinary Science* 100 : 125-130.
- Singh, Y., A.M. Amerah, et V. Ravindran. 2014. Whole Grain Feeding: Methodologies and Effects on Performance, Digestive Tract Development and Nutrient Utilisation of Poultry. *Animal Feed Science and Technology* 190 : 1-18.
- Singh, Y., V. Ravindran, T. J. Wester, A. L. Molan, et G. Ravindran. 2014. Influence of Prepelleting Inclusion of Whole Corn on Performance, Nutrient Utilization, Digestive Tract Measurements, and Cecal Microbiota of Young Broilers *Poultry Science* 93, n° 12 : 3073-3082.
- Singh, Y. 2013 « Whole Grain Inclusion in Poultry Diets : Effects on Performance, Nutrient Utilisation, Gut Development, Caecal Microflora Profile and Coccidiosis Challenge : A Thesis Presented in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Animal Science at Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences (IVABS), Massey University, Palmerston North, New Zealand.

Svihus, B., E. Juvik, H. Hetland, et Å Krogdahl. 2007. Causes for Improvement in Nutritive Value of Broiler Chicken Diets with Whole Wheat Instead of Ground Wheat. *British Poultry Science* 45, n° 1 : 55-60.

Svihus, B., A. Sacranie, V. Denstadli, et M. Choct. 2010. Nutrient Utilization and Functionality of the Anterior Digestive Tract Caused by Intermittent Feeding and Inclusion of Whole Wheat in Diets for Broiler Chickens. *Poultry Science* 89, n° 12 : 2617-2625.

Truong, H. H., A. F. Moss, S. Y. Liu, et P. H. Selle. 2017. Pre- and Post-Pellet Whole Grain Inclusions Enhance Feed Conversion Efficiency, Energy Utilisation and Gut Integrity in Broiler Chickens Offered Wheat-Based Diets. *Animal Feed Science and Technology* 224 : 115-23.

Tykałowski, B., M. Śmiałek, D. Pestka, T. Stenzel, J. Jankowski, D. Mikulski, et A. Koncicki. 2014. Effect of Whole Wheat Feeding on Selected Immune Parameters in Growing Male Turkeys. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 17, n° 2 : 255-262.

Williams, J., S. Mallet, M. Leconte, M. Lessire, et I. Gabriel. 2008. The Effects of Fructo-Oligosaccharides or Whole Wheat on the Performance and Digestive Tract of Broiler Chickens ». *British Poultry Science* 49, n° 3 : 329-339.

Wu, Y. B., V. Ravindran, D. G. Thomas, M. J. Birtles, et W. H. Hendriks. 2010. Influence of Method of Whole Wheat Inclusion and Xylanase Supplementation on the Performance, Apparent Metabolisable Energy, Digestive Tract Measurements and Gut Morphology of Broilers. *British Poultry Science* 45, n° 3 : 385-394.

Zdunczyk, Z., J. Jankowski, D. Mikulski, B. Przybylska-Gornowicz, E. Sosnowska, et J. Juskiewicz. 2013. Gastrointestinal Morphology and Function in Turkeys Fed Diets Diluted with Whole Grain Wheat. *Poultry Science* 92, n° 7 : 1799-1811.

#### CONTACTS

**Chambres d'Agriculture de Bretagne**  
**Elodie Dezat**

#### PARTENAIRES FINANCIERS



Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
«développement agricole et rural»