

CONFÉRENCES

Les rendez-vous de l'Inra



LES OLÉO-PROTÉAGINEUX ONT DES ATOUTS !

Performances, autonomie protéique et durabilité des élevages

Résumés des interventions



Introduction

Patrick Herpin, président du centre Inra Bretagne-Normandie

Les graines de lin améliorent les performances des élevages

Chez la vache laitière et sa génisse, des effets favorables sur la production de lait et la reproduction

Nathalie Bareille, Oniris/Inra Pays de la Loire • **Vincent Chatellier**, Valorex

Chez la truie et sa portée, des bénéfices durant la gestation et la lactation

Francine de Quelen, Inra Bretagne-Normandie • **Mathieu Guillevic**, Valorex

Les graines protéagineuses peuvent-elles remplacer le tourteau de soja dans l'alimentation des animaux ? – Projet PROLEVAL

L'efficacité des protéagineux chez les ruminants

Solveig Mendowski, Inra Auvergne-Rhône-Alpes • **Guillaume Chesneau**, Valorex

Les atouts techniques et économiques chez les poules pondeuses et les poulets de chair

Hervé Juin, Inra Nouvelle-Aquitaine-Poitiers • **Axel Minetto**, Valorex

Michel Lessire, Inra Val de Loire

Focus Bleu-Blanc-Cœur

Nathalie Kerhoas, directrice de Bleu-Blanc-Cœur

Conclusion

Béatrice Dupont, directrice du développement, Valorex

Les graines de lin améliorent les performances des élevages

Chez la vache laitière et sa génisse, des effets favorables sur la production de lait et la reproduction

Nathalie Bareille - nathalie.bareille@oniris-nantes.fr

UMR Inra/Oniris Biologie, Épidémiologie et Analyse de Risque en santé animale (BioEpAR)

Inra Pays de la Loire

Vincent Chatellier - v.chatellier@valorex.com

Valorex

Les graines de lin extrudées sous marque TRADILIN® sont présentes dans les élevages laitiers depuis plus de 20 ans, avec des ressentis positifs des clients sur les performances laitières et de reproduction qui étaient difficilement objectivables. Une collaboration entre l'UMR BioEpAR, Valorex et Terrena a permis de mettre en évidence les effets favorables de l'apport de graine de lin extrudée (GLE) sur les performances des troupeaux bovins laitiers ; effets qui étaient souvent contestés dans les essais conduits en fermes expérimentales.

L'originalité de ces travaux réside dans la mobilisation des méthodes de l'épidémiologie animale pour mettre en évidence ces effets. Nous avons mis en place une étude de type exposé-non exposé rétrospective, ce qui veut dire qu'ont été comparées des performances d'animaux ayant reçu de la GLE à celles n'en ayant pas reçu sur la période allant du 01/01/2008 au 31/12/2015. Pour ce faire, les données de livraison d'aliments contenant des GLE ont été fournies par 22 entreprises d'aliments du bétail. Grâce au numéro de cheptel, un rapprochement a pu être fait avec la base de données du Système National d'Information Génétique afin d'obtenir les effectifs des vaches en lactation, leurs performances au contrôle laitier et leurs dates d'insémination et de vêlage.

Il a ainsi pu être estimé que la quantité de GLE distribuée aux vaches laitières sur le terrain était en moyenne de 311 (\pm 234) g/j, quantité bien souvent plus faible que celles utilisées dans les essais expérimentaux. En effet, dans notre méta-analyse récente (Meignan et al., 2017), les doses journalières testées allaient de 220 g à 3,1 kg de GLE. Ainsi, au-delà de 1,5 kg, la perturbation des fermentations ruminales par les lipides de la GLE était telle qu'aucun effet bénéfique sur la production laitière ne pouvait être mis en évidence.

Les effets sur la production laitière

Pour l'étude **des performances laitières**, nous avons retenu 1 294 troupeaux qui avaient utilisé de la GLE sur la période, 196 426 vaches Holstein, 404 161 lactations, et 3 847 319 de contrôle laitiers élémentaires. Celui-ci était exposé si la vache avait reçu tous les jours de la GLE depuis le contrôle laitier précédent, et non exposé lorsque la vache n'en avait pas reçu sur cette même période. Les effets propres de la GLE ont été estimés par modélisation statistique en mobilisant un modèle linéaire mixte multivarié (afin d'ajuster sur les facteurs de variation connus des performances laitières) et tenant compte de la corrélation des données entre elles et entre lactations et au sein du troupeau. **Ainsi, un effet dose a été clairement mis en évidence** : plus la dose est élevée, plus l'effet sur la production laitière est important (jusqu'à 1,1 kg de lait en plus). A titre d'illustration, pour des vaches en parité 3, un accroissement de la production de **0,18 kg** de lait a été estimé pour une dose de GLE de 1 à 50 g/j, un de **0,59 kg** pour une dose de 50 à 300 g/j, un de **0,85 kg** pour une dose de 301 à 600 g/j, et un de **1,05 kg** pour une dose de 601 à 1500 g/j. Des effets sur le taux protéique sont nuls, alors que ceux sur le taux butyreux sont légèrement négatifs (de -0,1 à -0,73 g/kg pour le même exemple).

Les effets sur les performances de reproduction

Pour l'étude des performances de reproduction, nous avons retenu 1 096 troupeaux qui avaient utilisé de la GLE sur la période, 158 125 vaches Holstein, 277 948 inséminations premières et 216 940 inséminations fécondantes. Une vache était

exposée si elle avait reçu de la GLE tous les jours du vêlage jusqu'à l'insémination, et non exposée si elle n'en avait pas reçu sur cette même période. Les effets propres de la GLE ont été estimés par un modèle de survie avec, là encore, mise en œuvre des ajustements requis. Les résultats détaillés sont disponibles dans cette publication (Meignan et al., 2019).

Ici, il n'a pas été mis en évidence d'effet dose. Dès les plus petites doses, la probabilité de survenue de l'insémination première et de la fécondation était plus forte chez les vaches recevant de la GLE. Ainsi, en moyenne, elles étaient inséminées 3,7 jours avant les vaches ne recevant pas de GLE et **fécondées 6,6 jours avant**. Les mécanismes impliqués dans ces effets favorables n'ont pas été explorés. Mais à ce stade nous avons émis l'hypothèse qu'une augmentation de la concentration folliculaire d'œstradiol contenue dans la GLE induisait une meilleure expression des chaleurs des vaches, de nature à avancer la mise à la reproduction post-partum et à réduire l'intervalle entre deux inséminations.

Pour aller plus loin sur ces effets sur la fécondité des vaches, nous avons exploré la possibilité d'effets transgénérationnels, c'est-à-dire que nous avons fait l'hypothèse qu'une meilleure alimentation de la vache au cours de sa gestation était favorable à la carrière reproductive de sa fille. Pour cela, nous avons retenu 696 troupeaux qui avaient utilisé de la GLE sur la période, 19 555 vaches Holstein qui avaient donné naissance à 22 382 filles. Il a ainsi pu être comparées la fécondité des filles selon que leur mère ait reçu ou non de la GLE dans le premier semestre de leur gestation et/ou qu'elles-mêmes aient reçu ou non de la GLE avant leur insémination. Les effets ont été estimés grâce à un modèle linéaire mixte. Les génisses dont les mères ont reçu de la GLE durant la gestation ont un premier vêlage avancé : **-5,3 jours** pour une dose de moins de 300 g/j de GLE et **-11,3 jours** pour une dose comprise entre 300 et 1500 g/j. Leur deuxième vêlage intervient lui aussi plus rapidement, cet effet s'exprimant si elles reçoivent elles aussi de la GLE. Ainsi, comparées à des vaches non exposées à la GLE durant leur développement, les vaches dont les mères ont reçu une dose de GLE de moins de 300 g/j, sont fécondées **10,8 jours plus tôt** si elles ont elles-mêmes reçu entre 300 et 1500 g/j de GLE, **4,1 jours plus tôt** si elles ont reçu moins de 300 g/j de GLE.

Pour conclure

Cette collaboration scientifique a été fructueuse pour toutes les parties. Valorex et Terrena disposent désormais des bénéfices techniques et économiques quantifiés de l'utilisation de leurs produits sur les performances animales. L'UMR BioEpAR a quant à elle montré que les méthodes d'épidémiologie animale pouvaient être mobilisées pour étudier la nutrition animale, discipline scientifique pour l'instant approchée que par des essais sur animaux en fermes expérimentales. Ces travaux ouvrent également des perspectives scientifiques sur les effets de la nutrition sur la fonction de reproduction, en particulier par la voie transgénérationnelle.

et les approches rentables nécessaires pour combiner ces éléments en des systèmes intégrés de prévention et de contrôle des maladies.

RÉFÉRENCES

Meignan T, Lechartier C, Chesneau G, Bareille N. 2017. Effects of feeding extruded linseed on production performance and milk fatty acid profile in dairy cows: A meta-analysis. *J Dairy Sci.*, 100: 4394–4408.

Meignan T, Madouasse A, Beaudeau F, Ariza JM, Lechartier C, Bareille N. 2019. Does feeding extruded linseed to dairy cows improve reproductive performance in dairy herds? An observational study. *Theriogenology*, 125: 293–301.

Les graines de lin améliorent les performances des élevages

Chez la truie et sa portée, des bénéfices durant la gestation et la lactation

Mathieu Guillevic - m.guillevic@valorex.com

Valorex

Jacques Mourot

Inra Bretagne-Normandie

Dans un contexte d'hyperprolificité des truies où la taille des portées augmente au détriment du poids de naissance de porcelet, les pertes sont à la hausse. En effet, ce dernier est un déterminant essentiel de la survie des porcelets et de leurs performances de croissance. Il apparaît donc comme indispensable de rechercher des solutions pour améliorer la vitalité des porcelets. Travailler sur l'alimentation de la truie est une piste pour y parvenir. Des solutions nutritionnelles existent et fonctionnent comme l'incorporation de matières grasses dans les aliments en veillant au profil en acides gras (AG) comme les AG n-3 au travers de l'incorporation des graines de lin extrudées.

L'objectif de ce document est de faire une revue de l'intérêt de l'incorporation des graines oléo-protéagineuses dans l'alimentation des truies afin d'améliorer les performances de ces dernières mais aussi de permettre à sa portée, au travers de sa vie foetale et de sa vie allaitée d'acquérir immunité et vitalité.

Des oméga 3 efficaces pour la truie...

Les acides gras oméga 3 jouent un rôle indispensable dans le développement du système nerveux et participent au bon fonctionnement du système immunitaire. Pour valider ces intérêts, un essai commun (Inra, site de Saint-Gilles et Ifip de Romillé) a été conduit où 3 régimes iso-nutritionnels ont été distribués aux truies où seule la nature des acides gras différait : graine de lin extrudée comparée à une incorporation identique de lipides riches en acides gras saturés (huile de palme) et à un aliment témoin non supplémenté en lipides. Les régimes étaient distribués dès le deuxième mois de gestation.

Avec la formulation identique qui était menée dans le cadre de cet essai, les performances de reproduction des truies étaient similaires. En revanche, le déroulement de la mise bas et la survie des porcelets étaient différents. L'apport de graine de lin améliore le déroulement des mises bas en diminuant les intervalles entre naissances, en particulier dans les plus grandes portées, et contribue à augmenter la vitalité des porcelets ainsi que leur survie au sevrage (Quiniou et al., 2010a, b). Ces effets bénéfiques sont la conséquence de nombreux facteurs transmis par la truie : une durée de mise bas réduite (baisse de l'inconfort pour le porcelet) ; un accès plus rapide à la tétine pour la première tétée ; un colostrum à la qualité nutritionnelle (plus d'oméga 3, meilleur équilibre oméga 6/oméga 3) et immunologique améliorée (plus d'immunoglobulines). De plus, les porcelets à l'issue de leur vie *in-utero* comportent plus d'oméga 3 dans leur carcasse et notamment dans le cerveau.

... mais aussi efficace pour sa portée de porcelets !

Le tube digestif du porcelet remplit principalement deux fonctions. La première est l'absorption de nutriments et d'eau nécessaires à la croissance de l'animal. La seconde fonction concerne la régulation du passage de molécules étrangères afin d'empêcher le passage d'agents pathogènes pouvant conduire à une inflammation. Cependant, cette fonction de barrière est également nécessaire à la maturation du système de défense en laissant passer des molécules (antigènes alimentaires, bactériens) qui participent à l'éducation immunitaire. Dans le cadre d'un travail de recherche, une équipe de l'Inra, site de St Gilles, a étudié l'impact de l'incorporation d'AG n-3 dans l'alimentation de la truie sur les périodes de gestation et lactation sur la fonction de barrière intestinale chez le porcelet. Les truies recevaient un régime enrichi en

acide alpha-linolénique (ALA, précurseur des AG n-3) avec de la graine de lin extrudée ou un régime pauvre en ALA contenant de l'huile de tournesol. Les porcelets issus des truies ayant consommé le régime enrichi en ALA avaient une perméabilité intestinale plus élevée en fin d'allaitement (de Quelen et al, 2011). Cette augmentation de perméabilité n'était pas accompagnée d'une sensibilité accrue à l'inflammation grâce notamment à l'action anti-inflammatoire des AGPI n-3 présents dans les tissus de ces porcelets (Desaldeleer C et al, 2014).

Un effet bénéfique transgénérationnel et qui perdure dans le temps

Le lin apporté dans l'alimentation de la truie est, certes, valorisé par la truie pour elle-même mais aussi valorisé pour sa portée de porcelets. Les acides gras oméga 3 du lin sont métabolisés par la truie en acides gras à longue chaîne et traversent la barrière placentaire à destination de sa portée. Ces derniers, valorisant *in-utero* les oméga 3 pour leur propre développement, naissent avec une teneur en oméga 3 plus importante dans leur carcasse et cerveau, ce qui est plus favorable à leur vitalité. Les effets bénéfiques observés chez les porcelets perdurent au-delà de la période de l'intervention nutritionnelle. Aussi, les oméga 3 provenant du lait maternel et présents dans les tissus des porcelets semblent jouer un rôle protecteur vis-à-vis de risques d'inflammations (Guillevic et al., 2011). Enfin, ces porcelets destinés à être engraisés en porc charcutier Bleu-Blanc-Cœur ont des performances de croissances supérieures lorsqu'ils ont été, au travers de leur mère, mis au contact des acides gras oméga 3 (Quiniou et al., 2010c).

Pour conclure

Les acides gras oméga 3 sont des acides gras essentiels et participent au bon développement de la truie et sa portée. Ainsi, il est pertinent que ces AG essentiels entrent dans les recommandations alimentaires des truies pour ses effets bénéfiques prouvés.

RÉFÉRENCES

De Quelen, F.; Chevalier, J.; Rolli-Derkinderen, M.; Mourot, J.; Neunlist, M.; Boudry, G. « N-3 polyunsaturated fatty acids in the maternal diet modify the postnatal development of nervous regulation of intestinal permeability in piglets », *Journal of Physiology*, 2011, 589 (17) : 4341–4352.

Desaldeleer C, Ferret-Bernard S, de Quelen F, Le Normand L, Perrier C, Savary G, Romé V, Michel C, Mourot J, Le Huërou-Luron I, Boudry G « Maternal 18:3n-3 favors piglet intestinal passage of LPS and promotes intestinal anti-inflammatory response to this bacterial ligand », *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2014, Oct;25(10):1090-8.

Quiniou N., Goues T., Vautier A., Nassy G., Chesneau G., Weill P., Etienne M. & Mourot J. (2010a). Consequence of extruded linseed incorporation in sows and/or pigs' diet on performance. In: 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Heraklion, Crete Island, Greece, European Federation for Animal Science, 1-5.

Quiniou N., Goues T., Mourot J. & Etienne M. (2010b). Effet de l'enrichissement des aliments de gestation/lactation avec 1,4% en lipides provenant d'huile de palme ou de graine de lin extrudée sur le déroulement des mises bas et la survie des porcelets. *Journées de la Recherche Porcine*, 42, 137-138.

Quiniou N., Vautier A., Chesneau G., Goues T., Weill P., Nassy G. & Mourot J. (2010c). Effets de l'incorporation de graine de lin extrudée dans les aliments truies et/ou porcs sur les performances de croissance et la qualité de carcasse. *Journées de la Recherche Porcine*, 42, 143-144.

Guillevic M., de Quelen F., Mourot J. & Chesneau G. (2011). Influence de l'apport en acides gras essentiels dans l'alimentation de la truie sur le statut inflammatoire du porcelet au sevrage. *Journées de la Recherche Porcine*, 43, 287-288.

Les graines protéagineuses peuvent-elles remplacer le tourteau de soja dans l'alimentation des animaux ? – Projet PROLEVAL

L'efficacité des protéagineux chez les ruminants

Solveig Mendowski - solveig.mendowski@inra.fr

UMR Inra/VetAgro Sup Herbivores (UMRH)

Inra Auvergne-Rhône-Alpes

Guillaume Chesneau - g.chesneau@valorex.com

Valorex

Chaque année, la France importe plus de 3 Mt de tourteau de soja en provenance des États-Unis d'Amérique, du Brésil et d'Argentine. Il est le plus souvent OGM et à l'origine d'une importante déforestation, aux effets environnementaux négatifs. L'utilisation des graines protéagineuses (pois, féverole, lupin, etc) comme alternative au tourteau de soja importé permettrait ainsi d'améliorer l'autonomie alimentaire française en matière de protéines végétales. **C'est dans ce contexte de développement d'alternatives au tourteau de soja en alimentation animale que le projet PROLEVAL a été créé**, avec pour objectif la mise en place d'une filière française de production et de transformation de graines oléo-protéagineux (féverole, lupin, pois et lin) pour alimenter les monogastriques et les ruminants.

Une étude bibliographique quantitative confirme que les graines protéagineuses, à la base moins riches en protéines que le tourteau de soja, sont aussi plus dégradables dans le rumen. Cependant, des traitements thermiques permettent de protéger leurs protéines d'une trop forte dégradation dans le rumen, et donc de favoriser leur utilisation dans les rations des ruminants, dès lors qu'elles restent fortement digestibles dans l'intestin.

Des essais *in vitro* et *in situ* ont préalablement permis de comparer de nombreux procédés entre eux, ainsi que différents paramètres de cuisson intra-procédés (durée, température, pression...). Cela a permis le choix des meilleurs procédés à mettre à l'épreuve de conditions réelles de consommation par des vaches laitières, d'abord en stations expérimentales, puis en fermes commerciales.

Les enseignements en termes d'impacts des procédés sur la protection ruminale de la protéine sont multiples, avec notamment la variabilité en fonction de la température et/ou de la pression appliquées aux graines ; la différence d'effets obtenus entre graine de féverole et graine de lupin pour un même procédé ; l'avantage conféré à l'ajout de cofacteurs de cuisson favorisant les réactions de Maillard et la difficulté d'évaluation précise des valeurs PDI selon les méthodes standardisées du fait de pertes particulières significatives (Chapoutot et al., 2018).

Des premières études en fermes expérimentales...

Forts de ces connaissances, nous avons entrepris 2 essais *in vivo* en conditions contrôlées sur des vaches Prim'Holstein pour tester des procédés de cuisson visant à réduire au maximum la dégradabilité des protéines de féverole et de lupin dans le rumen. Pour ce faire, ces graines ont été distribuées aux vaches laitières crues ou cuites selon différentes conditions.

Le 1^{er} essai (Mendowski et al., 2019) comparait, avec des rations iso-protéiques, l'utilisation du tourteau de soja à la féverole ou au lupin, distribués cru, extrudés à 140°C et extrudés à 160°C. Les différents résultats ont montré que **le tourteau de soja peut être remplacé par de la féverole ou du lupin sans altérer les performances laitières des vaches quand l'apport de méthionine n'est pas limitant.** En particulier, si ces graines sont extrudées dans des conditions bien définies pour atteindre 140°C, les protéines sont protégées dans le rumen par rapport aux graines crues, ce qui entraîne une meilleure production laitière avec la féverole. À température modérée (140 °C), des réactions de Maillard permettent la protection de l'azote d'une trop grande dégradabilité ruminale, et semblent réversibles avec le pH acide de la caillette, permettant ainsi une absorption des acides aminés dans l'intestin grêle. En revanche, à haute température (160 °C), ces réactions ne semblent plus être totalement réversibles dans la caillette et les protéines, ainsi « trop » protégées, ne seraient plus disponibles pour les animaux car non absorbées dans l'intestin.

Le 2^e essai était plus orienté sur la mise en place de traitements de cuisson innovants, pour une meilleure protection apportée aux protéines. De la féverole a été distribuée crue, extrudée à 140°C comme dans le 1^{er} essai, et extrudée à 140°C après maturation avec soit des sucres réducteurs, soit un cocktail enzymatique, dans le but de favoriser la complexation des protéines avec les sucres exogènes (sucres réducteurs) ou endogènes (libérés par le cocktail enzymatique). **Les différents résultats ont confirmé que l'extrusion à 140°C de la féverole protège les protéines de la dégradation ruminale.** L'ajout de sucres réducteurs durant la phase de maturation avant extrusion dans les conditions de l'essai a conduit à une surprotection des protéines, et donc une moins bonne absorption des acides aminés dans l'intestin grêle. L'addition du cocktail enzymatique a en revanche conduit à un niveau d'absorption des acides aminés dans l'intestin grêle similaire à celui obtenu avec la féverole extrudée à 140°C sans condition de maturation spécifique.

... complétées par des essais terrain

De ces constatations, nous avons lancé des essais dans 4 fermes commerciales selon un dispositif expérimental en 3 périodes (témoin-essai-témoin) pour 2 fermes, et en 2 périodes (témoin-essai) pour les 2 autres ; chaque période durait 4 semaines (dont 1 de transition). Le correcteur azoté à base de tourteau de soja a été remplacé par un correcteur à base de féverole traité thermiquement dans des conditions bien spécifiques avec une source de glucose réactif. La production laitière a augmenté, de façon légère (0,3 kg/vache/jour) à prononcée (1,5 kg/vache/jour), accompagnée le plus souvent d'une légère baisse des taux (de 0 à -1,7 g/l de TB et de +0,4 à -0,75 g/l de TP). D'un point de vue économique, dans le contexte 2017 favorable au tourteau de soja d'importation, avec un prix du lait moyen de 320 €/1000 l, la marge sur coût alimentaire a augmenté en moyenne de 0,08€/vache/jour, soit l'équivalent de 2920€ sur l'année pour un troupeau de 100 vaches. Aussi, dans le cadre d'une démarche non OGM pour laquelle nous considérons le surcoût d'un tourteau de soja non OGM à 100 €/t et une augmentation du prix du lait de 10 €/1000 l, la marge sur coût alimentaire atteint en moyenne 0,2€ /vache /jour.

Pour conclure

Les résultats en stations expérimentales complétés par ceux des essais terrain montrent que les protéagineux peuvent remplacer le tourteau de soja dans les rations pour vaches laitières, y compris hautes productrices. Pour y parvenir, il convient cependant de procéder à des traitements adéquats et très bien maîtrisés des graines pour protéger la protéine de la dégradation ruminale sans compromettre la digestibilité intestinale, et ainsi assurer les performances technico-économiques en élevage, avec davantage de résilience du système d'élevage et de durabilité.

RÉFÉRENCES

S. Mendowski, P. Chapoutot, G. Chesneau, A. Ferlay, F. Enjalbert, G. Cantalapiedra-Hijar, A. Germain, and P. Nozière. 2019. Effects of replacing soybean meal with raw or extruded blends containing faba bean or lupin seeds on nitrogen metabolism and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 102:5130-5147.

P. Chapoutot, O. Dhumez, G. Chesneau, A. Germain, S. Mendowski, P. Nozière. 2018. Influence de l'extrusion sur la dégradabilité de l'azote de mélanges à base de féverole ou lupin et effet de la distribution granulométrique des produits. *Rencontre Recherche Ruminants*. 24 : 196.

Les graines protéagineuses peuvent-elles remplacer le tourteau de soja dans l'alimentation des animaux ? – Projet PROLEVAL

Les atouts techniques et économiques chez les poules pondeuses et les poulets de chair

Hervé Juin - herve.juin@inra.fr

Unité Expérimentale Élevage Alternatif et Santé des Monogastriques (EASM)

Inra Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

Michel Lessire - michel.lessire@inra.fr

UMR Inra/Université de Tours Biologie des oiseaux et aviculture (BOA)

Inra Val de Loire

Mathieu Guillevic et Axel Minetto - m.guillevic@valorex.com, a.minetto@valorex.com

Valorex

Les filières avicoles cherchent à s'affranchir de l'importation de tourteau de soja par l'usage de matières premières alternatives locales comme les graines de féverole. Elles pourraient constituer une solution intéressante étant donné leur composition mais restent néanmoins pourvues de facteurs antinutritionnels. Des leviers peuvent être activés afin d'optimiser leur valorisation : la sélection végétale et les procédés technologiques. Pour cet objectif, nous avons déterminé la digestibilité d'un mélange constitué de féveroles (90%) sélectionnées et traitées spécifiquement sur un support soja ou lin (10%) pour ensuite en évaluer les impacts zootechniques, environnementaux et économiques dans les productions de poulets et de pondeuses.

La digestibilité de la féverole est augmentée sur l'EMAn (+21% & +18%) et le CUD de l'azote (+11% & +10%) chez le poulet et le coq, respectivement, par rapport à la féverole de référence.

Les résultats en poules pondeuses

Chez la pondeuse, nous avons comparé le mélange (90/10) cru ou cuit (PRODIVAL®) de féverole et de graines de lin incorporé à 15% et un aliment de référence à base de tourteau de soja et de céréales. Ces trois aliments ont été formulés pour avoir les mêmes caractéristiques nutritionnelles (EM, protéines, acides aminés digestibles, ...). Pour cela, nous avons retenu pour les mélanges crus et cuits les valeurs mesurées lors des essais de digestibilité. Les poules ont été mises en place à l'âge de 17 semaines et accoutumées aux aliments expérimentaux pendant environ deux mois. Les contrôles sont réalisés ensuite pendant 3 périodes de 28 jours.

L'incorporation du mélange cru ou cuit réduit de 40 à 45% la part du tourteau de soja dans l'aliment et ces nouvelles matières premières enrichissent l'aliment en acide alpha-linolénique (+12%). Par rapport au témoin soja (poids d'œuf journalier 61g/j), les performances des pondeuses sont légèrement réduites avec le mélange cru (60,2g/j) mais restaurées avec le lot cuit PRODIVAL® (62,0 g/j). Les tendances sont les mêmes pour l'indice de consommation. La qualité de l'œuf n'est pas altérée par la présence dans l'aliment des mélanges de féverole et de lin, même si l'on note une meilleure résistance à la rupture, une augmentation des unités Haugh et de l'indice de rouge. On observe surtout des améliorations significatives du profil lipidique du jaune avec plus d'acide alpha-linolénique et DHA, au détriment du linoléique, le ratio N6/N3 passant de 11,2 à 3,8 pour les lots soja et PRODIVAL® respectivement.

L'impact environnemental est favorable sur notamment le changement climatique (-30%), mais est défavorable sur l'occupation des terres (+8%).

Les résultats en poulets de chair

Chez le poulet de chair, quatre régimes expérimentaux ont été distribués à des poulets Ross mâles entre 12 et 33 jours d'âge, chaque régime étant apporté à 6 parquets de 45 animaux. Les régimes expérimentaux étaient : un régime témoin (R1) à base de tourteau de soja, un régime bas niveau de soja (R2) avec des tourteaux secondaires, deux régimes sans soja le premier avec 15% et 20 % de féverole crue (R3), le second avec 15 et 20% de féverole cuite Smartsoy (R4) en croissance et finition. Les régimes étaient formulés pour être iso en énergie métabolisable et en acides aminés digestibles, en croissance et en finition, à partir des valeurs de digestibilité obtenues précédemment sur les produits expérimentaux. Le taux de tourteau de soja était respectivement de 30.6, 9, 5 et 5 % en croissance, 25.1, 8.5, 0 et 0 % en finition pour les régimes R1 à R4. Les animaux étaient pesés à J12, J22 et J33, la consommation d'aliment étant enregistrée entre deux pesées pour chaque parquet.

A J22, il n'a pas été observé de différence significative entre les groupes pour le poids vif et l'indice de consommation. A J33, les poids vifs moyens étaient respectivement de 1734, 1770, 1871 et 1793 g, pour R1, R2, R3 et R4. L'indice de consommation entre J12 et J33 était respectivement de 1.563, 1.618, 1.552 et 1.542 pour R1, R2, R3 et R4, avec un écart significatif entre les lots R2 et R4.

Par ailleurs, il n'a pas été observé de différence significative entre les groupes pour le score de pododermatites (noté sur tous les animaux à J33) ou le rendement en filet (mesuré sur un échantillon de 2 animaux par parquet).

Dans les conditions de cet essai, **l'incorporation de PRODIVAL® a permis de réduire l'utilisation de tourteau de soja dans les aliments poulet sans détériorer les performances des animaux.**

Perspectives

Sous l'angle technique, de nouveaux procédés de traitement des graines protéagineuses (procédé PROLEVAL) ont été élaborés pour augmenter encore les valeurs de digestibilité. Ainsi à partir d'une étape supplémentaire de fractionnement et de séparation, l'augmentation de la valeur d'énergie métabolisable et de la protéine digestible de la féverole peut atteindre jusqu'à +48% et +36% respectivement par rapport à la graine d'origine à l'état cru. D'autres résultats récemment obtenus sur graine de pois tendent vers les mêmes bénéfices nutritionnels que la féverole.

Sous l'angle économique, les coûts de revient des graines issues du procédé PROLEVAL sont essentiellement dépendants du prix d'achat des graines. Leur intérêt économique est aussi fonction du type de filières de valorisation des produits d'élevage : non OGM, biologique, Bleu-Blanc-Cœur, Origine France, sans déforestation importée... Dans le contexte actuel favorable au tourteau de soja, pour un aliment standard en volaille de chair, le coût de revient d'un aliment avec les graines issues du procédé PROLEVAL varie de -2€/T à +6€/T selon le prix de marché des graines de féverole ; pendant que l'aliment non OGM varie lui de -4€/T à +4€/T, respectivement ; pour la poudeuse plein air, le coût d'un aliment standard varie de -3€/t à +6€/t et d'un aliment non OGM de -6€/t à +4€/t.

Les solutions PRODIVAL® peuvent ainsi devenir profitables aux éleveurs en maîtrisant bien le modèle de contractualisation d'achat des graines. Et d'autant plus dans le cadre de la valorisation en filière.

RÉFÉRENCES

Guillevic M., Lessire M., Germain A., Juin H. 2019. Des graines oléo-protéagineuses comme alternative au tourteau de soja dans l'aliment des volailles. *Journées de la recherche avicole*, 13, 252-256.

Chesneau G., Juin H. (2019). PRODIVAL® : une solution nouvelle et innovante pour développer l'usage des graines protéagineuses dans les filières d'élevages afin de répondre aux défis sociétaux de notre Agriculture. *Innovations Agronomiques*, 74, 167-175.

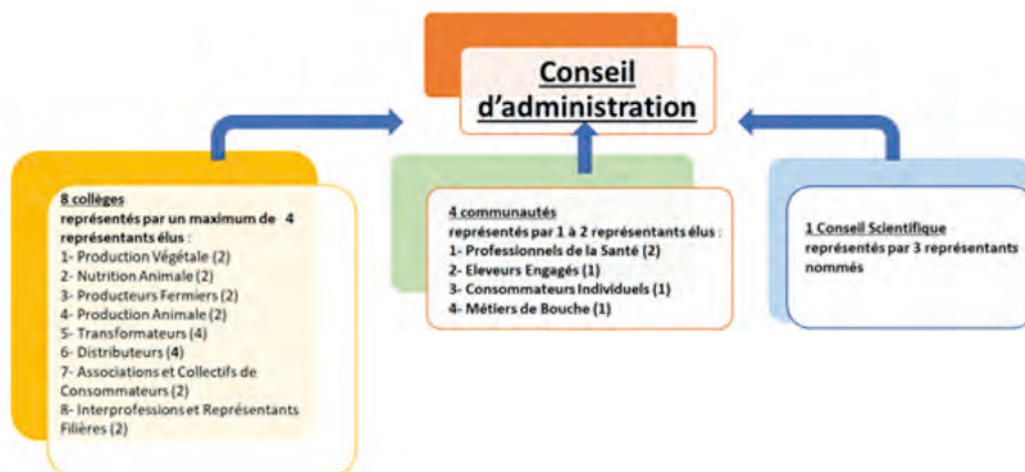
Bleu-Blanc-Cœur : bon pour la Terre, les Animaux et les Hommes

Nathalie Kerhoas - nathalie.kerhoas@bleu-blanc-coeur.com
directrice Bleu-Blanc-Cœur

L'alimentation a un impact majeur sur la santé humaine, et les modes de production agricole y contribuent fortement. Bleu-Blanc-Cœur (BBC), association à but non lucratif, agit depuis 20 ans pour construire des démarches de filières vertueuses avec un objectif d'amélioration de la qualité nutritionnelle et environnementale de notre alimentation. Elle est reconnue d'intérêt nutritionnel et environnemental par les ministères de l'Agriculture, de l'Environnement et de la Santé.

Outre la valorisation des filières françaises, Bleu-Blanc-Cœur accompagne la transition agroécologique en portant des engagements de durabilité des modes de production, d'amélioration de la qualité nutritionnelle des denrées alimentaires, de respect du bien-être et de la santé des animaux, de diversité végétale et donc de lutte contre la déforestation importée tout en travaillant à une plus juste rémunération des producteurs français (Kerhoas N, 2016 ; Chesneau G et al, 2018).

L'association Bleu-Blanc-Cœur coordonne son développement en lien avec tous les acteurs de la chaîne alimentaire : producteurs, éleveurs, consommateurs, professionnels de la santé, de la production, de la transformation, de la restauration et des métiers de bouches, scientifiques. En témoigne, l'organisation de la gouvernance de l'association, forte de 28 administrateurs, qui réunit des parties prenantes complémentaires et actives et qui fonctionne selon une logique de construction en mode concertation.



Bleu-Blanc-Cœur coordonne une trentaine de cahiers des ressources (= cahiers des charges et des engagements) allant des filières végétales aux filières animales de la production à la transformation. Ils reposent sur une double obligation de moyens et de résultats (= qualité nutritionnelle minimum à atteindre pour un produit Bleu-Blanc-Cœur). Ces cahiers des charges sont très largement contrôlés avec non seulement de la traçabilité, des audits et aussi et surtout une exigence de résultats vérifiée grâce à un contrôle analytique.

Développement de Bleu-Blanc-Cœur

En 20 ans, Bleu-Blanc-Cœur est devenue la première filière de qualité pour les filières de productions animales. Elle représente pour les filières monogastriques entre 5 à 10% de la production nationale (filières œufs, volailles, porcs) et de 1 à 4% en filière ruminants. La dynamique de croissance de Bleu-Blanc-Cœur repose sur un rythme de progression annuel de +10% à + 20% depuis sa création. Aujourd'hui, ce sont plus de **2 250 produits** commercialisés dans les secteurs d'activités de la GMS, RHD et de l'artisanat (<https://ouionatousledroitdebienmanger.fr/Tous-les-Produits-Bleu-Blanc-Coeur-par-Filiere>). La notoriété du logo Bleu-Blanc-Cœur a également fortement progressé passant de 8% de notoriété assistée en 2014 à 43% en 2018.

Socle de la démarche Bleu-Blanc-Cœur

Bleu-Blanc-Cœur répond aux objectifs de l'alimentation durable (définition FAO) : nutritionnellement adéquate, culturellement acceptable et environnementalement meilleure.

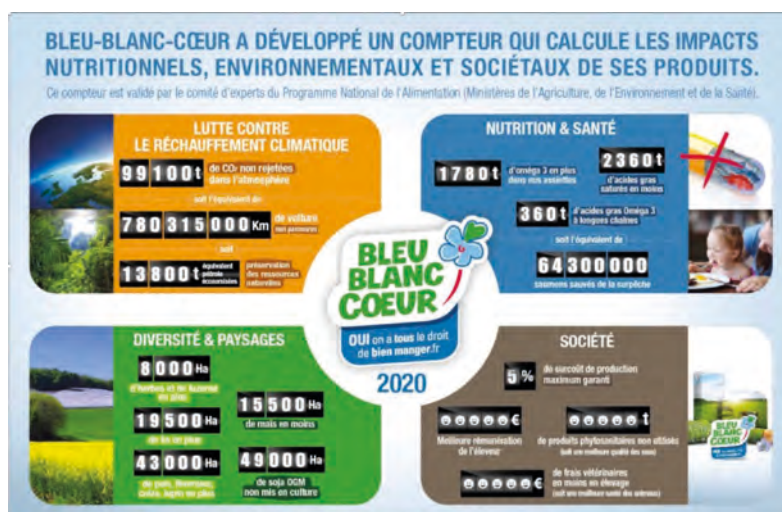
Pour valider cette démarche, Bleu-Blanc-Cœur s'appuie sur un socle scientifique très fort avec plus de 360 publications scientifiques et 5 études cliniques qui sont disponibles sur le site <https://www.bleu-blanc-coeur.org/c/79/La-demarche-scientifique>. Qu'il s'agisse de la santé des sols, de la santé de la planète, de la santé des animaux, de la santé des hommes, des analyses de cycle de vie aux études cliniques, tout (ou presque) a été validé, publié, mesuré par des scientifiques indépendants.

Elle a été à ce titre reconnue d'intérêt nutritionnel et environnemental par l'Etat (ministères de la Santé, de l'Agriculture et de l'Environnement). Elle bénéficie également d'une reconnaissance des Nations Unies. Elle s'intéresse à la santé publique en essayant de répondre aux attentes des acteurs de la nutrition humaine. Les produits de cette filière permettent d'apporter davantage d'acides gras n-3 dans l'assiette du consommateur en incorporant dans l'alimentation des animaux des matières premières riches en ces acides gras. Elle permet de réduire le déficit en acides gras n-3 dans l'alimentation humaine, déficit montré par les acteurs de la santé publique. Elle prend également depuis sa création des engagements en faveur de la biodiversité et de l'environnement. Depuis sa création, Bleu-Blanc-Cœur limite l'utilisation du tourteau de soja dans la ration des animaux et promeut les sources protéiques locales (Pois, lupin, féverole...).

Dans le cadre du programme de recherche ANR (Agence Nationale de la Recherche) AGRALID (<https://www6.inra.fr/agralid/> – Agriculture Alimentation Durable – piloté par l'Inra de 2013 à 2016), des analyses de cycle de vie ont validé l'intérêt environnemental des modes de production Bleu-Blanc-Cœur. Puis, en 2018-2019, Bleu-Blanc-Cœur avec l'ADEME a missionné l'organisation EVEA (coopérative spécialiste des analyses de cycles de vie) pour réaliser un travail d'analyses de cycle de vie (ACV) des produits Bleu-Blanc-Cœur (porc, volaille, œufs). Les résultats, livrés en mai 2019, ont été obtenus selon la méthodologie de référence Agribalyse développée par l'ADEME (Agence publique de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et ses partenaires (Inra, Instituts techniques, ministères, etc). Ainsi, les impacts des produits Bleu-Blanc-Cœur pour l'étape agricole sont réduits de 16 à 40% sur le critère changement climatique (impact CO2) et des gains apparaissent également sur d'autres paramètres (eutrophisation par exemple).

Conclusion

À l'échelle de la population, les impacts d'un changement des modes de production végétales et animale sur la santé publique et l'environnement sont énormes. En témoigne, le tableau ci-dessous, issu des accords collectifs signés par l'association Bleu-Blanc-Cœur avec les représentants de l'État français et qui précise les impacts mesurés de la démarche Bleu-Blanc-Cœur pour la santé, pour l'environnement et pour la société.



RÉFÉRENCES

Chesneau G., Kerhoas N., 2018. *Bleu-Blanc-Cœur : un nouveau modèle agricole basé sur une démarche de filière dédiée à la santé de la terre, des animaux et des hommes. Alimentation des animaux et qualité de leurs produits.* Editeur V. Berthelot, Lavoisier Tec & Doc, Paris, France, 384-392.

Kerhoas N., 2016. *Bleu-Blanc-Cœur : un nouveau modèle agricole basé sur une démarche de filière dédiée à la santé de la terre, des animaux et des hommes.* Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 170 (4) 157-161.