

P. 69

MANUTENTION

# Les tubes de levage : sécurité et santé



**LUZERNE DÉSHYDRATÉE**  
Matière premium pour les chevaux

RELATIONS CHINE ET ÉTATS-UNIS

Quels sont les enseignements pour la filière ?

ALTILIS-AJINOMOTO - NUTRITION PROTÉIQUE  
Durabilité, santé et bien-être animal

AQUACULTURE

Sous les projecteurs du Space

## Altilis-Ajinomoto

# Nutrition protéique : durabilité, santé et bien-être animal

La réunion technique organisée mardi 10 septembre à Rennes, en marge du Space, par Altilis Nutrition Animale et Ajinomoto Animal Nutrition Europe a fait la part belle à la nutrition protéique, via un prisme durabilité et amélioration de la santé et du bien-être animal.

Réunis à Rennes le 10 septembre à l'invitation d'Altilis Nutrition Animale et d'Ajinomoto Animal Nutrition Europe, six experts en nutrition et santé animales et humaines ont mis en avant l'intérêt de nouvelles stratégies alimentaires pour améliorer le bien-être des animaux d'élevage et optimiser l'empreinte environnementale des productions animales. Les phytases et les acides aminés ont été particulièrement mis en avant, pour leur rôle dans l'amélioration de la digestibilité des rations et les bénéfices en résultant en termes de performances et de santé intestinale des monogastriques. De même que l'impact de l'apport en protéines sur les pododermatites en volaille. La démédecation a également été abordée.

Après une introduction de Laurent Bastide, P-DG d'Altilis et de Nathalie Quiniou, de l'Ifip et animatrice de cette matinée technique, le premier intervenant, le Dr Cees Kwakernaak, du centre de recherche néerlandais Schothorst Feed Research, a présenté les résultats de travaux menés sur la phytase en poulet de chair et dinde. Des essais menés *in vivo*, « avec autant de similarités que



Laurent Bastide, P-DG d'Altilis.

possible dans leurs protocoles » visant à comparer l'efficacité de la phytase dérivée de *Buttiauxella*, l'Axtra PHY (développée par Dupont et distribuée en France par Altilis Nutrition Animale) en poulet et dinde, et à une 6-phytase dérivée de *E.coli*. « Les objectifs étaient de déterminer *in vivo* la réponse par FTU (analyse selon la méthode internationale) à une nouvelle phytase et s'il y a une similarité d'efficacité de la phytase chez les poussins et chez les dindonneaux. » Les paramètres mesurés étaient la digestibilité des nutriments, la teneur en cendres des tibias, le gain de poids vif et l'indice de consommation.

« Ces essais d'évaluation de l'efficacité ont montré que les écarts de teneurs en cendres des tibias entre phytases chez les dindons sont comparables à ceux observés chez les poulets, indique Cees Kwakernaak. L'Axtra PHY est environ deux fois plus efficace qu'une phytase de type Phyzyme par unité FTU standard en poulet comme en dindon. Comparativement aux autres phytases testées, son efficacité est significativement plus élevée pour les cendres des tibias et le gain de poids vif, et lorsque mesurées pour l'absorption du

phosphore, la digestibilité des acides aminés et du sodium, l'énergie métabolisable et la réduction du phosphore excrété. »

Des essais de validation ont été menés pour observer si « les résultats obtenus dans les essais d'efficacité, appliqués au travers d'une matrice pour la phytase, se confirment sur les performances dans les conditions pratiques. » Conclusions : « Le régime avec la phytase issue de *Buttiauxella* améliore significativement le gain de poids vif et l'IC de 0 à 20 jours et les différences numériques à la fin de l'essai (37 jours) sont clairement en faveur d'Axtra PHY. La phytase issue de *Buttiauxella* est une avancée pour le marché des phytases », estime Cees Kwakernaak, pour qui des essais de validation seraient nécessaires en poules pondeuses ainsi qu'en poulets « pour déterminer les valeurs de matrice dans d'autres contextes alimentaires, avec des NSPases dans l'aliment par exemple ».

### NSPases et performances en porc

Second intervenant, Rafael Duran Gimenez-Rico, responsable support technique chez Dupont Industrial Biosciences, s'est justement intéressé à l'utilisation des NSPases, enzymes de dégradation des polysaccharides non amylacés. Ce dernier a dressé un état des lieux à l'échelle européenne et fait part des perspectives de leur utilisation chez le porc, « par l'amélioration de la digestion des nutriments, de la santé intestinale et des performances ». Dans les formules européennes, en porc croissance, « la teneur en fibres et NSP des régimes varie considérablement » : aux Pays-Bas elle s'élève à 14,98 %, 14,51 % pour l'Espagne en été et 11,62 % en hiver, 13,04 % au Danemark, 11,53 % en France, « avec des teneurs différentes en arabinoxylanes,



Nathalie Quiniou de l'Ifip a animé la matinée.





Cees Kwakernaak, du centre de recherche néerlandais Schothorst Feed Research.

en lignine, en cellulose, en bêta-glucanes... Ces différences ont des implications, des effets sur la digestion notamment. »

Les effets négatifs des fibres chez les porcs sont connus et de plusieurs ordres : « Blocage des nutriments, réduction de la digestibilité et de l'ingéré, augmentation de la sécrétion salivaire et des pertes endogènes, baisse du transit, etc. » Cependant les fibres ont aussi des fonctions bénéfiques : « Effet prébiotique et énergie, capacité à capter l'eau en particulier en porcelets. Les fonctions désirées se produisent dans le bas du tube digestif, où sont les micro-organismes. Les fonctions non désirées se produisent dans le haut du tube digestif, lieu de la digestion et de l'absorption. »

Les arabinoxylyanes et les bêta-glucanes, « colonne vertébrale de la fibre, mais non digestibles par les enzymes endogènes des animaux », représentent plus de 80 % de la fraction totale des NSPs dans les régimes européens étudiés. « Il est donc nécessaire d'apporter une combinaison xylanase + bêta-glucanase. Ces enzymes libèrent les nutriments, agissent sur la viscosité et l'encombrement du contenu digestif et améliorent la digestion des nutriments non digestibles. » Elles sont utilisées afin de stabiliser, voire d'améliorer, la valeur énergétique et protéique du régime. Rafael Duran Gimenez-Rico a ainsi présenté des résultats d'essais menés, en Espagne et en France, avec supplémentation en xylanase et bêta-glucanase, via le complexe multi-enzymes Aextra XB. « Le premier essai, en base maïs, a montré que cette combinaison améliore

les performances des porcs charcutiers (baisse de l'IC et augmentation du GMQ). Le second, en porc croissance-finition en régime blé/orge/pois, a montré qu'Aextra XB donne des performances supérieures en comparaison à un produit concurrent. De même, la combinaison xylanase et bêta-glucanase est plus efficace que la xylanase seule : on a observé une baisse de l'indice de consommation et une augmentation du taux de viande maigre. Nous sommes convaincus du besoin d'Aextra XB dans les formules porcs étudiées. »

Rafael Duran Gimenez-Rico s'est également intéressé aux perspectives pour l'utilisation des carbohydrases. Ces dernières « induisent une microflore équilibrée, en réduisant la part de bactéries non-bénéfiques, en augmentant la production d'acides gras volatils (AGV) et en réduisant le pH ». Les AGV sont source d'énergie pour le porc, réduisent l'inflammation intestinale, stimulent la prolifération cellulaire et la sécrétion d'insuline. « La capacité de la xylanase à augmenter la production d'AGV a été testée dans un modèle ex vivo de gros intestins de porc (incubation de 18 heures). Nous avons observé une augmentation de +4 % ». L'Aextra XB a également été testée chez les truies en lactation : « La digestibilité des NSPs, de la cellulose et l'énergie digestible ont augmenté. Les données de recherche présentées montrent donc l'effet prébiotique d'Aextra XB et soulignent la capacité d'Aextra XB à améliorer les paramètres de performance des truies hyperprolifériques modernes. »

### Acides aminés et santé intestinale en porcelet

Jürgen Zentek, professeur à l'institut de nutrition animale de l'université libre de Berlin, a ensuite présenté des travaux menés sur la santé intestinale du porcelet et le potentiel de la supplémentation en acides aminés. « Les challenges en nutrition et santé sont aujourd'hui : le taux de mortalité des porcelets (> 15 %) lié en grande partie aux diarrhées post-sevrage, la faible performance de certains porcelets et la nécessité de réduire l'utilisation des antibiotiques. Cette réduction de l'usage des antibiotiques mène à une augmentation de la pression sur la santé intestinale. » Après avoir rappelé le rôle primordial de



Rafael Duran Gimenez-Rico, responsable support technique chez DuPont Industrial Biosciences.

l'intestin, « organe central de l'immunité » et de son microbiote pour la digestion, Jürgen Zentek a détaillé les rôles de certains acides aminés fonctionnels sur la santé intestinale. « Leurs fonctions sont de plusieurs ordres. Les substrats énergétiques : l'arginine participe à la synthèse de la créatine, les acides aminés à chaîne ramifiée sont précurseurs de la glutamine, elle-même source d'énergie pour les entérocytes. Les modulateurs de l'immunité et de la santé : la cystéine et la thréonine sont des acides aminés clés pour la synthèse des mucines et des immunoglobulines, la glutamine est source d'énergie des lymphocytes, l'arginine est précurseur de l'oxyde nitreux et le tryptophane est essentiel pour le fonctionnement des macrophages et lymphocytes. La participation aux défenses contre le stress oxydant : la glutamine, la cystéine et la glycine sont les précurseurs du glutathion. Et à l'augmentation de la synthèse protéique : via la phosphorylation



Jürgen Zentek, professeur à l'institut de nutrition animale de l'université libre de Berlin.



Ilaria Minussi, responsable innovation chez Ajinomoto Animal Nutrition Europe.

de mTOR (arginine, acides aminés à chaîne ramifiée, glutamine) ou via la synthèse de polyamines (arginine).»

La supplémentation en acides aminés fonctionnels peut donc agir sur la barrière intestinale, avec « une augmentation des villosités, des jonctions serrées, des cellules en gobelet et des sécrétions de mucines et une diminution des diarrhées, de la perméabilité intestinale et de l'apoptose cellulaire » ; sur l'équilibre du microbiote, « en augmentant la population de bactéries bénéfiques » ; sur la capacité digestive « en augmentant les transporteurs de nutriments » ; sur le système antioxydant « avec une augmentation des niveaux de glutathion total, de l'activité des enzymes antioxydantes et de la capacité antioxydante totale et en diminuant le malondialdéhyde et le glutathion sous forme oxydé » ; et sur le système immunitaire fonctionnel, via « une augmentation des immunoglobulines et cytokines anti-inflammatoires et une diminution des cytokines pro-inflammatoires et de la prolifération des lymphocytes ». Jürgen Zentek a souligné le « rôle essentiel » du tryptophane en condition challengée, exposant plusieurs résultats d'essais montrant « une amélioration de la morphologie intestinale » et « moins de symptômes chez le porcelet lors d'une colite » en réponse à une supplémentation. Ce dernier a conclu sa présentation en réaffirmant que « santé et nutrition animale sont fortement liées » et que « les acides aminés, associés à un régime à bas taux protéique, représentent un grand potentiel d'amélioration pour la santé du porc, en accord avec la demande sociétale ».

## Acides aminés et pododermatites en volaille

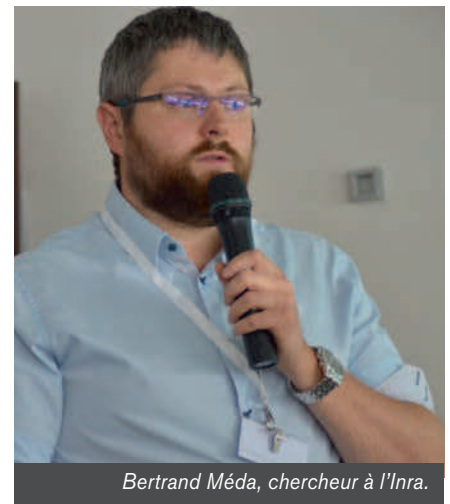
La présentation d'Ilaria Minussi, responsable innovation et solution chez Ajinomoto Animal Nutrition Europe, portait également sur la nutrition en acides aminés, mais concernant un tout autre enjeu, celui de la réduction des pododermatites en poulet et en dinde, « l'un des challenges du secteur volailles ». Ces pododermatites, « affection cutanée de la région plantaire (caractérisée par des œdèmes, hyperplasie, lésions nécrotiques et ulcères, épaissement du tissu cutané, inflammation, etc.) se développent très vite en élevage : à partir de la première semaine dans les deux espèces et la sévérité augmente avec l'âge ». Elles ont des conséquences sur la santé et le bien-être des animaux telles que « boiterie, douleur, lésions du bréchet et brûlures du jarret, risque accru de maladies » et engendrent également des pertes économiques « baisse de rentabilité, réduction des performances, déclassement des carcasses » et des risques pour la sécurité alimentaire « risque de contamination du produit final, les lésions sont un point d'entrée pour les micro-organismes et pathogènes ».

Les causes des pododermatites sont multifactorielles même si « une litière humide est le principal facteur causant les pododermatites. Le score de pododermatites augmente linéairement pour une humidité de litière supérieure à 30 %. L'environnement et la gestion de l'élevage, les caractéristiques des animaux et leur statut sanitaire sont les premiers facteurs explicatifs. Cependant, la nutrition, et notamment protéique, fait partie des critères déterminant la qualité de litière », souligne Ilaria Minussi. La protéine brute ingérée peut engendrer des risques de pododermatite par : « L'inclusion de tourteau de soja, qui par sa teneur en potassium (K+) entraîne une augmentation de la consommation d'eau et par conséquent des litières humides. La teneur en oligosaccharides élevée dans le tourteau de soja influence les propriétés hygroscopiques des fèces, conduisant également à une excrétion d'eau plus importante. Réduire le taux de protéine d'un point permet de réduire l'humidité de litière d'environ 4 %. Les régimes à bas

taux protéique s'obtiennent en réduisant la part de soja et en augmentant la part de céréales. Le niveau de K+ diminue avec la baisse de protéine et la consommation d'eau diminue avec le niveau de K+. La teneur en oligosaccharides est réduite pour des régimes à bas taux protéique incluant moins de tourteau de soja. »

Par ailleurs, un régime riche en protéine présentant un déséquilibre en acides aminés entraîne un excès de protéine non digérée conduisant alors à une augmentation de la teneur en azote de la litière (via l'excrétion d'acide urique) « et donc sa capacité irritante sur les pattes de poulet ». Un niveau de protéines élevé impacte aussi la prolifération bactérienne « qui entraîne une dysbiose, augmente la teneur en eau des fèces et l'humidité de la litière », l'excrétion d'acide urique « qui influe sur la consommation et l'excrétion d'eau et donc l'humidité de la litière. En diminuant la protéine, la concentration d'acide urique dans le plasma est réduite et la consommation d'eau quotidienne diminue d'environ 2 % par point de protéine. En réduisant la protéine, on diminue l'excrétion d'azote d'environ 10 % par point de protéine. Et la baisse de protéine permet de réduire la prolifération de bactéries pathogènes dans l'intestin ».

« La littérature montre bien une influence positive des régimes à bas taux protéique sur l'incidence et la sévérité des pododermatites » Ilaria Minussi a illustré plusieurs solutions via la nutrition, au travers de résultats d'essais. Le premier avait pour objectif d'évaluer les effets d'une réduction de protéine de 1, 2 et 3 points sur les phases croissance



Bertrand Méda, chercheur à l'Inra.

(11 à 28 jours) et finition (28 à 35 jours), en remplaçant une partie du soja par des acides aminés (Lys, Met, Thr, Val, Arg, Ile, Gly, Trp). La performance, le rendement carcasse, la qualité de litière et les pododermatites ont été observés. « Nous avons noté une amélioration de l'IC (hypothèse d'une meilleure santé digestive), de l'efficacité azotée, une réduction de l'humidité de la litière et de la teneur en N de la litière ainsi qu'une réduction des pododermatites (le score de pododermatite (score compris entre 0 et 200) est réduit de 20 % par point de protéine). »

Dans le deuxième essai, avec un régime base blé, l'objectif était d'évaluer les effets de régimes haut et bas en protéine brute en démarrage (0-10 jours) et croissance (11-28 jours) avec un remplacement partiel du tourteau de soja par des acides aminés (Lys, Met, Thr, Val, Arg, Ile), montrant que « la baisse de protéine en démarrage et croissance réduit la sévérité des pododermatites à 28 jours mais également jusqu'à l'abattage ». Mais, « si l'apparition des pododermatites est multifactorielle, la solution nutritionnelle via une baisse de protéine est elle aussi multifactorielle. En formulant des aliments bas en protéine, grâce à une supplémentation en acides aminés disponibles sur le marché (Lys, Thr, Met, Val, Arg, Ile), il est possible de réduire l'incidence et la sévérité des pododermatites, d'améliorer le bien-être animal et d'agir pour des systèmes plus durables sans affecter les performances ».

## Stratégies alimentaires et durabilité chez les monogastriques

La présentation de Bertrand Méda, chercheur à l'Inra, avait pour thème « L'amélioration de la durabilité environnementale chez les monogastriques via les stratégies alimentaires : quels gains réalisés ? Comment aller plus loin ? » Ce dernier a dressé un panorama des impacts environnementaux associés à l'élevage de monogastriques : « Il y a des impacts globaux : la consommation de ressources non renouvelables, le changement climatique, l'occupation des terres. Et des impacts locaux : l'eutrophisation et l'acidification. Leur évaluation peut se faire dans le cadre méthodologique de l'analyse du cycle de vie, une méthode normée qui



Marie-Geneviève Dijoux-Franca, directrice du Centre d'études des substances naturelles à l'université Claude Bernard de Lyon.

existe depuis une dizaine d'années, une approche multicritères où toutes les étapes de production sont considérées : production de l'énergie, transport des intrants, production et transport des matières premières, des aliments, bâtiments, stockage, épandage des effluents. » Les ressources consommées (eau, charbon, pétrole, gaz naturel, terres,...) et les émissions (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>,...) sont inventoriées. La somme des émissions et des ressources contribuant à chaque impact est calculée, puis interprétée par comparaison des scénarios « élevage plein air et standard par exemple » et analyse des contributions.

« L'alimentation représente entre 30 % (acidification) et 100 % (occupation des terres) des impacts en élevage de monogastriques », souligne Bertrand Méda. Il est cependant possible de réduire les impacts environnementaux par l'alimentation. « On peut réduire les rejets et les émissions des effluents avec l'alimentation. » On peut réduire les rejets et les émissions des effluents avec l'alimentation. « Des aliments à bas taux protéique permettent de maintenir les performances des animaux tout en baissant les rejets d'azote : en poulet finition 21 à 35 jours, une baisse d'un point de protéine brute revient à une baisse d'environ 10 % des rejets d'azote. De même, on a également observé qu'une litière sèche limite les émissions gazeuses. Une augmentation de matière sèche d'un point entraîne une diminution de la volatilisation totale d'azote de 1,3 point. L'hypothèse est que la

diminution du soja soit liée à une baisse de la teneur en potassium et donc une baisse de la consommation d'eau. » Bertrand Méda appelle donc à « aller plus loin dans l'alimentation de précision, solution pour réduire les rejets et le coût alimentaire. »

En formulation, les impacts environnementaux des matières premières doivent également être pris en compte. « Nous pouvons pour cela nous appuyer sur la base de données Ecoalim, qui établit l'ACV des matières premières françaises. Elle permet de connaître la variabilité entre les pratiques culturelles et les origines notamment. Prendre en compte les impacts ACV dans une matrice de formulation revient à ajouter des colonnes, des critères en plus de la matrice classique des caractéristiques nutritionnelles. » Une première stratégie nutritionnelle, la baisse de protéine brute dans l'aliment et son impact sur la performance environnementale a été quantifiée. En effet, la réduction de l'inclusion de tourteau de soja, remplacé par des céréales et des acides aminés permet de réduire de 20 % l'impact changement climatique à l'échelle de l'aliment et de 10 % à l'échelle de la tonne de vif chez le poulet de chair. Les impacts acidification et eutrophisation sont, respectivement, réduits de 11 et 12 % par tonne de vif, expliqué par la réduction des émissions d'azote et d'ammoniac. Bertrand Méda ajoute qu'« il est préférable de quantifier l'impact environnemental des productions animales à l'échelle du produit fini, plutôt qu'à l'échelle de l'aliment, car celui-ci n'est pas toujours représentatif des émissions globales ».

Bertrand Méda explique, en s'appuyant sur une étude menée aux États-Unis et au Royaume Uni sur des aliments poulets, que « formuler en minimisant un seul impact n'est pas une bonne option ! En minimisant par exemple uniquement l'impact changement climatique, cela induit une augmentation du prix et des transferts de pollution, une augmentation des autres impacts. Il est possible de prendre en compte simultanément les impacts et le prix, avec des gains environnementaux conséquents et un surcoût modéré, assure Bertrand Méda. Il faut cependant faire attention à l'échelle d'étude dans le cadre d'une formulation multi-objectif : les résultats peuvent varier du simple au double. »



“ Il est possible de prendre en compte simultanément les impacts et le prix, avec des gains environnementaux conséquents et un surcoût modéré. ”

/ B. Méda, Inra

En conclusion, Bertrand Méda a ouvert la question des apports par rapport aux besoins, « une histoire sans fin ? » Le chercheur a notamment souligné les progrès génétiques « qui engendrent une actualisation des besoins » et appelé à un changement de paradigme de la formulation : « aujourd'hui il s'agit d'une formulation à moindre coût (programmation linéaire), demain on parlera d'une formulation 2.0 (optimisation non linéaire) avec des objectifs économiques et environnementaux (en euros et impacts ACV par kg de vif). Vers une stratégie alimentaire, avec une modélisation de la réponse de l'animal à l'aliment (poids, indice, rejets...). » Avec aussi de nouveaux outils : « de nouvelles matières premières (insectes, tourteaux enrichis...), les additifs (enzymes, acides aminés...), une meilleure caractérisation de l'aliment et des matières premières (digestibilité, interactions entre nutriments) et l'alimentation de précision (collecte/traitement des données d'élevage, nutrition en temps réel). L'innovation a un rôle prépondérant à jouer dans la durabilité. »

### Antibiorésistance, pompes à efflux et substances naturelles

Dernière intervenante de cette réunion technique, Marie-Geneviève Dijoux-Franca, directrice du Centre d'études des substances naturelles de l'UMR 5557 CNRS de l'Université Claude Bernard de Lyon et invitée par la start-up ID4Feed, a présenté les activités anthropiques et facteurs environnementaux favorisant l'émergence de la résistance aux antimicrobiens et sa dissémination, ainsi que l'intérêt des substances naturelles dans la réversion de cette antibiorésistance. « Le challenge de la résistance aux antimicrobiens a été initié par l'assemblée générale

des Nations Unies en septembre 2018, rappelle-t-elle. Pendant longtemps, on a cru que c'était un problème limité au milieu hospitalier, mais tous les environnements sont concernés : l'eau, les sols, les animaux d'élevage comme sauvages, les aliments, etc. Il est donc important de comprendre les facteurs favorisant l'apparition de l'antibiorésistance et d'identifier les réservoirs. Il y a urgence ! La colistine était le seul antibiotique encore actif chez les entérobactéries jusqu'à 2018, mais cette année sont apparus les premiers cas de bactéries Gram négatif résistantes ».

Selon Marie-Geneviève Dijoux-Franca qui étudie, dans une approche One Health, la multirésistance environnementale et l'adaptation croisée antibiotiques, métaux et autres polluants, « l'émergence et la dissémination de la multirésistance est liée à des pressions sélectives et des mécanismes d'adaptation des populations comme des cellules, notamment par le mécanisme de l'efflux. » Les pompes à efflux sont des transporteurs membranaires, du cytoplasme vers l'extérieur de la bactérie. « Elles expulsent les xénobiotiques de la cellule et permettent ainsi aux bactéries de résister aux antibiotiques. » Elles contribuent à la Multidrug résistance (MDR) bactérienne. « Le phénotype MDR est marqué par la présence de divers gènes de résistance, un réseau de régulation commun et un mécanisme commun responsable de résistance à divers composés. » Il existe une grande diversité de pompes à efflux, « certaines ont des substrats très divers (antibiotiques, métaux lourds, solvants, etc). Certaines sont spécifiques des procaryotes, il s'agit de la famille des pompes RND (resistance nodulation division). » Elles constituent ainsi une cible intéressante pour comprendre les phénomènes

de co-adaptation mais aussi comme cible spécifique des bactéries Gram négatif (Il existe par ailleurs quatre autres grandes familles de pompes à efflux).

« Les plantes et les métaux ont également un impact sur la diversité microbienne ainsi que sur la MDR. » Des propos illustrés par des résultats d'essais, notamment des travaux menés sur trois types de sols : miniers au vietnam, agricoles en France et Burkina Faso et urbains en France, et différentes plantes. « La pollution métallique a une influence sur le métabolisme des plantes. Ces dernières s'adaptent à ces environnements pollués en présence de micro-organismes résistants. On observe aussi un effet plante sur la diversité microbienne (phylogénie). » Les effets de la pollution métallique et/ou de changements physiologiques de la plante ont ainsi « un impact sur l'abondance de phénotype MDR dans des environnements anthropisés. Les métabolites secondaires de plantes ont aussi des effets sur la MDR et les pompes à efflux. » Il existe ainsi un nombre croissant de composés naturels décrits comme inhibiteurs de pompe à efflux (IPE) potentiels, qui restaurent donc la sensibilité de certaines bactéries aux antibiotiques. Ces « antibactériens et inhibiteurs de pompe d'efflux contre les agents pathogènes d'origine alimentaire » d'origine naturelle ont un potentiel très important en alimentation animale. « Au travers des échanges mutualistes, les plantes ont développé des stratégies de défense ou de protection en modifiant leur métabolisme qui représente ainsi un réservoir intéressant de molécules actives d'intérêt potentiel. »

/ Ermeline Mouraud