

## Résumés

### Session Posters 1 : Des légumineuses pour l'alimentation humaine et animale

#### Estimation de la valeur en protéines brutes d'un mélange de céréales-protéagineux récolté en grain (méteil) à partir de la composition du mélange moissonné.

**J. Jost<sup>1</sup>, H. Caillat<sup>2</sup>, M.-N. Fouilloux<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut de l'Elevage, France; <sup>2</sup>INRAE UE Ferlus

Les mélanges de céréales-protéagineux récoltés en grain présentent un intérêt en élevage de ruminant pour améliorer l'autonomie protéique et le coût de l'alimentation du troupeau. Un frein à son développement réside dans la connaissance fiable et rapide de la valeur nutritive et alimentaire de l'aliment proposé, à la fois à la récolte (pour anticiper les rations), et au fur et à mesure de l'année (pour affiner les rations). En effet, les méteils récoltés présentent une variabilité inter et intra-parcelle, et également au fur et à mesure de l'utilisation dans le silo (phénomène de stratification). Deux solutions sont utilisées par les éleveurs : à partir de la composition du mélange récolté, 1/faire une analyse biochimique au laboratoire pour déterminer les valeurs nutritives et les valeurs alimentaires ou 2/estimer par additivité avec les valeurs nutritives des tables Inrae. La première solution est fiable mais moins rapide et plus coûteuse que la solution deux, mais qui est moins fiable. D'où l'intérêt d'avoir une méthode utilisable en élevage pour estimer rapidement, à partir du mélange distribué, la valeur du méteil.

190 échantillons de méteils ont été triés afin de déterminer l'abondance massique de chaque espèce et ont été analysés au laboratoire Labco, afin de déterminer les valeurs nutritives et alimentaires.

Nous constatons qu'au sein de notre échantillon, il y a très peu de variabilité en terme de taux de matière sèche (89 % +/- 0,009), d'UFL (0,95 /kg de matière brute +/- 0,06) et de digestibilité (88 % +/- 0,04). Par contre, les valeurs protéiques sont plus variables : la moitié des méteils se trouvent à +/- 2,5 % de protéines brutes de la valeur médiane de 15,7 % brut.

Nous avons comparé la valeur en protéine entre l'analyse biochimique et le calcul par additivité. En moyenne, la méthode additive sous-estime de 1,5 % la matière azotée totale (sur la matière sèche). Une régression linéaire a permis d'affiner la prédiction de la valeur protéique à partir de la part de chaque composant du méteil récolté et de la part d'impuretés (éléments non semés mais récoltés) tel que : Protéines brutes = 2,22 + 0.95 x Protéines brutes théorique + 16.9 x Part\_impurete ( $R^2 = 0,72$  et l'erreur résiduelle standard = 1,806), avec Protéines brutes = le taux de matière azotée sur matière sèche mesurée par biochimie, Protéines brutes théorique = le taux de matière azotée sur matière sèche théorique (calculé par additivité à partir de la composition massique de chaque espèce récoltée et de leur valeur protéique théorique) et Part\_Impuretés = la part d'éléments non semés dans le mélange récolté.

Cette équation permet de déterminer rapidement, à partir de la composition du méteil récolté, une valeur en protéines brutes. Elle pourra être mobilisée dans le cadre du projet Casdar CARPESO (2019-2022), où une application smartphone est en cours de développement, afin de déterminer la composition d'un méteil à partir d'une photographie d'un échantillon de méteil récolté (actuellement, cette donnée est acquise par un tri manuel de 200 g de méteil, durant entre 30 min et 2 h selon la diversité du méteil). Cet outil et cette équations permettront à terme d'améliorer la connaissance rapide, fiable et en ferme de la valeur alimentaire d'un méteil, afin d'affiner le rationnement.

## Valoriser la luzerne sous toutes ses formes dans les rations de vaches laitières

**H. CHAUVEAU, A. UIJTTEWAAL**

ARVALIS - Institut du végétal, France

La recherche de l'autonomie alimentaire et protéique des élevages bovins laitiers français implique une bonne valorisation des ressources fourragères. La luzerne, qu'elle soit présentée sous forme ensilée, enrubannée ou déshydratée, est réputée pour sa teneur en protéines et son apport de fibres dans les rations des ruminants. Récoltée précocement et bien conservée, elle constitue un très bon complément au maïs fourrage, riche en énergie, dans les rations de vaches laitières. Toutefois, la bonne valorisation de ce type de fourrage nécessite notamment la mise en œuvre de bonnes pratiques de pré-fanage à la récolte. En effet, le pré-fanage limite la protéolyse, générant une moindre proportion d'azote soluble dans le fourrage conservé. Ainsi, pour des fourrages de même composition chimique, une teneur en N soluble (sur N total) diminuée de 20 points implique une augmentation de la teneur en PDIE de l'ordre de 19 g/kg MS (Férard et al., 2018). Dans les rations à base de maïs fourrage, la luzerne conservée sous forme humide est bien valorisée, et les performances économiques maintenues, à condition de limiter son incorporation à hauteur de 15 % de la MS (Protin et al, 2016). Au-delà, à hauteur de 30-35 % de la MS, la baisse de consommation de correcteur azoté (-50 à -64 % par rapport à un régime maïs fourrage plat unique) permet rarement de compenser la baisse de production de lait (-5 % de lait corrigé à 4 % MG en moyenne) dans les contextes de prix des dernières années.

Plus récemment, un essai a été mis en place sur la station expérimentale de la Jaillière (44) afin de tester l'incorporation de luzerne, sous forme ensilée ou déshydratée, en quantités plus importantes dans les rations, dans le but de tendre vers l'autonomie protéique. L'essai comportait 3 régimes alimentaires distincts, dont le régime témoin constitué de 53 % de maïs fourrage, 3 % de paille, 12 % de luzerne ensilée et 30 % de concentrés (blé + tourteau de colza). Les 2 régimes expérimentaux ont testé la complémentarité entre le maïs épi et la luzerne : ils étaient constitués de 37 % de maïs épi ensilé (1,08 UFL, 69 g PDIE), 48 % de luzerne sous forme ensilée (39 % MS, 22 % MAT, 0,84 UFL, 75 g PDIE) (régime EPI-LUZ) ou sous forme ensilée et déshydratée (0,81 UFL, 105 g PDIE) à parts égales (régime EPI-LUZ-DESHY). Ces 2 régimes contenaient 5 % de paille et 8 % de concentrés à base de tourteau de colza protégé et de pulpe de betterave déshydratée pour EPI-LUZ et de pulpe betterave déshydratée uniquement pour EPI-LUZ-DESHY. Un dispositif expérimental de type blocs complets équilibrés a été mis en place pour constituer 3 lots de 19 vaches de race Prim'Holstein en 27ème semaine de lactation en milieu d'essai (53 % de primipares). Les quantités de matière sèche ingérées ont été élevées pour les 3 lots. Alors que la production laitière a été stable entre régimes, les taux de matières utiles du lait ont été significativement diminués dans les régimes maïs épi + luzerne. En revanche, la composition fine du lait a été améliorée avec les régimes expérimentaux : baisse des acides gras (AG) saturés, augmentation des AG mono et polyinsaturés, avec une teneur en AG  $\Omega$ 3 multipliée par 1,4 et 2,5 pour les lots EPI-LUZ et EPI-LUZ-DESHY par rapport au lot témoin. Dans le contexte de prix 2010-2018, le coût alimentaire a été augmenté de 11 et 28 €/1000 L avec les régimes EPI-LUZ et EPI-LUZ-DESHY par rapport au témoin. L'intérêt économique pourrait néanmoins évoluer si une revalorisation du prix du lait liée à la qualité nutritionnelle ou au mode de production «sans OGM» était prise en compte.

## La luzerne : quelle utilisation pour sécuriser un système de production et accroître l'autonomie alimentaire

J. FORTIN, B. DAVEAU, M. LETELLIER, G. JEHAN

Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, France

L'utilisation de la luzerne dans les élevages de ruminants permet de contribuer efficacement à la sécurisation des systèmes fourragers. En tant que légumineuse la luzerne présente de nombreux atouts : i) Capacité de capter l'azote atmosphérique ii) Excellente tête de rotation iii) Productivité importante iiiii) Valeurs alimentaires en nutrition animale de qualité iiiiii) Résistance aux conditions de sécheresse estivale. Cependant, la luzerne est lente d'installation et par conséquent très sensible au salissement et peu productive en début de vie. Sa récolte peut également s'avérer difficile dans le cas de récolte en foin qui entraîne mécaniquement des pertes en feuille pouvant limiter la valorisation zootechnique. Son utilisation en association, avec des graminées ou des légumineuses, pourrait être un levier pour limiter ces inconvénients et faire de cette dernière une solution plus robuste au service de la sécurisation des systèmes fourragers des élevages de ruminants.

L'étude a été réalisée à partir de données obtenues sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, conduite en agriculture biologique depuis 20 ans, dans un contexte pédoclimatique marqué par l'alternance hydrique (sol hydromorphe l'hiver et séchant l'été). L'analyse s'est focalisée sur 3 essais analytiques (dispositif en bloc à 4 répétitions) pour répondre à 3 objectifs : 1. Quelles variétés de luzerne utiliser en agriculture biologique en Pays de la Loire ? 2. Quelle légumineuse associer à la luzerne ? 3. Quelle graminée associer la luzerne ? Pour répondre à ces objectifs des mesures précises ont été réalisées sur : la biomasse produite, la présence d'adventices sur la phase d'installation, l'évolution de la composition botanique, et la valeur nutritive de l'herbe produite.

Le suivi des cultivars de luzerne (n=6) valide les difficultés d'implantation de cette dernière et le niveau de salissement important en 1er cycle (luzerne = 10% de la biomasse produite) quel que soit la variété étudiées. 70% de la variabilité du pourcentage de luzerne s'explique par le cycle d'exploitation. Aucun effet variété n'a été mis en évidence sur la productivité des luzernes.

Dans le cas d'associations luzerne/légumineuse (n=7) la contribution du trèfle blanc, du trèfle hybride ou du lotier corniculé est resté trop faible pour observer des différences avec la luzerne pure. Ces espèces semblent d'ailleurs être trop concurrencées par la luzerne. Le trèfle violet est la seule légumineuse à obtenir une contribution significative. Néanmoins, cette diversification n'a pas eu d'impact positif en termes de productivité et de valeurs nutritives par rapport à la luzerne en pure.

Les associations luzerne + graminées (n=6) n'ont pas obtenu de productivités (biomasse, d'énergétique et protéique) supérieures à la luzerne pure. Les associations avec du ray grass hybride et de la prairie à flore variée se sont même avérées significativement moins productives. On note une amélioration significative de la valeur énergétique moyenne pour l'association luzerne/brome. Cette association luzerne/brome (bien que moins productive en cumul) s'avère la plus intéressante dans un objectif d'accroître la teneur en énergie du fourrage produit par rapport à une luzerne pure.

La luzerne apparaît donc comme une des espèces fourragères les plus productives. Contrairement à d'autres espèces pouvant coloniser le milieu par tallage (cas les graminées) ou par stolons (cas de certaines graminées et légumineuses), la productivité de la luzerne pourrait être essentiellement conditionnée par le peuplement résiduel après la phase d'implantation. Tous les phénomènes pouvant altérer ce peuplement : aléas météorologiques, salissement mais également association avec une fourragère moins productive pourraient donc être préjudiciables à la productivité globale du fourrage.

## Potentiel de culture du pois sec pour la production d'isolats de protéines dans les substituts de viande dans l'UE.

**B. Kezeya<sup>1</sup>, F. Muel<sup>2</sup>, W. Stauss<sup>1</sup>, M. Mergenthaler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FH-SWF, Allemagne; <sup>2</sup>TERIN, France

Les légumineuses sont une source alternative de protéines dans l'alimentation humaine. Les alternatives à la viande utilisent de plus en plus les isolats de protéines comme ingrédient central déterminant la qualité. Les isolats de protéines des pois secs gagnent en importance et il serait utile d'estimer la surface nécessaire pour la culture de pois en fonction de différents taux de substitution de la viande par des substituts de viande végétale. L'objectif de la présente étude est une première estimation de la superficie cultivée de pois pour les substituts de viande dans l'UE en utilisant un modèle de calcul simple. Pour estimer le potentiel de culture, différentes sources de données sont utilisées. Avec l'aide d'un panel d'experts, les futures proportions de consommation des viandes végétales ont été évaluées. Les valeurs minimum, moyenne et maximales de l'enquête ainsi qu'un scénario extrême ont été utilisées comme base de calcul de quatre scénarios. Si la viande animale était complètement remplacée par des substituts de viande végétales à base de pois dans le scénario extrême, les surfaces de pois augmenteraient de plus de sept fois. La part des surfaces de culture des pois dans le total des terres arables dans l'UE resterait inférieure à 10 %. La réduction des superficies consacrées aux cultures fourragères pourrait ainsi fournir des espaces pour d'autres utilisations en matière de protection de l'environnement et du climat.

## **Consommation actuelle de soja dans l'alimentation animale au Luxembourg et capacité de réduction comme une base pour une future stratégie protéique.**

**S. Zimmer<sup>1</sup>, D. Richard<sup>1</sup>, M. Hoffmann<sup>2</sup>, S. Kessler<sup>1</sup>, L. Leimbrock-Rosch<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>IBLA Luxembourg, Altrier, Luxembourg.; <sup>2</sup>Lycée Technique Agricole Ettelbruck (LTA), Ettelbruck, Luxembourg.

Le soja (*Glycine max* (L) Merr.) est une source de protéines de haute qualité pour l'alimentation animale. Au Luxembourg, 100 % du soja est importé et la consommation totale actuelle de soja dans les rations est inconnue. Cette étude vise à calculer la consommation luxembourgeoise de soja pour 2018 pour son élevage (bœuf, volailles, porcs) en agriculture conventionnelle (AC) et biologique (AB), respectivement, et d'estimer le potentiel de réduction du soja dans les rations.

Le Luxembourg a une surface agricole de 131 844 ha dont 51,4% sont des prairies et 47,3% des terres arables. La taille moyenne des exploitations est de 69,3 ha. En 2018, 5,4% des fermes et 4,4% de la surface agricole étaient en AB. Les données, par types d'animaux et systèmes d'élevage pour 2018, fournies par le Service d'Economie Rurale, indiquent que 1 293 des 1 965 exploitations élèvent 196 093 bovins (4 050 en AB), 91 745 porcs (892 en AB) et 123 502 volailles (31 318 en AB).

La consommation de soja a été calculée par animal et par année en utilisant deux approches : SoyaMax est basé sur les rations actuelles et SoyaMin représente une utilisation minimisée du soja ; établies sur des connaissances d'experts, de livres d'alimentation animale et de tables de valeurs. La consommation de soja est calculée en fonction des besoins en protéines brutes des monogastriques et ruminants.

Pour les porcelets, un SoyaMax de 46,2 kg est calculé. Pour les porcs charcutiers (trois rations différentes pour chaque période d'engraissement, gain de poids de 90,0 kg) SoyaMax est 99,4 kg (SoyaMin 55,3 kg). Pour les truies (gestante, en nurserie) SoyaMax est 134,0 kg (SoyaMin 68,5 kg). En AB, SoyaMax équivaut à SoyaMin pour toutes les catégories de porcs et est 56,0 kg.

Pour les poules pondeuses (trois phases d'alimentation), SoyaMax vaut 10,2 kg (SoyaMin 5,6 kg), en AB, SoyaMax est 9,3 kg (SoyaMin 5,6 kg). Pour les poulets de chair, SoyaMax est 12,5 kg (Soya Max 6,9 kg en AB), équivalent au SoyaMin.

SoyaMax pour les vaches laitières est basé sur différentes rations (proportions variables d'ensilage d'herbe et de maïs) résultant à 1,5 kg de concentrés à base de soja. SoyaMax en AC vaut 287,0 kg (SoyaMin 207,0 kg). En AB, seulement la ration hivernale contient du soja : SoyaMax vaut 90,0 kg (SoyaMin 66,0 kg). Les vaches allaitantes en AC ou en AB ne sont pas nourries avec du soja. Pour les bovins allaitants de moins d'un an, SoyaMax vaut 49,0 kg (SoyaMin 0,0 kg). Pour les taurillons d'un à deux ans SoyaMax est 219,0 kg (SoyaMin 33,0 kg). En AB, les rations de bovins allaitants de moins de deux ans ne contiennent pas de soja, de même que celles des génisses et des taureaux reproducteurs en AC et AB.

En 2018, la consommation nationale de concentrés de soja calculée était de 27 453 tonnes. Les rations pour les ruminants représentaient 69,0 % de la consommation nationale de soja, et l'AB 1,3%. La plus haute consommation de soja a été calculée pour les vaches laitières avec 15 026 t (porcs : 7 261 t, volailles : 1 197 t). En réduisant les quantités de soja dans les rations, la consommation pourrait être réduite à 15 886 t. La forte présence de prairies, atouts du Luxembourg, représente un haut potentiel d'utilisation comme source de protéines pour les vaches laitières. Concernant l'autosuffisance fourragères des exploitations, la réduction de la consommation de soja dans les rations et les densités d'animaux plus faibles en AB comparées au conventionnel, l'AB pourrait agir comme un modèle, pour une stratégie protéique nationale, pour augmenter l'autosuffisance en soja au Luxembourg.

## **GECO : un outil de capitalisation et de partage des connaissances pour accompagner la conception de systèmes agroécologiques ; application pour l'autonomie protéique des élevages et des territoires**

**G. Maillet<sup>1</sup>, M. Hirschy<sup>2</sup>, M.-H. Jeuffroy<sup>1</sup>, P. Salazar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>UMR Agronomie, INRAE, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850 Thiverval-Grignon, France; <sup>2</sup>ACTA, pôle Agroécologie, systèmes et durabilité, 149 rue de Bercy 75012 Paris, France

Aujourd'hui, la transition agroécologique est en route et reconnue par tous comme une nécessité. Mais sa mise en œuvre est difficile car elle suppose de changer radicalement les systèmes agricoles. Pour aider à cette (re)conception des systèmes agricoles, l'outil web collaboratif GECO a été développé comme une plateforme de partage de connaissances utiles à la conception et à l'action. Initialement développé dans le cadre du RMT Système de culture Innovants (AgroPeps), il est aujourd'hui soutenu par le Ministère de l'Agriculture, qui en a confié la gestion à l'ACTA.

L'intérêt de GECO est de partager des connaissances entre l'ensemble des acteurs (conseillers, expérimentateurs, agriculteurs, chercheurs...) engagés dans la conception de systèmes agroécologiques. Pour réussir cette transformation, chercheurs et conseillers agricoles s'accordent sur l'importance de mobiliser et de combiner connaissances scientifiques et expertes, et innovations techniques réussies et prometteuses. Dans le cas de l'autonomie protéique des élevages et des territoires, de nombreuses connaissances issues de la recherche et du développement agricole sont disponibles sur ce sujet, mais ces connaissances sont dispersées entre une grande diversité d'acteurs, y compris de praticiens, et les innovations techniques prometteuses sont parfois rares et cachées. Il y a donc un fort enjeu à les identifier, à les formaliser et à les partager pour qu'elles puissent être mobilisées par d'autres acteurs pour transformer leur propre système.

Notre travail vise à co-construire des supports pédagogiques formalisant les connaissances relatives à l'autonomie protéique, avec des experts de la R&D, et à les rendre accessibles via l'outil GECO. L'un des enjeux majeurs de notre étude est de modifier l'alimentation des animaux, ruminants ou monogastriques, pour utiliser au mieux les sources de protéines disponibles localement. Nous avons choisi de centrer nos travaux sur les protéines végétales issues des grandes cultures (légumineuses, oléagineux...) et les espèces fourragères, produites en France. La prairie a en effet un rôle central par sa fourniture d'aliments riches en protéines et par sa richesse potentielle en légumineuses fourragères. Nous avons recensé les projets de R&D traitant de l'autonomie protéique et de ces cultures, et identifié leurs résultats transférables. Sur cette base, nous avons rédigé de nouveaux supports pédagogiques dans GECO sous forme de fiches techniques (description générique d'une technique) ou de retours d'expériences (description d'une mise en situation d'une combinaison de techniques). Etant donné le caractère collaboratif de l'outil GECO, ces supports ont été co-rédigés avec des experts provenant de différents organismes de R&D (Chambres d'agriculture, Instituts techniques, INRAE...).

Ce travail en cours permet d'enrichir l'outil GECO sur le thème de l'autonomie protéique. Par exemple, une fiche a été créée sur la pratique de l'affouragement en vert et une autre est en cours de réflexion sur l'utilisation de graines de soja crues en élevage de porcs. Nous souhaitons continuer à déployer notre démarche de fabrication et rédaction collaborative de supports pédagogiques pour enrichir l'outil avec de nouvelles techniques innovantes. La construction d'une communauté de contributeurs et utilisateurs s'avère essentielle pour identifier, valoriser, et partager des connaissances au service de la (re)conception des systèmes agricoles. C'est pourquoi, trois autres thématiques de travail ont été engagées pour enrichir GECO : « la gestion de l'enherbement en réduisant les herbicides », les « plantes de services » et « les alternatives à l'utilisation du cuivre en viticulture ». En parallèle de l'enrichissement de l'outil, son usage dans des dynamiques de conception est étudié, de manière à améliorer l'outil pour mieux répondre aux besoins de ses utilisateurs.

Lien vers l'outil GECO : <https://geco.ecophytopic.fr/>

## **Activité biologique et teneurs en composés phénoliques d'extraits d'une plante africaine : *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst (Caesalpinaceae)**

**S. I. M. DIENG<sup>1</sup>, C. MATHIEU<sup>2,3</sup>, M. SÈNE<sup>4</sup>, K. BADJI-DIATTA<sup>1</sup>, A. SARR<sup>1</sup>, A. D. FALL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Pharmacognosie et de Botanique, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal; <sup>2</sup>Laboratoire de Chimie Agro-industrielle (LCA), Université de Toulouse, INP, INRA, Toulouse, France; <sup>3</sup>Centre d'Application et de Traitement des AgroRessources (CATAR), Toulouse, INP, France; <sup>4</sup>Laboratoire de Pharmacologie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

Introduction : *Piliostigma reticulatum* (Caesalpinaceae) est une légumineuse bien connue des tradipraticiens du Sénégal où les feuilles et les écorces sont souvent utilisées contre plusieurs affections comme l'ulcère, la syphilis, les maux de dents, la diarrhée etc.

Objectif : Evaluer les teneurs en phénols totaux et en tanins condensés ainsi que l'activité biologique d'extraits de la plante.

Matériel et méthodes : Les teneurs en phénols totaux et en tanins condensés ont été évaluées par les méthodes de Folin Ciocalteu et d'hydrolyse alors que l'activité antioxydante a été évaluée avec les tests DPPH et CUPRAC. L'activité anti-inflammatoire a été étudiée par la méthode de l'œdème inflammatoire induit par la carrhégénine 1% sur des rats de type Wistar.

Résultats : L'activité biologique des écorces était supérieure à celle des feuilles et était corolaire à leurs teneurs en phénols totaux avec  $51,19 \pm 0,76$  mg EAG/g et  $8,89 \pm 0,19$  mg EAG/g respectivement. Ces molécules phénoliques des écorces étaient constituées majoritairement de tanins condensés avec  $72,18 \pm 0,01$  dont plus de la moitié soit  $56,58 \pm 0,01$  a été concentrée dans la fraction de méthanol après la purification. L'activité antiradicalaire et celle réductrice des échantillons issus des écorces a été largement supérieure à ceux issus des feuilles sauf pour le test de FRAP. Pour ce test, les extraits hydro-éthanoliques des feuilles et des écorces avaient des activités réductrices similaires avec des CI50 de  $3,03 \pm 0,05$  mg/l et  $3,69 \pm 0,05$  mg/l ( $p = 0,081$ ) respectivement. La fraction de méthanol issue des écorces a présenté la meilleure activité anti inflammatoire à 10 mg/kg avec des pourcentages d'inhibition de l'œdème induit similaires à ceux de l'acide acétylsalicylique avec  $48,51 \pm 2,26$  ;  $54,71 \pm 5,13$  ;  $64,19 \pm 6,70$  contre  $54,69 \pm 7,23$  ;  $57,83 \pm 9$  ;  $65,13 \pm 8,44$  respectivement.

Conclusion : Les composés responsables de l'activité biologique des écorces seraient plus concentrés dans la fraction de méthanol et semblent être des tanins condensés

## Développement d'un dessert végétal innovant à base de légumineuses

**M. Dufrechou<sup>1</sup>, E. Bertin<sup>1,2</sup>, F. Thomas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>1. USC 1422 GRAPPE, Ecole Supérieure d'Agricultures (ESA), INRAE, SFR QUASAV, 55 rue Rabelais, 49007 Angers, France; <sup>2</sup>2. GRANEM, no7456, UNIV Angers, SFR Confluences, Engineering school POLYTECH ANGERS ( ISTIA), Health campus, 16 Boulevard Daviers, 49 045 Angers, France

Aujourd'hui les protéines végétales occupent une place de plus en plus importante sur le marché. Elles sont notamment retrouvées au rayon traiteur (22%), en épicerie sucré (18%), en BVP (17%). Ce marché des produits alimentaires avec protéines végétales est en pleine expansion avec une augmentation de l'offre de 18% entre 2013 et 2015. En parallèle de ce constat, en 2019 il a été montré que 12% des bébés âgés de 6 à 35 mois sont fléxitariens et ceci grâce à un développement de produits végétaux de plusieurs marques qui répondent aux intolérances au lactose. Cependant, les produits de type «encas sucrés» pour le goûter à base de protéines végétales pour les bébés sont peu présents et ceux utilisant des légumineuses sont quasiment inexistantes. Ces constats montrent un véritable besoin d'accroître l'offre de produits végétaux de type encas sucré pour les bébés de 10 à 18 mois.

Le travail présenté a pour objectif de développer un dessert végétal associé à des fruits de type encas sucré avec pour cible principale les bébés de 10 à 18 mois. L'étude s'est déroulée en trois temps avec 1/ Une étude de marché concernant les produits babyfood type « encas sucrés » existant en France et à l'international. Cette étude a été complétée par des résultats issus d'approches méthodologiques hybrides (questionnaires/entretiens) portant sur les attentes des parents concernant les produits innovants babyfood. Elles ont permis de donner une orientation concernant le type de produit à développer 2/ Une formulation de trois produits : une purée de fruits avec spiruline, un dessert végétal à partir de pois chiche et d'isolat de pois, un dessert végétal associant les deux produits précédents 3/ Les mesures physico-chimiques, biochimiques et sensorielles mises en place afin de caractériser le produit, avec pour objectifs organoleptiques (sucre, pH, viscosité) et nutritionnelles (taux de protéines) les produits «cibles» du commerce (produits à base de protéines animales).

Ce travail préliminaire a permis le développement de produits babyfood (cible 10-18 mois) de type « encas sucrés » à base de légumineuses et de valider leur faisabilité technique. La suite de ce travail portera sur la validation d'un point de vue nutritionnel en particulier sur la déficience en L-méthionine des légumineuses (importance de coupler ce dessert végétal à d'autres protéines végétales), la présence de facteurs antinutritionnels (limitation possible via le process) ou encore l'évaluation de la digestibilité de ces produits à base de protéines végétales.

## Valeur nutritionnelle de différents tourteaux de soja expeller français chez le poulet de chair

**J. DANEL<sup>1</sup>, E. TORMO<sup>2</sup>, M. TRINEAU<sup>1</sup>, A. QUINSAC<sup>3</sup>, C. PEYRONNET<sup>2</sup>, M. VILARIÑO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ARVALIS - Institut du végétal, France; <sup>2</sup>Terres Univia, France; <sup>3</sup>Terres Inovia, France

En alimentation animale, le tourteau de soja (TS) constitue la première source de protéines concentrées, en particulier pour la filière volaille. En France, plus de 3,5 Mt de TS sont consommés par an, dont 450 000 t non OGM pour des filières sous cahier des charges. Cependant, une grande majorité est importée, à un prix élevé pour ceux tracés non OGM, alors qu'ils pourraient être substitués par des tourteaux issus de graines de soja produites en France. En France, la filière soja se redéveloppe progressivement depuis 2014. Des unités de trituration de faible à moyenne capacité produisent des TS partiellement déshuilés après décorticage et cuisson-pression des graines, appelés « expeller » (TSe) tandis que de plus grosses unités produisent des TS déshuilés (TSd) par extraction à l'hexane. Les TSe ont une teneur en protéines légèrement plus faible mais sont plus riches en énergie.

Afin de produire des valeurs de référence et connaître la diversité de valeurs nutritionnelles des différents lots disponibles pour les fabricants d'aliments du bétail, une étude a été réalisée sur cinq lots de TS produits en France de différentes provenances: quatre TSe et un TSd en tant que témoin. Des mesures de digestibilité ont été réalisées chez le poulet de chair au niveau fécal (énergie, protéine) et au niveau iléal (protéine, acides aminés (AA)). Tous les TS ont été incorporés à 25 % dans un aliment dit complémentaire, également évalué seul, permettant le calcul par différence de la valeur nutritionnelle des différents lots.

Les compositions chimiques des tourteaux sont variables. Les teneurs (en % de matière sèche (MS)) varient pour la protéine de 46,3 à 50,7 pour les TSe vs. 52,1 pour le TSd, pour la teneur en matière grasse (MG après hydrolyse) de 9,3 à 14,2 pour les TSe vs. 4,8 pour le TSd. Concernant les différents critères « fibres », les teneurs s'échelonnent pour la cellulose brute de 3,8 à 6,1 pour les TSe vs. 3,4 pour le TSd, pour le NDF (Fibres insolubles dans le détergent neutre) de 10,6 à 15,2 pour les TSe vs. 11,7 pour le TSd et pour les parois végétales insolubles dans l'eau de 16,6 à 19 pour les TSe vs. 16,4 pour le TSd.

Les valeurs énergétiques (Energie Métabolisable Apparente à bilan azoté nul, ou EMAN) mesurées vont de 2 627 à 2 924 kcal/kg MS pour les TSe vs. 2 811 pour le TSd. La digestibilité des protéines varie au niveau fécal de 84,8 à 85,9 % pour les TSe vs. 88,8 pour le TSd et au niveau iléal de 81,9 à 85,1 % pour les TSe vs. 86,8 pour le TSd. Les teneurs en AA digestibles mesurées en apparent au niveau iléal s'échelonnent pour la lysine de 2,37 à 2,51 % MS pour les TSe vs. 2,82 pour le TSd, pour la thréonine de 1,35 à 1,62 % MS pour les TSe vs. 1,72 pour le TSd, pour la somme méthionine et cystéine de 0,93 à 1,06 % MS pour les TSe vs. 1,16 pour le TSd et pour le tryptophane de 0,54 à 0,60 % MS pour les TSe vs. 0,65 pour le TSd.

Le TSd testé comme référence est valorisé de façon similaire aux TS48 des tables (Feedtables, 2017) toutes origines confondues sur le plan des AA, cependant il a une valeur énergétique supérieure. Les TSe ont une valeur énergétique supérieure à ces références du fait de teneurs en MG élevées, mais des teneurs en protéines et en AA digestibles inférieures. Les résultats obtenus dans cet essai montrent que les TSe métropolitains disponibles sont des sources de protéines intéressantes, avec des niveaux de digestibilité satisfaisants et des EMAN élevées pour certaines origines.

## Développement d'outils sensoriels pour la caractérisation d'extraits protéiques de légumineuses

C. PATRON<sup>1</sup>, C. BRASSE<sup>1</sup>, E. BARDONNAUD<sup>2</sup>, A. SEGER<sup>3</sup>, I. MAITRE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ecole Supérieure d'Agricultures (ESA), USC 1422 GRAPPE, INRAE, SFR 4207 QUASAV, Angers, France; <sup>2</sup>Evidence Aromatique, Plaisir, France; <sup>3</sup>INVEJA, Haute Goulaine, France

L'utilisation de plus en plus fréquente d'extraits protéiques de légumineuses en alimentation humaine s'accompagne d'une exigence de qualité sensorielle. Afin de développer des produits qui plaisent aux consommateurs, les entreprises ont besoin d'identifier les caractéristiques sensorielles des produits enrichis en protéines végétales.

L'objectif du projet était de construire des outils méthodologiques adaptés à la caractérisation sensorielle d'extraits protéiques de pois, de lupin et de soja : un langage sensoriel et un panel expert entraîné.

A partir de la littérature sur la composition aromatique de pois, lupin et soja, des référents aromatiques ont été développés. Utilisés par le panel expert lors de son entraînement, ils ont été sélectionnés et optimisés. Ils ont permis au panel de s'entraîner et finaliser une liste de descripteurs sensoriels. Des extraits protéiques ajoutés à de la purée de carottes ont été caractérisés par le panel en profil sensoriel à l'issue de l'entraînement.

Le langage aromatique est constitué de 22 attributs aromatiques, de 6 descripteurs de saveurs et sensations et de 4 de texture. Cette liste d'attributs accompagnés de références odorantes a été utilisée par le panel entraîné. Les profils sensoriels de 13 extraits protéiques de soja, lupin et pois ajoutés à de la purée de carottes montrent une nette différence entre les trois familles d'extraits : pois, lupin et soja. La méthode permet de discriminer et caractériser le profil aromatique de chaque famille et de différencier les différents extraits au sein de leur famille. L'impact de chaque extrait sur la texture des purées est aussi caractérisé. Les notes aromatiques les plus discriminantes sont également identifiées.

La mise au point d'un langage sensoriel spécifique aux extraits protéiques issus de pois, lupin et soja permet aux chercheurs et aux entreprises de mesurer l'impact de ces extraits dans les produits alimentaires. Ces outils rendront possible l'utilisation d'une stratégie de formulation de congruence sensorielle ou de masquage sensoriel.

## Quelle diversité de chaînes de valeur des légumineuses dans l'UE ? Analyse de cas d'études du projet H2020 LegValue

T. Smadja<sup>1</sup>, F. Muel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Terres Univia, France; <sup>2</sup>Terres Inovia, France

Le poster présente les résultats d'une analyse de chaînes de valeur de légumineuses conduite dans le projet H2020 LegValue. Basée sur une enquête qualitative auprès d'acteurs de chaînes de valeur dans vingt-sept cas d'études, l'analyse a pour double objectif d'illustrer la diversité des chaînes de valeur de légumineuses et d'examiner les conditions de réussite pour répondre à la demande croissante en légumineuses dans l'UE.

La diversité des chaînes de valeur de légumineuses est illustrée à travers une typologie de chaînes de valeur caractérisées par les espèces de légumineuse traitées, le débouché final, le type d'acteur à l'initiative du lancement de la chaîne de valeur et la perception globale des acteurs quant au fonctionnement de celle-ci.

Quatre types de chaînes de valeur émergent de l'analyse, pouvant être opposées deux à deux pour une meilleure compréhension de la dynamique actuelle des chaînes de valeur des légumineuses dans l'UE :

- Les deux premiers types de chaîne de valeur traitent du pois ou de la féverole, sans distinction de débouché donc pouvant se destiner à l'alimentation humaine ou à l'alimentation animale. La différence entre les deux types de chaîne de valeur porte sur le type d'acteur à l'initiative du lancement de la chaîne de valeur : l'un ayant été le plus souvent lancé par les agriculteurs et l'autre par les collecteurs et les négociants. En outre, la perception globale des acteurs quant au fonctionnement de la chaîne de valeur diffère : dans le type de chaîne de valeur lancé par les agriculteurs, les acteurs interrogés sont marqués par une perception négative du contexte du marché des légumineuses, tandis que dans le second lancé par les collecteurs et négociants, une perception positive du contexte du marché des légumineuses ressort de l'enquête.

- Les deux autres types de chaînes de valeur se distinguent à la fois par les espèces de légumineuses traitées, le débouché final et le type d'acteur à l'initiative du lancement de la chaîne de valeur. Le plus souvent orienté vers l'alimentation animale et lancé par les transformateurs, l'un traite de toutes les espèces de légumineuses, tandis que l'autre est le plus souvent orienté vers l'alimentation humaine, souvent lancé par les services de vulgarisation et concerne les légumes secs et le soja. Par ailleurs, la perception globale des acteurs quant au fonctionnement de la chaîne de valeur diffère : dans le type de chaîne de valeur lancé par les transformateurs, les acteurs interrogés sont marqués par une perception négative du contexte du marché des légumineuses, tandis que dans le second lancé par les services de vulgarisation, il ressort une perception positive du contexte du marché des légumineuses de la part des acteurs enquêtés.

L'analyse comparative des comportements et des stratégies des acteurs qui appartiennent aux différents types de chaînes de valeur fait ressortir des enseignements sur les conditions de réussite d'une chaîne de valeur dans le contexte actuel européen. Ainsi, il ressort que les modalités d'implication des agriculteurs au sein de la chaîne de valeur (leurs modalités d'organisation, de relation et de négociation avec les acteurs en aval via la contractualisation notamment, leurs connaissances des débouchés, des marchés, de leur environnement institutionnel) sont déterminants pour le bon fonctionnement de la chaîne de valeur, de même que la capacité de l'acteur à l'initiative du lancement de celle-ci à assurer une bonne coordination des acteurs de l'amont à l'aval.

## Production et marchés des légumineuses dans l'UE (projet H2020 LegValue)

T. SMADJA<sup>1</sup>, B. KEZEYA<sup>2</sup>, A. TRAORE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Terres Univia, France; <sup>2</sup>Fachhochschule Südwestfalen, Allemagne

Les légumineuses à graines présentent plusieurs avantages agronomiques et environnementaux. En outre, elles sont traditionnelles dans l'alimentation humaine et animale dans de nombreux pays de l'UE (Schneider, 2002 ; Kootstra et al., 2017 ; FWS, 2019). Pourtant, leur production a diminué au cours des dernières décennies. Dans les années 1950, les importations de soja américain ont commencé à remplacer les légumineuses domestiques comme fournisseur de protéines dans l'alimentation animale (Bockholt, 2018 ; De Visser et al., 2014). Par conséquent, le soja importé a gagné des parts de marché au détriment de légumineuses domestiques. Dans l'alimentation humaine, la consommation de protéines animales a augmenté au détriment des protéines végétales issues de légumineuses. En conséquence, la culture des légumineuses à graines a été réduite dans l'UE (Lehmkuhl, 2018 ; Zander et al., 2016).

La demande en qualité d'aliments composés pour animaux, comme les aliments issus de l'agriculture biologique et non-OGM dans l'UE ont commencé à inverser ces tendances, puisque les légumineuses peuvent être utilisées comme substitut du soja importé dans l'alimentation animale. Ces développements, combinés aux efforts visant à réduire les protéines animales dans l'alimentation humaine, pourrait encourager la production de légumineuses à graines dans l'UE. Selon la Commission Européenne (2018), les légumineuses pourraient jouer un rôle clé pour réduire la dépendance de l'UE à l'égard des protéines via les importations.

Le poster présente les principaux éléments d'un rapport d'analyse de marchés des légumineuses au niveau de l'UE fait dans le cadre du projet H2020 LegValue. L'analyse s'intéresse aux flux des graines à l'intérieur et à l'extérieur de l'UE, les espèces étudiées étant le pois, la féverole, le soja, la lentille et le pois chiche. La méthodologie suivie mêle une enquête fondée sur des analyses quantitatives - de statistiques officielles - et qualitatives d'entretiens auprès d'experts en légumineuses. Cette analyse de marché vise à aider les acteurs des secteurs légumineuses à commercer plus efficacement et à augmenter ainsi la production de légumineuses dans l'UE.

## Utilisation de tourteaux de soja expeller dans un élevage de porcs du Sud-Ouest en démarche de fabrication d'aliment à la ferme (FAF)

L. ALIBERT<sup>1</sup>, A. QUINSAC<sup>2</sup>, E. TORMO<sup>3</sup>, S. LABROUCHE<sup>4</sup>, M. VERNET<sup>5</sup>

<sup>1</sup>IFIP, 258 route de la Mathébie, 12200 Villefranche de Rouergue; <sup>2</sup>Terres Inovia, 11 rue Monge, Parc Industriel, 33600 Pessac; <sup>3</sup>Terres Univia, 11 rue de Monceau - CS 60003 - 75378 PARIS cedex 08; <sup>4</sup>FIPSO, Route de Bellocq, 64270 Lahontan; <sup>5</sup>Sojalim, 193 Impasse Lautrec - 65500 Vic en Bigorre

Les tendances actuelles de consommation indiquent une demande croissante pour les produits sous signes de qualité, liée notamment à l'augmentation des préoccupations sociétales sur la durabilité des systèmes et le bien-être animal. Ces évolutions se traduisent notamment par le développement de l'utilisation de manières premières non OGM et françaises dans les filières animales. Les filières de qualité porcs du sud-ouest sont particulièrement intéressées par l'utilisation de tourteau de soja expeller issu de l'usine Sojalim située à Vic-en-Bigorre.

Dans ce contexte, un essai de démonstration a été conduit dans un élevage naisseur engraisseur de 300 truies, fabriquant d'aliment à la ferme et adhérent à la coopérative FIPSO. Cet essai a pour objectif de promouvoir l'utilisation de ce tourteau de soja expeller, en démontrant la facilité de sa mise en œuvre en fabrication d'aliment à la ferme, avec des formules riches en maïs, tout en conservant les performances technico-économiques de l'élevage dans la durée.

L'essai a été conduit sur 1300 animaux de 15 kg à l'abattage soit sur les aliments porcelets deuxième âge et engraissement. Les aliments 2ème âge, nourrain, croissance et finition contenant respectivement 20,8 ; 16,0 ; 10,4 et 6,0 % de tourteau de soja expeller ont été fabriqués sur l'exploitation. Les formules comprenaient également des tourteaux de tournesol HP et de colza comme tourteaux secondaires. Le tourteau de soja expeller testé étant sous forme de chips, il a été broyé grossièrement afin de faciliter son utilisation en élevage.

### Résultats techniques

L'élevage support n'ayant pas la possibilité de tester deux aliments en contemporain, les performances obtenues ont été comparées à celles de la GTE (Gestion Technico Economique) de l'élevage sur les périodes 2018/2019 et 2017/2018.

Avec l'utilisation de tourteau de soja expeller, les performances de croissance en engraissement ne se sont pas dégradées. Le GMQ (Gain Moyen Quotidien) sur la période totale était de 908 g/j contre 966 g/j et 855 g/j sur les périodes 2018/19 et 2017/18. Par rapport aux périodes différentes l'indice de consommation était également semblable (2,57 vs. 2,65 et 2,69 pour 2018/19 et 2017/18). La mortalité et le poids vif à l'abattage n'étaient pas différents.

Les animaux ont également été identifiés afin d'être suivis à l'abattage. Le taux de muscle des pièces (TMP) moyen des lots ayant reçu le tourteau de soja expeller était de 60,3 %, très proche des résultats des années 2018/19 et 2017/18 (respectivement 61,1 % et 61,0 %).

Une comparaison de l'impact environnemental entre l'aliment 2ème âge habituellement utilisé (formulé avec du tourteau de soja d'importation) et celui réalisé pour l'essai a été réalisée par la coopérative Fipso. Avec le soja expeller, l'impact sur le changement climatique est plus faible de 38 %, celui sur l'occupation des sols de 16 % et la consommation d'énergie est abaissée de 12 %.

L'essai a montré que l'utilisation de tourteau de soja expeller en fabrication d'aliment à la ferme, dans des formules riches en maïs, est tout à fait possible et n'entraîne pas de différence de performances. De plus, l'utilisation de ce tourteau dans ces conditions permet de réduire l'impact environnemental des aliments et donc des porcs produits. Ceci constitue un facteur favorable pour son adoption dans les filières de qualité capables de valoriser ces avantages auprès des consommateurs.

## **Projet LEG'ALIM : Filière régionale durable de légumineuses à graines à haute valeur ajoutée, à destination des nouvelles tendances du marché de l'alimentation humaine**

**M. GUILLEVIC<sup>1</sup>, B. DE LONGVILLIERS<sup>2</sup>, G. DELLA VALLE<sup>3</sup>, A. GERMAIN<sup>1</sup>, V. SANTÉ-LHOUTELLIER<sup>4</sup>, D. CRAHEIX<sup>2</sup>, D. DUPONT<sup>5</sup>, G. CHESNEAU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Valorex, France; <sup>2</sup>Eureden, France; <sup>3</sup>INRAE - UR BIA, France; <sup>4</sup>INRAE - UMR QuaPA, France; <sup>5</sup>INRAE - UMR STLO, France

Le projet LEG'ALIM ambitionne d'apporter une réponse aux enjeux sociétaux sur la consommation de protéines végétales à destination du marché de l'alimentation humaine. Pour cela, LEG'ALIM vise à mettre à disposition, de la filière agroalimentaire et de la restauration hors domicile, des ingrédients à base de légumineuses à haute valeur ajoutée. Ces graines, issues de filières végétales durables et d'une contractualisation spécifique, répondront à un cahier des charges strict permettant de répondre aux attentes sociétales (origine régionale, impact environnemental...), et seront transformées afin d'obtenir des ingrédients aux propriétés fonctionnelles et organoleptiques adaptées aux usages des clients mais aussi pour garantir un bénéficiaire consommateur en terme d'intérêts nutritionnels mesurés (amélioration de la digestibilité, élimination des facteurs antinutritionnels...) et perçus (clean & clear label, minimal processing, Nova, Siga, Yuka...).

Le consortium de LEG'ALIM regroupe les compétences de : VALOREX dans le domaine de la valorisation des légumineuses en nutrition animale ainsi que sur la connaissance du marché de l'alimentation humaine, EUREDEN dans le domaine de la production durable des systèmes de cultures, INRAE sur les constituants des légumineuses, leurs interactions, leur mise en œuvre par les procédés, et leur propriétés fonctionnelles & nutritionnelles. Le consortium veillera à l'équilibre économique de la filière grâce au cercle vertueux offert par, et pour, la nutrition animale, apte à valoriser des solutions protéiques de moindre intérêt pour l'alimentation humaine.

D'une durée de 3 ans, le projet LEG'ALIM est soutenu par la région Bretagne, Rennes Métropole et Fougère Agglomération, et il est labellisé par les pôles de compétitivité Végépolys Valley et Valorial.

## **Effet des traitements technologiques de graines de féverole en vue d'améliorer leur valorisation chez le porc en croissance**

**M. GUILLEVIC<sup>1</sup>, H. FURBEYRE<sup>2</sup>, E. LABUSSIÈRE<sup>2</sup>, G. CHESNEAU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Valorex, France; <sup>2</sup>INRA - UMR Pegase, France

L'apport de protéines dans l'alimentation des porcs est traditionnellement réalisé par le tourteau de soja non sans soulever des interrogations sociétales, environnementales et d'autonomie protéique. Pour répondre à ces enjeux, la filière porcine cherche des matières premières riches en protéines, telle que la graine de féverole, pour remplacer partiellement ou totalement la protéine issue du soja. Cependant, les graines de féverole sont, en l'état, peu valorisables notamment par leur teneur en facteurs antinutritionnels réduisant la digestibilité des protéines. Pour pallier à cela, des traitements technologiques peuvent être mis en œuvre comme le fractionnement de graines et/ou leur cuisson-extrusion.

Pour évaluer l'intérêt des procédés de traitement des graines de féverole, des essais de digestibilité fécale et iléale des composants de la ration et de l'énergie ont été menés chez le porc en croissance. Ces essais sont menés sur des graines de féverole - entière (G) ou dépelliculée (D) - non traitées (E0) ou soumises à une cuisson-extrusion avec une énergie mécanique spécifique modérée (E1) ou élevée (E2). La digestibilité iléale standardisée des acides aminés était maximale pour les régimes contenant la féverole G-E1 (91,5%) et la féverole D-E2 (92,1%). La cuisson-extrusion, quelle que soit l'énergie mécanique spécifique, augmente la digestibilité iléale de l'énergie de la graine de féverole, entière (+2,6%) ou dépelliculée (+3,0%), et améliore la digestibilité fécale de l'énergie pour la féverole dépelliculée uniquement (+2,5%).

Pour valider ces valeurs nutritionnelles, un essai a été conduit avec les féveroles G-E0, G-E1, D-E0 et D-E2 où celles-ci représentaient la source principale de protéines en remplacement du tourteau de soja. Les régimes étaient formulés de manière à présenter des teneurs en énergie nette et en acides aminés standardisés iléaux digestibles identiques. Les performances de croissance et d'abattage ont été mesurées en respectant une stratégie individuelle d'alimentation multiphase à la semaine. Les porcs recevant les régimes comprenant les féveroles présentaient une consommation, une croissance et des performances à l'abattage similaires aux porcs recevant un régime à base de tourteau de soja. Les résultats obtenus valident les valeurs nutritionnelles calculées pour les féveroles G-E0, G-E1, D-E0 et D-E2.

Compte tenu de ces travaux, il apparaît que la féverole, selon les traitements technologiques mis en œuvre, puisse constituer une solution pour viser à l'autonomie protéique dans les élevages de porc en permettant le remplacement du tourteau de soja importé.

Ce travail s'inscrit dans le projet Proleval financé par Bpi France et labellisé par les pôles de compétitivité Valorial, IAR et Vitagora.