

L'AUTONOMIE PROTEIQUE FRANCAISE : QUEL AVENIR POUR LES PRODUCTIONS AVICOLES ?

Recoules Emilie¹, Brévault Nicolas², Le Cadre Patricia³, Peyronnet Corinne⁴, Lessire Michel¹, Bouvarel Isabelle⁵

¹INRA - UR 0083 Recherches Avicoles - 37380 NOUZILLY, France

²MIXSCIENCE - Centre d'Affaires Odyssée, Z.A.C Cicé Blossac - 35172 BRUZ, France

³CEREOPA - 16 rue Claude Bernard - 75231 PARIS, France

⁴ONIDOL-UNIP- 11 rue de Monceau - 75378 PARIS, France

⁵ITAVI- 37380 NOUZILLY, France

emilie.recoules@tours.inra.fr

RÉSUMÉ

L'apport protéique dans les aliments pour volailles est principalement réalisé avec du tourteau de soja essentiellement importé d'Amérique du Sud. Cependant, cette dépendance protéique pose plusieurs problèmes sur des aspects économiques (concurrence et volatilité des prix), environnementaux (transport, déforestation) et sociaux (soja OGM mal accepté par les consommateurs). Dans un objectif de développement durable, la dépendance protéique vis-à-vis du soja pose question. L'utilisation de matières premières locales riches en protéines (tourteaux de colza, tournesol, pois,...) a déjà été étudiée. Plusieurs voies permettant de réduire leur teneur en facteurs antinutritionnels (génétique, procédés technologiques) ou d'améliorer la disponibilité des nutriments (utilisation d'enzymes exogènes) pour augmenter leur incorporation dans les aliments volailles ont déjà été explorées. Cependant, d'autres existent encore et méritent d'être étudiées. Au niveau agronomique, un enjeu important est de mettre au point des itinéraires techniques innovants impliquant de nouvelles variétés de soja adaptées aux différentes conditions pédoclimatiques françaises. Des progrès peuvent être escomptés en termes de process avec un décorticage plus poussé du tournesol afin d'augmenter sa teneur en protéines. Des travaux sont initiés afin de mieux comprendre les mécanismes de digestion pour une meilleure valorisation des matières premières par les animaux. Des approches globales permettent d'évaluer la durabilité de nouveaux systèmes alimentaires. Enfin, il semble nécessaire de poursuivre les recherches à travers des actions conjointes des acteurs de l'amont et l'aval de la filière afin de proposer des solutions permettant une meilleure utilisation des matières premières locales et de tendre vers des systèmes d'alimentation plus durables.

ABSTRACT

Protein self-sufficiency in France: what is the future for poultry productions ?

Protein supply in poultry diets is mainly based on soybean meal, imported from South America. This protein dependency has negative impacts on different aspects: economic (high price volatility), environmental (transport, deforestation) and social (GMO soybean unaccepted by consumers). To go towards a sustainable development, this protein dependency is questionable. Local protein sources (rapeseed meal, sunflower meal, pea...) utilization is possible. Previous work have already been done allowing a decrease in antinutritional factors content (genetic, technological process) or an increase in nutrients bioavailability (exogenous enzymes) of these protein sources to increase their use in poultry diets. However, improvements still need to be done. Regarding plant production, one important challenge is to develop crop management techniques that include new varieties of soya which are better adapted to French pedoclimatic conditions. Progresses can also be expected regarding technological process with a higher sunflower meal dehulling that allows an increase of its protein content. Studies focusing on a better understanding of protein digestion mechanisms have started and aim to increase the valorization of local protein sources by poultry. For these purposes, different actors in crop and animal productions have to join in order to identify and propose solutions to go towards sustainable poultry feeding systems.

INTRODUCTION

Les filières avicoles françaises connaissent une évolution marquée par un environnement très concurrentiel, une autosuffisance qui s'amenuise (44 % des poulets consommés sont importés) et une volatilité importante du prix des matières premières. L'aviculture est un débouché important des filières de grandes cultures en France et apporte un complément de revenu à de nombreuses exploitations de polyculture élevage, garantissant ainsi leur pérennité. Elle est pourtant dépendante d'approvisionnements en soja en provenance principalement du Brésil.

Actuellement en France, près d'un quart de la ration des volailles est constitué de tourteau de soja. L'aviculture et plus largement l'élevage et l'agriculture, sont ainsi face à différents enjeux d'ordre économique (amélioration de la compétitivité), environnemental (limitation des impacts environnementaux, plus grande biodiversité), et social (création d'emplois, meilleure réponse aux attentes des citoyens). L'objet de cette synthèse est de réaliser un état de la situation pour les productions avicoles françaises et d'évaluer différentes voies de progrès.

1. ETAT DES LIEUX DES RESSOURCES ET DES BESOINS EN PROTEINES

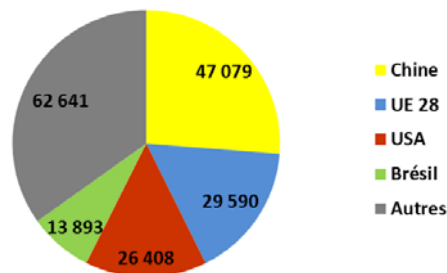
1.1 L'approvisionnement mondial de soja chahuté par l'Asie

La production mondiale de soja ne cesse de progresser, permettant de répondre à une demande en hausse régulière. La généralisation de la consommation de viande à la surface du globe, elle-même consommatrice de protéines végétales, explique la demande croissante de soja. La récolte mondiale devrait franchir le cap des 300 Mt sur la saison 2014-2015 alors qu'elle était d'environ 160 Mt en 1998-1999. L'offre reste concentrée sur trois fournisseurs (les Etats-Unis, le Brésil et l'Argentine) qui couvriraient 81 % de la production en 2013-2014. L'Europe ne représente que 0,4 % de la production mondiale. La production française de soja est en progression puisqu'en 2012 la France produisait moins de 3 % de sa consommation en protéines de soja. Mais entre 2013 et 2014, les surfaces ont bondi de 43 000 ha à 74 700 ha. Grâce à cette progression, la production française passe de 112 000 t à 215 000 t en une saison, mais reste faible malgré tout et 65 % sont à destination de l'alimentation animale (Onidol, 2014).

La demande est très diversifiée, mais l'Asie occupe une place croissante. Sur les 114 Mt de graines de soja exportées en 2013-2014 (40 % de la production mondiale), les Chinois en ont accaparé environ 70 Mt, soit plus de 61 % des transactions contre 14 Mt (12 %) pour l'UE 28. La Chine importe avant tout les graines oléagineuses pour son approvisionnement en

huile, alors qu'une grande partie de la demande européenne concerne la partie protéique du soja destinée à l'élevage. L'UE utilisait en 2013 près de 30 Mt de tourteaux de soja, soit 16 % de la consommation mondiale (Figure 1).

Figure 1 : Consommation mondiale apparente (production + importations - exportations) en tourteau de soja en 2013 (1000 tonnes ; selon Oil World)



Si les autres oléagineux se développent parallèlement au soja, leur progression, en grande partie liée aux biocarburants, reste cependant limitée à l'échelle mondiale. Cette dépendance européenne au soja pour la couverture des besoins protéiques de l'élevage pose question.

La forte concentration géographique de la production et le peu de fournisseurs entraînent une volatilité des prix qui n'est pas nouvelle (Martin, 2014), mais qui a tendance à s'exacerber avec la montée en puissance de la demande chinoise. De plus, la France a la particularité de ne posséder qu'une seule usine de trituration adaptée au soja. Elle n'a donc pas la possibilité d'arbitrer entre importations de graines ou de tourteaux, quand le marché de l'un ou de l'autre est plus favorable.

1.2 La dépendance protéique diminue en volailles

La dépendance protéique de la France est de 42 % dont 33 % pour le seul soja (Prospective Aliment¹ ; Céréopa, 2013), et est inférieure à celle de la moyenne des membres de l'UE (70 %). Toutefois, les aliments volailles sont les plus dépendants des importations pour couvrir les besoins protéiques, bien que la situation se soit améliorée ces dernières années avec une dépendance qui est passée de 66 % à 60 % de 2006 à 2012. Cette amélioration s'explique par une augmentation de l'utilisation de matières premières métropolitaines : tourteau de colza et tournesol, drèches d'éthanolier, gluten 60. Par contre, depuis 2009, on assiste à une importation massive de tourteau de tournesol décortiqué (36 % de protéines) de la zone mer Noire, très partiellement compensée

¹ Prospective Aliment : modèle de simulation des pratiques de formulation des Fabricants d'Aliments Composés (Céréopa, 2013)

par la production de tourteau de tournesol décortiqué par le site français de Bassens depuis 2013.

Toutefois, certains cahiers des charges ont tendance à favoriser l'utilisation du soja. Par exemple, en production Label Rouge, un minimum de 75 % de céréales et sous-produits de céréales dans l'aliment est exigé par la notice technique, ce qui impose l'utilisation de matières premières concentrées en protéines et donc de soja pour couvrir les besoins des animaux.

1.3 Une offre en matières premières riches en protéines à faire encore évoluer

L'offre en Matières Premières Riches en Protéines (MPRP) produites en France (oléoprotéagineux, coproduits de biocarburants, légumineuses à graines) ne remplace qu'en partie le soja importé. Cela s'explique par :

- i) des équilibres nutritionnels moins propices, avec une grande richesse en composés pariétaux, la présence éventuelle de facteurs antinutritionnels et pour les protéagineux notamment, une faible disponibilité,
- ii) une forte concurrence du tourteau de soja liée à son profil nutritionnel particulièrement bien adapté aux volailles et son prix d'intérêt favorable,
- iii) une production nationale de soja très faible.

Toutefois, les différentes matières premières sont assez bien décrites dans la littérature et les tables (exemple : Feedipédia, <http://www.feedipedia.org/>) pour que leur utilisation soit possible dans les aliments destinés aux volailles.

Le tourteau de colza est une source de protéines intéressante en raison de sa disponibilité importante en France (3 Mt produites par an) et de la qualité de ses protéines (équilibre des acides aminés ; Larbier et Leclerc, 1992). Cependant, la teneur en protéines digestibles est trop faible et les fractions pariétales sont trop importantes (cellulose brute : 12 %, lignine : 10 %), pour qu'il soit utilisé intensivement en alimentation des volailles.

Il en est de même pour le tournesol, qui présente une teneur en protéines trop faible et nécessite d'être décortiqué non seulement pour concentrer les protéines mais aussi la fraction énergétique utilisable. Ce tourteau de tournesol décortiqué (36 % de protéines et 19 % de cellulose par rapport à la matière brute) trouve sa place en alimentation des volailles à raison de 5 à 10 % dans les formules avec un prix d'intérêt égal à environ 70 % de celui du tourteau de soja (Peyronnet et al., 2012).

Des coproduits comme les glutens de maïs et de blé, issus de la séparation des fractions protéiques lors de la production d'amidon, sont des produits à haute teneur en protéines, pratiquement aussi digestibles que celles du soja, mais avec un profil en acides aminés déséquilibré. De plus, leur prix, plus du double de celui du soja, est excessif pour en faire des

alternatives potentielles. Les drèches de blé et de maïs sont issues de procédés de production d'éthanol très variables d'une usine à l'autre et présentent de ce fait une variabilité de composition et de valeur alimentaire importante. Les travaux de Cozannet et al. (2010) ont permis de mieux caractériser la valeur nutritionnelle des drèches et leur variabilité. La maîtrise des facteurs à l'origine de cette variabilité (notamment les procédés d'extraction de composés d'intérêt tels que les germes et les sons, puis les niveaux de température appliqués lors du séchage) est un enjeu majeur pour l'utilisation des drèches dans l'alimentation des volailles.

La valeur nutritionnelle et les contraintes d'utilisation des graines de protéagineux (pois, féverole et lupin) chez les volailles sont relativement bien connues (Lacassagne, 1988 ; Vilariño et al., 2009). Ces matières premières sont intermédiaires entre une céréale et un tourteau, autant pour ce qui concerne leur valeur azotée que leur valeur énergétique. La teneur en facteurs antinutritionnels (anti-tryptiques du pois, tannins, vicine et convicine de la féverole, alcaloïdes du lupin...) a déjà été fortement réduite par la sélection variétale ou les procédés technologiques permettant leur valorisation en alimentation animale. Le plus grand frein à leur utilisation est le manque de disponibilité dû à des problèmes agronomiques engendrant une moindre compétitivité économique par rapport aux céréales et aux graines oléagineuses (Bouvarel et al., 2014).

1.4 Des volailles sélectionnées avec une alimentation à base de maïs et de soja

La sélection du poulet standard a longtemps été menée dans un environnement alimentaire optimal avec des régimes de haute qualité protéique et énergétique permettant aux animaux d'exprimer pleinement leur potentiel génétique de croissance et de dépôt musculaire. En effet, la sélection génétique animale est réalisée pour une production mondiale et donc avec des aliments à base de maïs et de soja, classiquement utilisés. Ceci ne permet pas une valorisation optimale des matières premières métropolitaines, plus riches en fibres (Grasteau et al., 2013). Aujourd'hui, l'augmentation du coût de l'aliment (+31 % entre 2006 et 2010) et la nécessaire diversification des matières premières utilisées en alimentation animale remettent en cause ce modèle de sélection et impliquent d'améliorer l'adaptabilité des animaux face à des aliments de qualité plus variable.

2. EVOLUTION DE LA DEMANDE CITOYENNE ET CONSEQUENCES SUR L'UTILISATION DU SOJA

Les demandes citoyennes sont multiples et peuvent aboutir à des effets adverses en matière d'importation de soja.

2.1 Des préoccupations environnementales

D'après le CREDOC, les motivations d'achat liées au développement durable, comme les garanties écologiques associées au produit ou les produits fabriqués en France ou dans la région, paraissent être des éléments majeurs, plus importants que la confiance dans la marque (Hébel et al., 2010). Or, malgré des efforts importants en termes de productivité, la forte augmentation de la production de soja conduit en partie à la destruction de la végétation native sud-américaine où les surfaces de cultures se développent. Les conséquences sont la perte de biodiversité dans des zones encore préservées, et l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. L'élevage de volailles, principal consommateur de soja, est ainsi montré du doigt par WWF qui prône l'utilisation de soja « responsable », c'est-à-dire un soja qui n'a pas participé à la déforestation, et cultivé suivant un cahier des charges qui concerne aussi bien les modalités d'utilisation des pesticides et fertilisants, que les droits des travailleurs. Par ailleurs la substitution du tourteau de soja par des matières protéiques locales souvent moins digestibles peut conduire à des rejets azotés plus importants. Il est donc important de pouvoir améliorer la digestibilité des protéines de ces différentes sources alternatives au tourteau de soja afin de maîtriser l'impact sur l'environnement.

2.2 Des mesures de précaution pour la santé publique

Les PAT (Protéines Animales Transformées), riches en protéines et en minéraux, ont été interdites par principe de précaution en 2000 suite à la crise de l'ESB (Encéphalopathie Spongiforme Bovine). Ceci a entraîné un recours accru aux matières premières végétales riches en protéines mais aussi une moindre sécurité digestive (dysfonctionnement digestif, diarrhées...), accentuée en 2006, par l'interdiction des antibiotiques facteurs de croissance. Dans un premier temps, ceci a contribué à une plus grande sécurisation des formules alimentaires avec un accroissement des teneurs en protéines et acides aminés des rations et à une moindre utilisation des sources locales de protéines, moins digestibles que le tourteau de soja. Par la suite, une meilleure connaissance des alternatives au soja, associée à l'utilisation d'enzymes, pré ou probiotiques, a permis de réduire les marges de sécurité.

2.3 Une prise en compte grandissante de la santé et du bien-être animal

Les citoyens européens se montrent de plus en plus sensibles à la question du bien-être et à la santé des animaux d'élevage. La réduction de l'utilisation des antibiotiques conduit à une vigilance accrue pour la formulation des aliments afin d'optimiser la sécurité

digestive, la qualité de litière et de maîtriser des signaux d'agression comme les pertes d'intégrité cutanée (pododermatites, brûlure des tarses...). Cette préoccupation sociétale grandissante vis-à-vis du bien-être animal s'est traduite au niveau communautaire par la mise en place de recommandations au Conseil de l'Europe, de Règlements et Directives, au sein de l'Union Européenne, qui fixent des normes applicables aux élevages, aux transporteurs et aux abattoirs.

2.4 Une demande pour des graines de soja non Génétiquement Modifiées

Le soja utilisé en alimentation animale provient principalement de graines Génétiquement Modifiées (GM ; Henrion et al., 2012) souvent rejetées par les citoyens. Il existe une réelle demande au niveau mondial pour le soja non GM. L'Europe mais aussi l'Asie (Japon, Chine) sont sur les rangs et cet intérêt ne se dément pas, même si les volumes en font un marché de niche. Sur les 30 Mt de tourteaux consommés dans l'UE en 2012 ; 2,25 Mt étaient non GM. L'Allemagne en est le premier importateur, avec 750 000 t (17 % de sa consommation en 2012), suivie par la France avec 560 000 t (15 % de la consommation et 20 % des importations). Une dizaine d'Etats membres ont une demande régulière pour ce marché. La filière volaille est à l'initiative de cette demande dans la majeure partie de ces pays (Finlande, Autriche, Danemark, Allemagne, France, Royaume-Uni, Irlande, Hongrie). Malgré tout, la demande en soja non GM reste constante et les aliments composés pour animaux n'incorporant pas de matière première GM (au seuil de 0,9 %) représentent 20 à 25 % de la production (Coop de France, 2013).

3. COMMENT LA FORMULATION DES ALIMENTS S'ADAPTE A CE CONTEXTE

3.1 Adapter la stratégie nutritionnelle au produit final

L'art de formuler, c'est d'optimiser l'alimentation pour répondre à des objectifs de performances et de qualité des produits qui correspondent au marché. Il s'agit d'adapter un schéma de production (choix génétique, modèle d'élevage) et d'optimiser l'alimentation pour satisfaire les besoins des animaux à moindre coût.

Concernant le poulet de chair, plusieurs types de marché coexistent : le poulet Prêt A Cuire, dominé par le poulet Label Rouge et, les produits Découpés et Elaborés, dominés par le poulet standard. Le formulateur doit s'adapter à ces réalités de marché, d'une part en respectant les cahiers des charges (Label Rouge et Cahier des charges privés), d'autre part en recherchant l'optimisation du prix de revient du produit final.

Les progrès génétiques réalisés pour la production de poulets standards conduisent aujourd'hui à des animaux ayant une croissance particulièrement rapide. Le gain estimé est de l'ordre d'un jour par an. Pour produire un poulet de 2 kg, il fallait 42 jours d'élevage il y a 10 ans contre moins de 35 jours aujourd'hui. De ce fait, les besoins nutritionnels évoluent, notamment avec une baisse des besoins énergétiques d'entretien liée à la baisse de l'âge à l'abattage. Le rapport protéines/énergie des aliments est ainsi modifié et la contribution de la fraction protéique au coût alimentaire est de plus en plus forte. Pour la production de poulets Label Rouge, l'âge à l'abattage ne changeant pas, l'optimisation du coût alimentaire pourrait être recherchée par la diversification protéique, à condition de concéder une plus grande utilisation de coproduits de céréales et d'oléoprotéagineux.

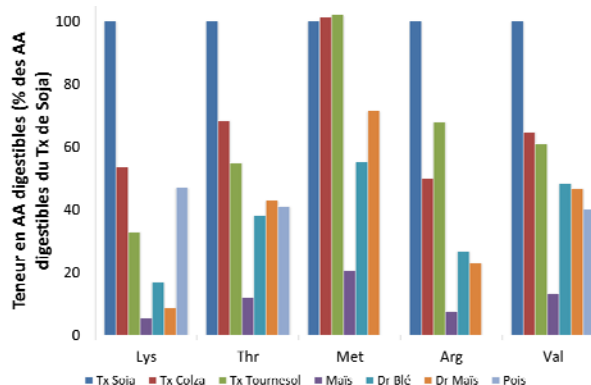
Les besoins protéiques de la poule pondeuse sont plus faibles. Toutefois, ses besoins calciques élevés entraînent un besoin de concentrer les apports protéiques dans l'aliment.

3.2 La protéine, fraction nutritionnelle essentielle

La formulation doit fournir des aliments digestibles équilibrés, pour répondre au mieux aux besoins des animaux. Les apports protéiques sont exprimés en acides aminés digestibles. Le concept de protéine idéale est utilisé pour représenter un profil en acides aminés, qui permet de maximiser le critère de performance fixé (poids vif, indice de consommation, rendements PAC et Filet), tout en limitant l'apport d'azote non retenu. Chaque matière première a son propre profil en acides aminés, ce qui lui confère plus ou moins d'intérêt lors de l'optimisation des aliments (Figure 2).

L'obtention de la protéine idéale est permise par les apports des matières premières souvent complétées par l'utilisation d'acides aminés de synthèse ou de fermentation tels la DL-Méthionine (années 70), la lysine HCl (1976), la L-thréonine (1987), le L-tryptophane (2000) et la L-Valine (2009). D'autres sont disponibles (tyrosine, arginine, isoleucine) mais ne semblent pas encore produits à des prix suffisamment compétitifs pour être utilisés pour l'alimentation des volailles.

Figure 2 : Teneur en acides aminés digestibles de différentes matières premières (relative à la teneur en acides aminés digestibles du tourteau de soja = 100). (D'après Euronutrition et Onidol)



La consolidation des connaissances via un outil de modélisation représente un atout indéniable afin de définir la stratégie optimale pour atteindre les objectifs de production. Le niveau protéique est exprimé par la protéine idéale, et la performance est modélisée à partir de ce nutriment. La compilation de nombreux essais zootechniques réalisés en station expérimentale sur ces dix dernières années permet d'aboutir à une prédiction des performances selon les niveaux d'énergie et de lysine équilibrée apportée par les aliments (Mathiaud et al., 2013). Dans les cas où la protéine idéale peut être satisfaite, la formulation doit également tenir compte de la fraction non digestible qui varie selon les matières premières et qui peut avoir un impact négatif sur la santé digestive et le bien-être des animaux. Lorsque la formulation ne respecte plus la protéine idéale, il peut être observé une baisse de la croissance et de l'efficacité alimentaire. Ce constat est particulièrement vrai en production biologique pour laquelle l'ajout d'acides aminés n'est pas autorisé.

3.3 Formuler sans soja : mythe ou réalité ?

L'utilisation de MPRP autres que le soja est possible notamment pour les productions dont les exigences en protéines et acides aminés sont plus faibles. Il est en effet d'autant plus facile d'utiliser des matières premières peu concentrées en énergie et protéines que les besoins des animaux sont peu élevés. Pour le poulet à croissance lente (Label Rouge), une stratégie sans soja a été testée et n'a pas dégradé les performances zootechniques, le bien-être des animaux et la qualité de la viande, avec une légère hausse des coûts de production et une forte réduction des émissions de gaz à effet de serre (Méda et al., 2015). Pour le poulet à croissance intermédiaire (CCP²), la substitution partielle du tourteau de soja (36 %, 42 % et 58 % en phases de démarrage, croissance et finition, respectivement) par des tourteaux d'oléoprotéagineux, des coproduits de céréales, et des protéagineux n'a pas dégradé les performances zootechniques, le bien-être animal et la qualité de la viande. La stratégie sans soja, pour laquelle les apports en énergie, protéines et les profils en acides

² Certification Conformité Produit

aminés étaient légèrement inférieurs (comparé au régime avec soja) en phases de démarrage et de croissance, a en revanche dégradé le poids vif, l'indice de consommation et le rendement en filet, et par conséquent le coût de production. Par ailleurs, les deux stratégies (substitution partielle et sans soja) ont permis de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre (Lessire et al., 2015). Chez la dinde, Palander et al. (2006) mettent en évidence que l'utilisation des légumineuses entre 5 et 10 semaines est limitée en raison d'une faible teneur en énergie (lupin) et d'une faible digestibilité iléale apparente des protéines et acides aminés (fève). Cependant, en finition (13-18 semaines), une substitution partielle du tourteau de soja par du lupin n'a pas d'effet sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et la qualité sensorielle de la viande (Mikulski et al., 2014). Chez la poule pondeuse, la substitution totale du tourteau de soja par du lupin dépelliculé entraîne une légère baisse de la consommation (- 2.2 g/j) mais n'a pas d'effet sur la croissance et l'indice de consommation (Laudadio et Tufarelli, 2011). De la même manière, l'inclusion de drêches de maïs à hauteur de 15 % dans la ration n'a pas d'effet négatif sur les performances de ponte ni sur la qualité des œufs tant que le profil nutritionnel des drêches est connu et que la formulation se fait sur la base des acides aminés digestibles. En revanche, une inclusion à hauteur de 20 % conduit à une baisse de la consommation, du taux de ponte, du poids des œufs et donc à une moindre efficacité alimentaire (Deniz et al., 2013).

Sur le terrain, une baisse moyenne de 50 % du soja dans les formules est possible. Cependant, le coût des aliments sans soja augmente fortement, notamment du fait du coût des matières premières peu disponibles en alimentation animale. Ainsi, plus le besoin protéique est fort, plus il est difficile de répondre au besoin en protéine idéale sans soja. Une manière d'y parvenir est de libérer les niveaux protéiques. Toutefois, pour apporter autant de protéine idéale digestible, l'apport de protéine brute doit être plus important et par conséquent la part de protéines indigestibles augmente également. Ceci a un effet négatif sur le bien-être et la santé des volailles ainsi que sur les émissions d'ammoniac.

4. LES VOIES D'AMÉLIORATION

Différentes voies d'amélioration sont envisagées aux niveaux « végétal » et « animal ».

4.1 Au niveau végétal

4.1.1 La mise en place de filières végétales adaptées

Un des enjeux importants est de mettre au point des itinéraires techniques innovants impliquant de nouvelles variétés de soja adaptées aux différentes conditions pédoclimatiques françaises et permettant

d'optimiser la production de sources de protéines locales. L'introduction des légumineuses dans les rotations courtes en cultures pures ou associées devrait permettre d'améliorer les rendements des cultures suivantes tout en réduisant les charges de l'ensemble des cultures.

Par ailleurs, la contribution des céréales à l'apport en protéines dans l'aliment des volailles, qui est d'environ 30 %, n'est pas à négliger. L'augmentation de la teneur en protéines du blé d'un point permet tout de même un gain de protéines de 0,5 point dans l'aliment. La production de blé à haute teneur en protéines et la mise en place de circuits de collecte spécifiques pourraient contribuer notablement à l'épargne de soja.

4.1.2 Des améliorations de process

Le faible volume de graines de soja français disponibles pour une valorisation en alimentation animale n'est pas pour le moment suffisant pour permettre la viabilité d'une unité de trituration classique mettant en œuvre une extraction par solvant. Les modes de transformation sont donc en général l'extrusion ou le toastage, techniques qui désactivent les facteurs antitrypsiques mais ne séparent pas l'huile (environ 18 %), ce qui a l'inconvénient de mal valoriser celle-ci et de réduire le taux maximal d'incorporation du soja (Labalette et al., 2010). Des procédés de déshuilage applicables à des unités de capacité réduite ont été étudiés avec succès (extrusion-pression, cuisson-pression) pour la production de tourteaux gras (6 % matière grasse, 44 % de protéines) pour l'élevage avicole mais ils ne sont appliqués actuellement que pour des filières à forte valeur ajoutée (biologique) en raison des surcoûts liés à la taille des installations et à l'approvisionnement en graines métropolitaines (Quinsac et al., 2012). Des procédés simplifiés (presse-extrudeuse) ainsi que des variétés à faible teneur en facteurs anti-trypsiques pourraient aussi être testés en association ou non pour proposer des solutions adaptées à de petits bassins de production. Selon Sofiprotéol (2014), 200 000 à 250 000 ha permettraient d'assurer des disponibilités suffisantes et de soutenir le développement d'outils industriels, aussi bien en alimentation humaine qu'animale.

L'augmentation de l'utilisation du tourteau de tournesol nécessite un décorticage plus poussé. Un taux de décorticage supérieur à 50 % entraînerait, s'il était appliqué avant l'extraction avec le procédé classique, des pertes de protéines et d'huile dans les fines et une gestion difficile du surplus de coques produites qui sont actuellement valorisées par combustion dans l'usine (Peyronnet et al., 2012). La séparation de fractions de farines déshuilées plus ou moins riches en protéines par un autre procédé simple et peu coûteux, le blutage, est envisageable pour obtenir à court terme des tourteaux à très haute teneur en protéines. Ce procédé testé sur du tourteau de colza pour préparer avec succès des concentrés (McCurdy

et March, 1992), a été pratiqué plus récemment sur du tourteau de tournesol et a permis de préparer un tourteau contenant 38 % de protéines (Gill, 2002).

La fêverole est également un bon candidat au décortilage, celui-ci permettant une concentration des protéines associée à une réduction des teneurs en parois mais également des tannins contenus dans les coques. Des traitements complémentaires tels que l'extrusion sont envisageables pour améliorer la digestibilité (Kaysi et Melcion, 1992).

4.1.3 De nouveaux ingrédients

L'emploi relativement nouveau et quasi systématique d'enzymes (xylanases, phytases) qui améliorent la digestibilité des nutriments, a permis de lever des contraintes de formulation et d'incorporer une proportion plus importante de blé et de divers coproduits (drêches, tourteaux métropolitains) plus dilués en protéines que le soja. Dans ce contexte, les protéases pourraient être un atout majeur pour l'épargne de protéines mais des recherches sont encore nécessaires pour démontrer leur efficacité lors de l'utilisation de matières premières alternatives variées.

L'utilisation de larves d'insectes, bien que théoriquement intéressante n'est encore qu'expérimentale en Europe (Makkar et al., 2014). Néanmoins, il existe des programmes de recherche prévoyant des développements industriels en Europe à l'horizon 2020. L'évaluation dès à présent de produits à base d'insectes pour l'alimentation des volailles permettra de construire un référentiel utilisable dès que ces produits seront disponibles et que les contraintes liées au statut actuel de ces produits seront levées. En effet, dans les pays développés, il n'existe à ce jour aucune législation spécifique sur l'utilisation d'insectes dans l'alimentation. Ceux-ci sont pour l'instant considérés comme des PAT et sont donc interdits dans l'alimentation des volailles. Cette absence de législation spécifique s'explique notamment par une quantité insignifiante d'insectes consommés dans l'alimentation et par un développement encore très limité de la production pour en faire des ingrédients alimentaires (Van Huis et al., 2013). Par ailleurs, les algues pourraient également constituer une matière première d'intérêt dans les années à venir. Elles présentent de nombreux atouts nutritionnels du fait de leurs teneur en protéines (jusqu'à 65 % de la matière sèche), lipides, vitamines, pigments, antioxydants et autres composants cellulaires. Elles restent pour l'instant économiquement inaccessibles en alimentation animale mais les coproduits issus des filières biocarburants ou autres pourraient, à terme, représenter de grandes quantités disponibles et abordables.

4.2 Au niveau animal

Les deux principaux leviers d'action permettant de moduler les réponses multiples des animaux (performances, impact environnemental...) sont la nutrition et la sélection génétique. Ces deux voies d'amélioration doivent être menées conjointement et nécessitent une amélioration des connaissances, notamment en lien avec l'utilisation de MPRP alternatives au tourteau de soja.

4.2.1 Une meilleure compréhension des mécanismes de digestion des protéines

Une meilleure compréhension des mécanismes de digestion des protéines en lien avec le reste de la matrice alimentaire semble nécessaire pour optimiser l'utilisation de MPRP locales. Ceci devrait contribuer à une meilleure caractérisation de la valeur nutritionnelle des matières premières protéiques et à l'identification de nouveaux indicateurs de formulation prenant en compte l'interaction fibres/protéines.

Des travaux de recherches sont en cours afin de mieux comprendre les processus digestifs selon la source de protéines utilisée et cela dans le cas de matrices complexes. Il s'agit de :

- i) caractériser les protéases endogènes,
- ii) identifier des peptides résistants (non digestibles),
- iii) identifier des spécificités au niveau des mécanismes de digestion liées à la source de protéines utilisée,

Le but est d'identifier quels sont les leviers potentiels pour améliorer l'efficacité digestive des matières premières locales (utilisation de protéases exogènes, procédés technologiques mieux adaptés...).

L'effet du pH des contenus digestifs sur la digestion des protéines est également à l'étude car il joue un rôle important dans la solubilisation et l'hydrolyse des protéines. Ceci est à combiner avec le pouvoir tampon des aliments qui diffère selon les matières premières (Lawlor et al., 2005) et avec le pouvoir tampon des compartiments digestifs qui semble assez fort (Marin-Flamand et al., 2014). L'utilisation de différentes techniques (électrophorèse, spectrométrie de masse) permet d'identifier les protéines présentes dans les différents compartiments du tube digestif, qu'il s'agisse de protéines animales (protéases endogènes) ou de protéines végétales. Pour l'instant, l'approche qualitative réalisée par spectrométrie de masse est informative mais une approche quantitative serait également intéressante pour mieux discriminer les mécanismes de digestion selon le type de régime alimentaire (Recoules et al., 2015). A terme, il sera également nécessaire de développer une analyse des activités enzymatiques et des expressions de gènes au niveau du pancréas afin de pouvoir comparer ces mécanismes selon la source de protéines utilisée dans l'alimentation. Ces nouvelles méthodes d'analyse sont prometteuses pour approfondir les connaissances mais

restent encore coûteuses ce qui limite pour l'instant le champ d'investigation. Par ailleurs, les connaissances générées par ces nouvelles approches devront être intégrées afin d'avoir une vision globale et précise de l'effet de la source de protéines de l'aliment et des interactions avec le reste de la matrice alimentaire ou encore avec le tractus digestif sur les mécanismes de digestion. Par conséquent, la proposition de solutions concrètes permettant d'améliorer l'utilisation digestive des sources de protéines alternatives est un objectif de plus long terme.

4.2.2 *La sélection d'animaux plus adaptables aux variations alimentaires*

Une sélection des animaux sur l'efficacité digestive serait intéressante pour améliorer la valorisation de régimes alimentaires plus difficiles (moins digestibles) qu'un aliment à base de maïs/soja. Par ailleurs, outre l'amélioration de l'efficacité alimentaire d'une population il est important en élevage de maintenir l'homogénéité des réponses des animaux. Hors, les travaux menés ces dernières années ont souligné qu'il existe une variabilité individuelle dans la fonction d'efficacité digestive (Grasteau et al., 2013). La digestibilité iléale des protéines et acides aminés varie plus entre individus qu'entre matières premières, et ce même pour des matières premières très variables telles que les drêches (Bandegan et al., 2009). Mieux comprendre et utiliser cette variation d'efficacité digestive en lien avec les performances d'élevage, la santé et le bien-être des animaux apparaît donc comme une étape indispensable dans la construction de systèmes d'élevage avicoles durables.

4.3 **Une meilleure intégration de la filière : amont/aval**

Une démarche conjointe associant des agronomes, technologues, nutritionnistes et généticiens s'avère nécessaire pour construire une vision commune et

faciliter une production de matières premières et d'animaux adaptés. Ce travail conjoint doit permettre l'identification de possibilités agronomiques et technologiques permettant des filières végétale et animale compétitives, tout en préservant l'environnement et les équilibres territoriaux, le bien-être animal et la qualité des produits, véhiculant une image positive auprès des consommateurs et permettant des conditions de travail non détériorées.

CONCLUSION

La réduction de la dépendance protéique vis-à-vis des importations de soja n'est pas un sujet nouveau et de nombreux travaux ont déjà été réalisés pour accroître l'utilisation de matières premières locales dans l'alimentation des volailles. Ces travaux se poursuivent avec des nouveautés en termes de compréhension des mécanismes de digestion des protéines dans le cas de formules alimentaires diversifiées et d'approches globales permettant d'évaluer la durabilité de nouveaux systèmes alimentaires (ex : alimentation sans soja ou soja local). A l'avenir, il semble nécessaire de mieux intégrer les filières végétales et animales afin de mener des actions plus efficaces permettant de répondre aux enjeux actuels et futurs en termes de compétitivité et de demandes citoyennes. Certaines productions métropolitaines sont intéressantes pour la nutrition des volailles mais leur coût excessif ne favorise pas leur utilisation. Il semble donc nécessaire de définir les priorités (productions végétales, usines de transformation...) nécessaires au développement de systèmes d'alimentation durables. L'évolution des exigences des cahiers de charges des productions sous signe de qualité, l'autorisation de nouveaux additifs ainsi que les aides à la production sont autant de facteurs dont il faudra tenir compte à l'avenir pour améliorer l'utilisation des matières premières locales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bandegan A., Guenter W., Hoehler D., Crow G.H., Nyachoti C.M., 2009. Poult. Sci., (88), 2592-2599.
2. Bouvarel, I., Lessire, M., Narcy, A., Duval, E., Grasteau, S., Quinsac, A., Peyronnet, C., Tran, G., Heuzé, V., 2014. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 21 (4), D405.
3. Cereopa, 2013. Etude interne sur le modèle Prospective Aliment.
4. Coop de France, Propos de Valérie Bris, Mai 2013 <http://www.infogm.org/Culture-du-soja-non-transgenique>
5. Cozannet, P., Lessire, M., Gady, C., Métayer, J. P., Primot, Y., Skiba, F., Noblet, J. 2010. Poult. Sci., 89, 2230-2241
6. Deniz, G., Gencoglu, H., Gezen, S.S., Turkmen, I.I., Orman, A., Kara, C., 2013. Livestock Science, 152, 174-181
7. Gill, N., 2002. Thesis.Univ of British Columbia, Vancouver, p 92.
8. Grasteau, S., Narcy, A., Tran, T.S., De Verdal, H., Bastianelli, D., Juin, H. et Carré, B., 2013. 10èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, 26-28 mars 2013, La Rochelle, France, 6 pages.
9. Hébel P., Siounandan, N. et Lehuede, F., 2010. Cahier De Recherche N°268, Décembre 2009, 90p.

10. Henrion, A., 2012. Colloque Légumineuses à graines, Paris.
11. Kaysi, Y. et Melcion, J.P., 1992. INRA Prod. Anim., 5, 3-17.
12. Labalette, F., Bourrel, C., Jouffret, P., Lecomte, V., Quinsac, A. et Ledoux, S., 2010. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 17 : 345-55.
13. Lacassagne, L., 1988. INRA Prod. Anim., 1, 47-57
14. Larbier, M. et Leclercq, M., 1992. INRA editions, 355p.
15. Laudadio, V. et Tufarelli, V., 2011. Livestock Science, 140, 184-188
16. Lawlor, P.G., Lynch, P.B., Caffrey, P.J., O'Reilly, J.J., O'Connell, M.K., 2005. Irish Veterinary Journal, 58, 447-452
17. Lessire, M., Dusart, L., Méda, B., Hallouis, J-M., Bordeau, T., Souchet, C., Mercierand, F., Hatté, C., Bouvarel, I., Berri, C., 2015. 11èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France.
18. Makkar, H., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P., 2014. Anim. Feed Sci. Tech., 197, 1-33
19. Marin-Flamand, E., Vazquez-Duran, A., Mendez-Albores, A., 2014. J. Poult. Sci., 51, 144-150.
20. Martin, N., 2014. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 21, D403.
21. Mathiaud, A., Mougnot, F., Klein, S., Mansuy, E., 2013. 10èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle, France.
22. McCurdy, S.M. et March, B. E., 1992. J. Am. Oil Chem. Soc. 69: 213-220.
23. Méda, B., Lessire, M., Dusart, L., Hallouis, J-M, Bordeau, T., Souchet, C., Mercierand, F., Hatté, C., Bouvarel, I., Berri, C., 2015. 11èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France.
24. Mikulski, D., Zduńczyk, Z., Juśkiewicz, J., Rogiewicz, A., Jankowski, J., 2014. Animal Feed Science and Technology, 198, 347-352
25. Oil World, monthly report, 21/02/2014
26. Onidol, 2014. Labalette F. « les débats de Vigie MP », 2 décembre 2014.
27. Palander, S., Laurinen, P., Perttilä, S., Valaja, J., Partanen, K., 2006. Animal Feed Science and Technology, 127, 89-100
28. Peyronnet, C., Pressenda, F., Quinsac, A., Carré, P., 2012. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 19: 341-346.
29. Quinsac, A., Labalette, F., Carré, P., Janowski, M., Fine, F., 2012. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 19 : 347-357.
30. Recoules, E., Sabboh-Jourdan, H., Narcy, A., Lessire, M., Harichaux, G., Duclos, M., Réhault-Godbert, S., 2015. 11èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France.
31. Sofiprotéol, 2014. Ozanne L. Colloque National Soja, Toulouse, 4 mars 2014
32. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir G., 2013. FAO Forestry Paper, Rome 2013, 201 p.
33. Vilariño, M., Métayer, J-P., Crépon, K., Duc, G., 2009. Animal Feed Science and Technology, 150, 114-121