

# Xylanase enzyme pour la nutrition animale : applications en volailles, porcs, aliments céréaliers et valorisation des fibres végétales

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

La xylanase est une enzyme carbohydrase utilisée en nutrition animale pour hydrolyser le xylane et les arabinoxylanes, des polysaccharides non amyliques présents dans les parois végétales des céréales, coproduits et matières premières riches en fibres. Son intérêt principal est de rendre une partie de cette fraction hémicellulosique plus accessible, ce qui peut soutenir la digestibilité des nutriments, la dégradation des fibres et l'efficacité des aliments, en particulier dans les formulations pour monogastriques <sup>[1][2]</sup>. Enzymes.bio fournit Xylanase Enzyme Animal Nutrition comme produit professionnel vendu en ligne par unité de 1 kg ; le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande.

## Rôle de la xylanase dans l'alimentation animale

La xylanase appartient au groupe des enzymes qui ciblent les polysaccharides non amyliques, souvent appelés NSP pour *non-starch polysaccharides*. Dans les aliments d'origine végétale, ces NSP forment une partie de l'architecture des parois cellulaires, avec la cellulose, l'hémicellulose, les pectines et, selon les tissus, des fractions plus ou moins lignifiées. Le xylane est l'un des principaux composants de l'hémicellulose ; il est constitué d'une chaîne de résidus xylose reliés principalement par des liaisons  $\beta$ -1,4, pouvant porter des substitutions telles que des arabinoses, des acides uroniques ou d'autres groupements selon l'origine botanique <sup>[3][2]</sup>.

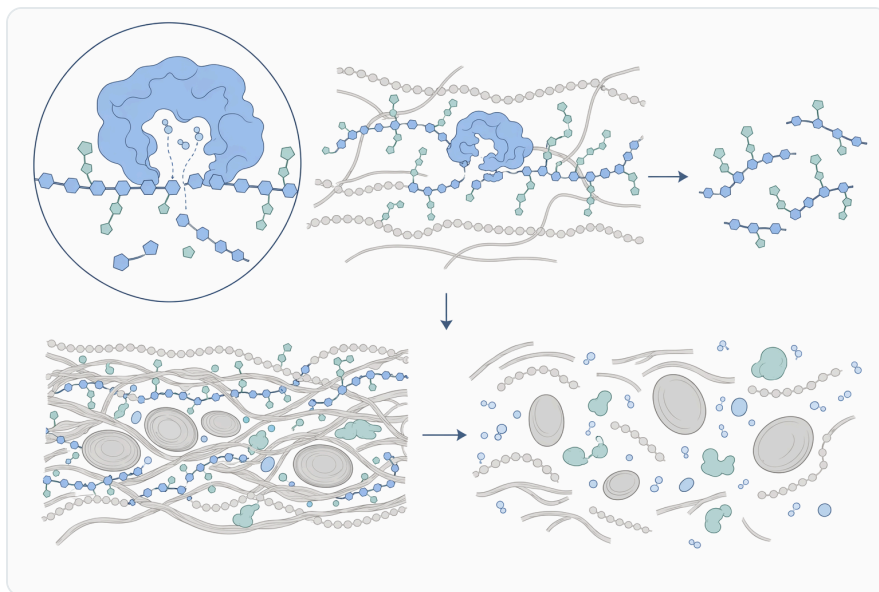
Dans une ration, cette structure fibreuse n'est pas seulement un « ballast » nutritionnel. Elle peut limiter l'accès des enzymes digestives endogènes à l'amidon, aux protéines et aux lipides encapsulés dans les cellules végétales ; elle peut également contribuer à la viscosité du contenu digestif lorsque les arabinoxylanes solubles sont abondants. La xylanase agit en fragmentant les chaînes de xylane et d'arabinoxylane, ce qui réduit leur taille moléculaire et transforme une partie de la matrice hémicellulosique en fragments plus courts, notamment des xylo-oligosaccharides selon le substrat et le type d'enzyme <sup>[1][3]</sup>.

En nutrition animale, cette action est particulièrement pertinente pour les volailles et les porcs, dont la capacité à hydrolyser directement les hémicelluloses végétales est limitée. Les rations contenant blé, maïs, sons, coproduits céréaliers, tourteaux ou ingrédients alternatifs d'origine végétale peuvent présenter des niveaux variables d'arabinoxylanes et d'autres NSP. La xylanase n'a donc pas un effet uniforme dans toutes les formules : elle est d'autant plus pertinente que le substrat xylanique est présent, accessible et compatible avec les conditions de fabrication et de digestion [4][5].

## Mécanisme d'action : ce que l'enzyme modifie réellement

La xylanase est souvent décrite comme une enzyme de « dégradation des fibres », mais cette expression doit être précisée. Elle ne dégrade pas indistinctement toutes les fibres : sa cible principale est le squelette xylanique de l'hémicellulose. Les endo-xylanases coupent la chaîne à l'intérieur du polymère, tandis que d'autres enzymes accessoires, lorsqu'elles sont présentes dans des systèmes enzymatiques plus complexes, peuvent retirer des substitutions latérales qui gênent l'accès au squelette principal [3][2].

Dans le tube digestif d'un animal monogastrique, l'effet recherché se situe à plusieurs niveaux. Premièrement, la rupture partielle des arabinoxylanes peut diminuer l'effet d'encapsulation des nutriments dans les parois cellulaires végétales. Deuxièmement, la réduction de la taille des polymères peut modifier les propriétés physiques du digesta, notamment lorsque les fractions solubles contribuent à la viscosité. Troisièmement, les fragments issus de l'hydrolyse peuvent devenir des substrats pour des populations microbiennes intestinales, même si l'ampleur de cet effet dépend fortement de l'espèce, de l'âge, du régime et de la structure des oligosaccharides produits [6][3].



**Figure 1.** 자일라나아제는 자일란과 아라비노자일란 사슬을 더 작은 조각으로 절단하여 식물성 사료 매트릭스를 느슨하게 만드는 촉매 작용을 합니다.

Cette distinction est importante pour les formulateurs. Une xylanase n'est pas un additif « énergétique » au sens direct : elle ne fournit pas elle-même des nutriments en quantité significative. Elle modifie l'accessibilité d'une partie des nutriments déjà présents dans la ration et peut contribuer à une meilleure valorisation des matières premières végétales. Les résultats observés dans les essais d'alimentation dépendent donc de la composition réelle de la formule, de la granulométrie, du traitement thermique, de la présence d'autres enzymes et de la physiologie de l'animal cible <sup>[4][5]</sup>.

## Familles de xylanases et implications fonctionnelles

Les xylanases utilisées ou étudiées industriellement appartiennent principalement à plusieurs familles de glycoside hydrolases, dont les familles GH10 et GH11 sont particulièrement discutées. Ces familles ne décrivent pas une qualité commerciale, mais une parenté structurale et catalytique : la forme du site actif, la tolérance aux substitutions du xylane et la manière dont l'enzyme interagit avec le substrat peuvent varier selon la famille et la séquence <sup>[3][7]</sup>.

Les xylanases GH10 sont souvent étudiées pour leur capacité à agir sur des xylanes plus diversement substitués, tandis que les GH11 sont généralement décrites comme plus spécifiques du xylane et souvent très efficaces sur des régions moins encombrées du polymère. Les travaux récents sur une xylanase GH10 issue de *Bacillus safensis* soulignent l'intérêt de certaines enzymes pour la production de xylo-oligosaccharides et la saccharification d'aliments pour animaux ; d'autres travaux sur des xylanases adaptées au froid illustrent la diversité fonctionnelle de cette famille d'enzymes selon l'origine microbienne et la structure de la protéine <sup>[8][9]</sup>.

| Critère fonctionnel                 | Xylanases GH10   | Xylanases GH11  | Incidence possible en nutrition animale                              |
|-------------------------------------|--|---|--|
| Spécificité de substrat             | Souvent décrites comme plus tolérantes à certains xylanes substitués | Généralement très spécifiques du squelette xylanique                          | Le choix fonctionnel dépend du profil de fibres de la ration         |
| Produits d'hydrolyse                | Peut générer divers fragments de xylane selon le substrat            | Peut produire des fragments plus dépendants des zones accessibles du polymère | Les oligosaccharides formés peuvent varier selon la matière première |
| Sensibilité au pH et à la structure | Dépend fortement de l'enzyme étudiée                                 | Dépend également de l'enzyme et des conditions                                | Les conditions digestives et de fabrication doivent être compatibles |

| Critère fonctionnel            | Xylanases GH10                                 | Xylanases GH11  | Incidence possible en nutrition animale                     |
|--------------------------------|--|---|---|
| Usage dans les études récentes | Travaux sur saccharification, XOS et stabilité | Travaux sur structure, pH et applications industrielles | Les familles ne remplacent pas l'évaluation du produit fini |

Les propriétés de stabilité sont elles aussi déterminantes. Une xylanase destinée aux aliments composés peut rencontrer des contraintes de pH dans le tractus digestif, de température pendant la transformation et d'interactions avec d'autres ingrédients. Les changements structuraux induits par le pH ont été étudiés pour une xylanase GH11 de *Thermoanaerobacterium saccharolyticum*, ce qui illustre que la conformation de l'enzyme et son activité potentielle sont liées aux conditions du milieu [7].

## Applications en volailles : intérêt dans les régimes à base de céréales

Les volailles sont une cible historique des enzymes NSPases, car la vitesse de transit, la structure du tractus digestif et la proportion de céréales dans les aliments rendent la gestion des arabinoxylyanes particulièrement importante. Dans les régimes à base de blé ou riches en coproduits céréaliers, les NSP peuvent influencer la viscosité du contenu intestinal et la disponibilité des nutriments. L'emploi de xylanase vise alors à réduire une partie de ces contraintes physiques et à améliorer l'utilisation de la ration [4][5].

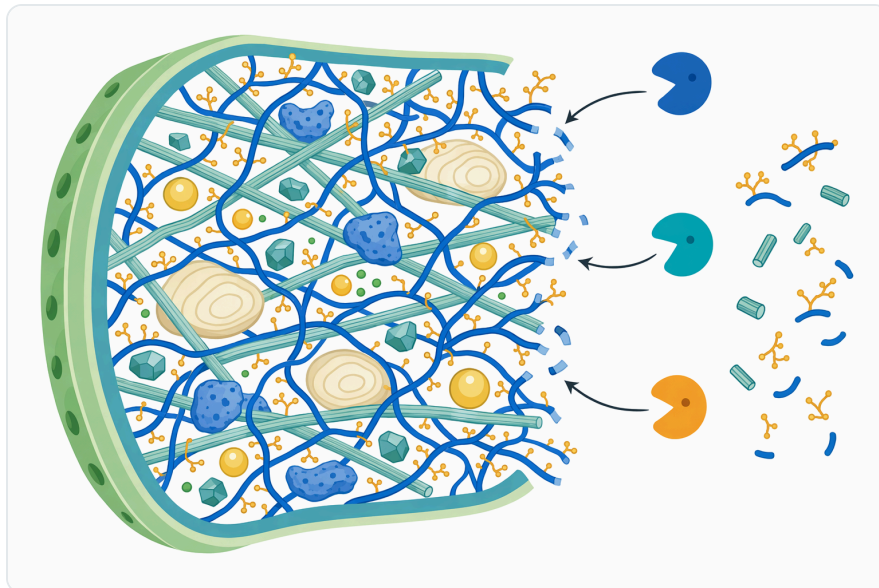


Figure 2. 아라비노자일란이 풍부한 세포벽은 자일라나아제가 그 장벽을 약화시키기 전까지 영양소를 물리적으로 가둘 수 있습니다.

Une étude récente sur des poulets de chair recevant des régimes à base de blé a rapporté que la supplémentation en  $\beta$ -mannanase, seule ou en combinaison avec xylanase et  $\beta$ -glucanase, améliorait les performances de croissance, la dégradation des polysaccharides non amylacés et certains paramètres de l'environnement gastro-intestinal. Cette étude est intéressante pour l'usage pratique, mais elle doit être interprétée correctement : les effets observés concernent une stratégie enzymatique dans un contexte de régime précis, et non une garantie universelle attribuable à une xylanase isolée dans toutes les formulations [4].

Pour les formulateurs d'aliments pour volailles, la question centrale est donc la cohérence entre l'enzyme et la matrice alimentaire. Une ration très différente par sa teneur en arabinoxylanes, son origine botanique ou son traitement technologique peut répondre différemment. La xylanase est particulièrement pertinente lorsqu'elle s'inscrit dans une approche de formulation qui tient compte des NSP, de la digestibilité des nutriments, de la qualité des matières premières et des objectifs technico-économiques de l'élevage [3][5].

## **Applications en porcs : valorisation des fibres et des coproduits**

---

Chez le porc, l'utilisation de xylanase est également liée à la présence d'hémicelluloses dans les céréales et coproduits. Les porcs en croissance et à l'engraissement consomment souvent des formules incorporant des ingrédients végétaux variés ; la proportion de fibres, leur solubilité et leur fermentescibilité influencent la digestion dans l'intestin grêle et la fermentation dans le gros intestin. La xylanase peut contribuer à rendre une partie des arabinoxylanes plus accessible, tout en modifiant le profil des substrats arrivant aux communautés microbiennes [2][10].

Des travaux récents se sont intéressés à l'influence de la supplémentation en xylanase chez les porcs en croissance-finition, ce qui reflète l'importance continue de cette enzyme dans les programmes de nutrition porcine. Le niveau de preuve doit toutefois être lu selon le contexte expérimental : l'âge des animaux, la densité nutritionnelle de l'aliment, les matières premières et les critères mesurés peuvent changer l'ampleur et la direction des réponses observées [10].



**Figure 3.** 소화 과정에서 자일라나아제는 세포벽 구조를 열고, 수용성 섬유로 인한 점도 효과를 줄이며, 발효 가능한 더 작은 탄수화물 조각을 생성할 수 있습니다.

La xylanase peut être particulièrement utile dans une stratégie de valorisation de coproduits céréaliers ou de formules plus fibreuses, mais elle ne remplace pas l'équilibre en acides aminés, énergie, minéraux et autres nutriments essentiels. Son rôle est d'améliorer l'exploitation de certaines fractions végétales, pas de compenser une formulation inadaptée ou une variabilité excessive des matières premières. Cette lecture prudente est cohérente avec les revues sur les xylanases microbiennes et leurs applications industrielles, qui soulignent la dépendance des performances aux propriétés de l'enzyme et au substrat traité <sup>[3][2]</sup>.

## Combinaisons enzymatiques : xylanase, cellulase, $\beta$ -glucanase et autres carbohydrases

Dans la pratique, les parois végétales ne contiennent pas uniquement du xylane. Elles associent cellulose, hémicelluloses, pectines, protéines de paroi et composés phénoliques. C'est pourquoi la xylanase peut être utilisée seule ou dans des combinaisons enzymatiques visant plusieurs fractions de la matrice végétale. Les interactions entre cellulases et xylanases sont étudiées en biotechnologie industrielle, car l'ouverture d'une fraction de la paroi peut améliorer l'accès à d'autres polymères <sup>[6]</sup>.

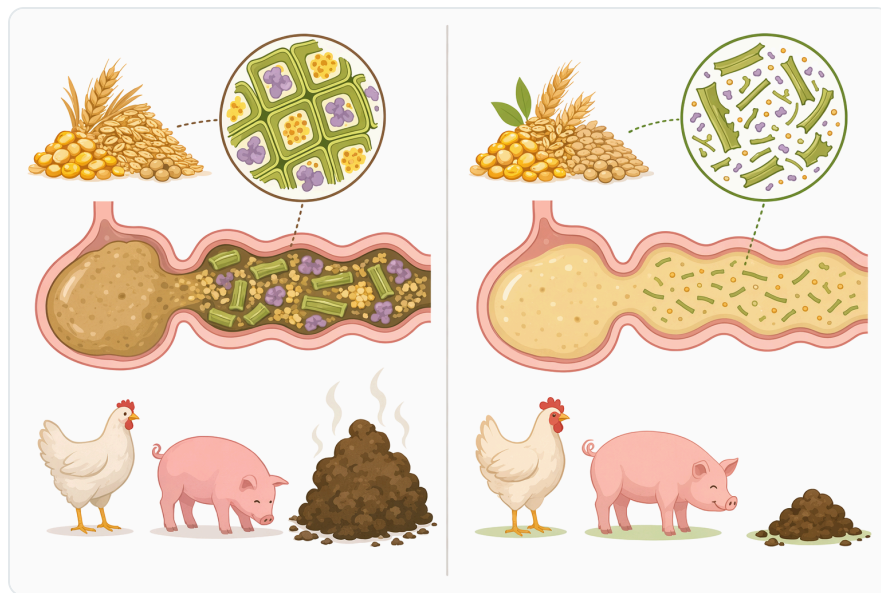
Cette logique explique l'intérêt des complexes enzymatiques dans certains aliments pour animaux. Dans les régimes de volailles, l'association d'enzymes ciblant différents NSP peut être pertinente lorsque la matière première contient plusieurs fractions antinutritionnelles : arabinoxylanes,  $\beta$ -glucanes, mannanes ou autres polysaccharides. L'étude sur poulets de chair nourris avec des régimes à

base de blé montre précisément l'intérêt d'une combinaison incluant xylanase et  $\beta$ -glucanase dans un contexte où la dégradation des NSP et l'environnement gastro-intestinal étaient des critères d'évaluation [4].

Il faut cependant éviter une conclusion simpliste selon laquelle « plus d'enzymes » signifierait automatiquement « meilleur résultat ». Les enzymes doivent rencontrer leur substrat, rester fonctionnelles dans les conditions de fabrication et d'utilisation, et ne pas être redondantes avec d'autres composants de la formule. La synergie est possible, mais elle dépend de la structure réelle de la biomasse végétale et des paramètres de digestion ou de transformation [6][3].

## Saccharification des aliments et valorisation des matières végétales

Au-delà de la digestion directe chez l'animal, la xylanase peut aussi être considérée comme un outil de prétraitement ou de transformation des matières végétales. La notion de saccharification désigne la conversion partielle de polymères complexes en sucres ou oligosaccharides plus courts. Une xylanase GH10 issue de *Bacillus safensis* a été étudiée pour la production de xylo-oligosaccharides et son potentiel de saccharification d'aliments pour animaux, ce qui illustre l'intérêt technologique des xylanases dans la valorisation de substrats végétaux [8].



**Figure 4.** 사료 효소마다 작용하는 기질이 다르며, 자일라나아제는 피트산염, 단백질, 셀룰로오스 또는  $\beta$ -글루칸이 아니라 자일란이 풍부한 헤미셀룰로오스를 특이적으로 표적으로 합니다.

D'autres travaux montrent que des microorganismes comme *Aspergillus niveus* peuvent produire plusieurs enzymes — phytase, protéase et xylanase — à partir de résidus tels que la balle de riz, avec une application envisagée dans l'alimentation animale. Pour un utilisateur professionnel,

l'enseignement principal n'est pas le procédé de production lui-même, mais le fait que la xylanase s'inscrit dans une famille d'outils enzymatiques destinés à mieux exploiter des matières premières végétales complexes <sup>[11]</sup>.

Cette perspective est cohérente avec l'évolution générale des additifs fonctionnels en nutrition animale : les enzymes ne servent pas uniquement à améliorer un critère isolé, mais participent à une approche plus large d'efficacité des ressources. En réduisant les fractions moins accessibles des ingrédients végétaux, elles peuvent soutenir des formulations plus flexibles, à condition que les bénéfices soient évalués par rapport à la ration, à l'espèce et aux objectifs de production <sup>[5]</sup>.

## Comparaison des usages typiques en nutrition animale

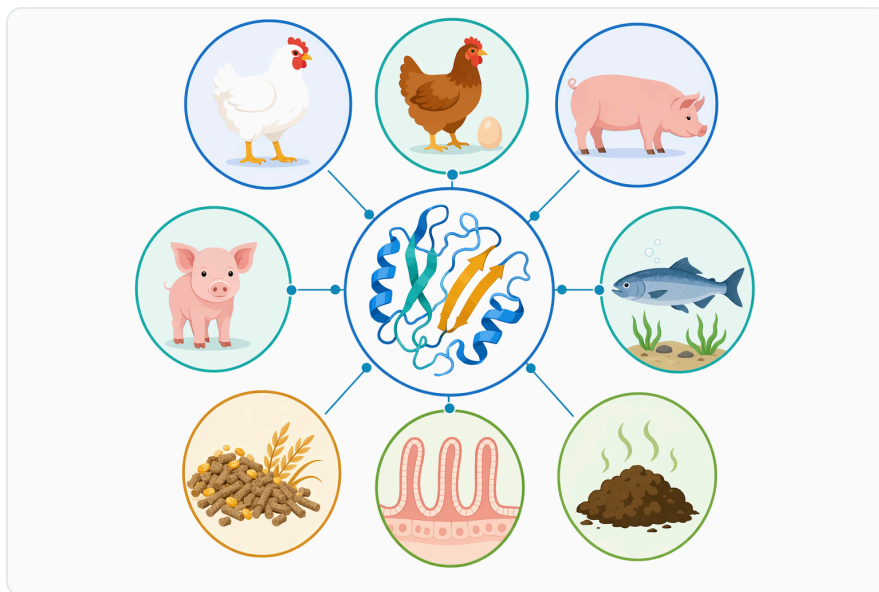
| Domaine d'application                              | Substrats visés  | Effet recherché  | Niveau d'interprétation recommandé   |
|--|--|--|--|
| Volailles de chair et ponte                        | Arabinoxylanes des céréales, notamment régimes à base de blé ou coproduits | Amélioration potentielle de la dégradation des NSP, de l'environnement digestif et de la valorisation des nutriments | Données favorables dans certains régimes, surtout lorsque l'enzyme correspond au substrat <sup>[4]</sup> |
| Porcs en croissance-finition                       | Hémicelluloses de céréales, sons et coproduits                             | Meilleure utilisation de certaines fractions fibreuses et modulation des substrats fermentescibles                   | Effets dépendants de l'âge, de la formule et du profil de fibres <sup>[10]</sup>                         |
| Aliments riches en matières végétales alternatives | Xylanes, arabinoxylanes et matrices fibreuses complexes                    | Soutien à la flexibilité de formulation et à l'efficacité des ressources   | Pertinent si le substrat xylanique est présent et accessible <sup>[5]</sup>                              |
| Transformation ou prétraitement d'ingrédients      | Biomasse végétale, coproduits, fractions hémicellulosiques                 | Saccharification partielle, production de fragments plus courts  | Application technologique à raisonner selon le procédé et l'objectif <sup>[8][11]</sup>                  |
| Combinaisons enzymatiques                          | Plusieurs NSP : xylanes, glucanes, mannanes, cellulose selon le complexe   | Action complémentaire sur différentes fractions de paroi   | Synergie possible, mais non automatique <sup>[6][4]</sup>  |

## Facteurs qui influencent la réponse à la xylanase

La première variable est la composition en fibres de la ration. Une formule pauvre en xylane accessible offrira moins de substrat à l'enzyme qu'une formule riche en arabinoxylanes. De même, deux lots de céréales ou de coproduits peuvent différer par leur variété botanique, leur maturité, leur traitement et leur proportion de fibres solubles ou insolubles. La xylanase doit donc être comprise comme un outil ciblé sur une fraction précise de la matrice végétale [3][2].

La deuxième variable est la compatibilité avec les conditions technologiques. Les aliments composés peuvent subir mélange, granulation, exposition à la chaleur, pression et humidité. Toutes les xylanases ne présentent pas la même stabilité face à ces contraintes. Les revues sur la production et le traitement des xylanases fongiques insistent sur l'importance des propriétés physicochimiques de l'enzyme dans les applications industrielles, car une enzyme active en conditions contrôlées peut se comporter différemment dans une matrice alimentaire complexe [12][1].

La troisième variable est le pH rencontré avant et pendant la digestion. Une xylanase destinée à agir dans l'aliment ou dans le tractus digestif doit conserver une conformation fonctionnelle dans les fenêtres de pH pertinentes. Les travaux sur les changements structuraux induits par le pH dans une xylanase GH11 illustrent l'importance de cette relation entre structure, environnement et fonction enzymatique [7].



**Figure 5.** 주요 동물 영양 분야의 적용 대상에는 자일란이 풍부한 섬유가 영양소 접근을 제한하는 가금류 사료, 돼지 사료, 섬유질 부산물, 발효 조사료 원료가 포함됩니다.

Enfin, la présence d'autres enzymes ou additifs peut modifier le résultat. Une cellulase peut ouvrir certaines structures pariétales, une  $\beta$ -glucanase peut cibler d'autres NSP, une phytase agit sur le phytate, et une protéase peut influencer la disponibilité des protéines. Les combinaisons doivent être pensées selon la matrice alimentaire : elles peuvent être complémentaires, mais elles ne doivent pas être interprétées comme interchangeables <sup>[6][11]</sup>.

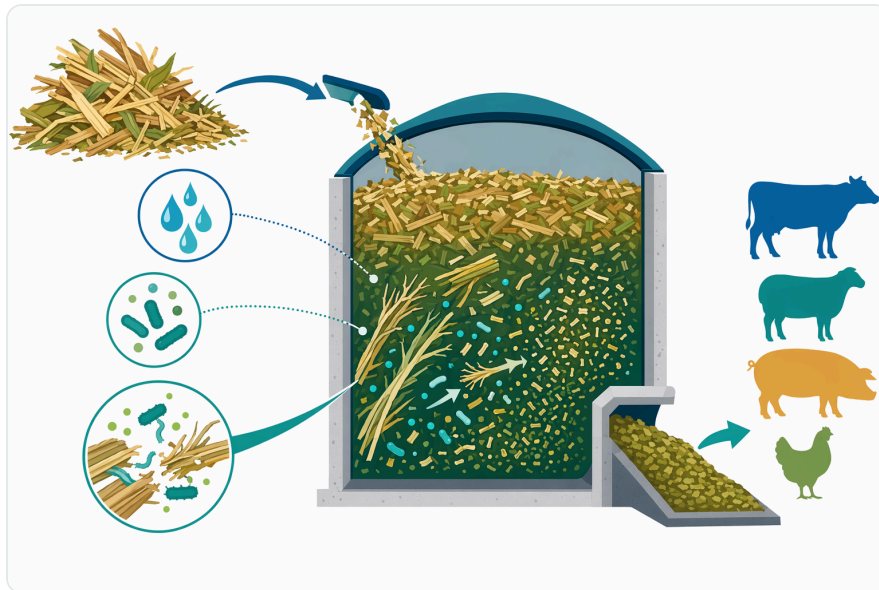
## Lecture scientifique des bénéfices attendus

---

Les bénéfices attendus d'une xylanase en alimentation animale se regroupent autour de quatre axes. Le premier est l'amélioration potentielle de la digestibilité apparente ou de l'utilisation des nutriments, grâce à la diminution de l'effet d'encapsulation des parois végétales. Le second est la réduction de certains effets antinutritionnels des NSP, notamment lorsque les arabinoxylanes solubles influencent les propriétés physiques du contenu digestif <sup>[3][4]</sup>.

Le troisième axe concerne la génération de fragments d'hémicellulose plus courts, dont des xylo-oligosaccharides dans certaines conditions. Ces fragments peuvent avoir un comportement différent du polymère initial dans le tractus digestif ou dans un procédé de transformation. Les recherches sur des xylanases destinées à la préparation de xylo-oligosaccharides montrent que la structure des produits d'hydrolyse dépend de l'enzyme, du substrat et des conditions de réaction <sup>[8][9]</sup>.

Le quatrième axe est la valorisation économique et environnementale des matières premières végétales. Les enzymes alimentaires s'inscrivent dans une tendance plus large de nutrition de précision, où l'objectif est d'extraire davantage de valeur nutritionnelle des ressources disponibles plutôt que de s'appuyer uniquement sur des ingrédients hautement digestibles. Les revues récentes sur les additifs bioactifs en nutrition animale relient cette approche à l'innovation, à la santé et à la durabilité des systèmes d'élevage <sup>[5]</sup>.



**Figure 6.** 사일리지와 발효 바이오매스에서는 사료가 동물에게 도달하기 전에 자일라나아제가 헤미셀룰로오스를 변화시킬 수 있습니다.

## Limites : ce qu'une xylanase ne peut pas faire

Une xylanase ne corrige pas une ration mal équilibrée. Si la formule présente un déficit en acides aminés essentiels, une énergie inadéquate, une qualité sanitaire insuffisante ou une granulométrie inadaptée, l'enzyme ne supprimera pas ces problèmes. Elle agit sur des liaisons chimiques spécifiques dans le xylane ; son efficacité ne doit donc pas être confondue avec une amélioration globale garantie de tous les paramètres zootechniques <sup>[3][2]</sup>.

Elle ne transforme pas non plus toutes les fibres en énergie disponible. Les parois végétales sont des structures composites, parfois protégées par des liaisons avec la lignine ou par des substitutions qui limitent l'accès enzymatique. Une xylanase peut réduire la taille de certaines chaînes xylaniques, mais la dégradation complète d'une biomasse lignocellulosique nécessite généralement plusieurs enzymes agissant de façon coordonnée <sup>[6]</sup>.

Enfin, les résultats publiés doivent être comparés avec prudence. Les études diffèrent par l'espèce animale, le régime, la durée, les critères mesurés, le type de xylanase et la présence d'autres additifs. C'est pourquoi une conclusion tirée d'un régime blé chez le poulet ne doit pas être transposée mécaniquement à une formule maïs-soja chez le porc, ou à un prétraitement d'ingrédients, sans tenir compte du substrat et des conditions d'application <sup>[10][4]</sup>.

## Positionnement du produit Enzymes.bio

Xylanase Enzyme Animal Nutrition est proposée par Enzymes.bio comme ingrédient enzymatique professionnel pour des applications liées à la nutrition animale, à la formulation d'aliments et à la valorisation de matières végétales riches en hémicellulose. Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne : l'entreprise ne se présente pas comme fabricant ni comme laboratoire, et le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg.

Le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande. Ces documents accompagnent l'utilisation professionnelle du produit et permettent d'intégrer la xylanase dans un cadre documenté, conforme à l'étiquetage, aux règles applicables dans le pays d'utilisation et aux pratiques habituelles de formulation.

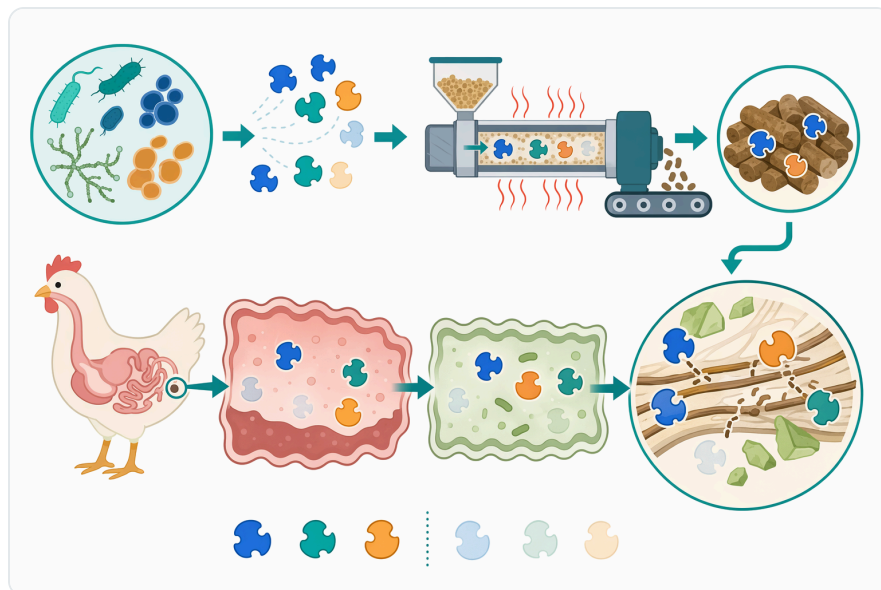


Figure 7. 자일라나아제의 유래, 단백질 구조, 제형은 효소가 기질에 도달할 때까지 충분히 오래 활성을 유지할 수 있는지에 영향을 미칩니다.

Pour les clients B2B, l'intérêt du produit réside dans sa fonction enzymatique : cibler le xylane et les arabinoxylanes afin de soutenir la dégradation des NSP dans des matrices végétales pertinentes. L'usage doit être raisonné selon l'espèce, la ration, les matières premières, les conditions de transformation et les objectifs nutritionnels.

## Conclusion

La xylanase est une enzyme clé de la nutrition animale lorsque les formules contiennent des céréales, coproduits ou ingrédients végétaux riches en xylane et arabinoxylanes. Son mécanisme repose sur l'hydrolyse des liaisons du squelette xylanique, ce qui peut réduire l'effet d'encapsulation des

nutriments, modifier les propriétés des NSP et contribuer à une meilleure valorisation des ressources végétales <sup>[1][3]</sup>.

Les applications les mieux établies concernent les aliments pour monogastriques, notamment volailles et porcs, avec un intérêt particulier dans les régimes où les NSP constituent une contrainte nutritionnelle. Les combinaisons avec d'autres carbohydrases peuvent être utiles lorsque plusieurs fractions de paroi doivent être ciblées, mais la synergie dépend toujours du substrat et du contexte de formulation <sup>[6][4]</sup>.

Dans une approche professionnelle, Xylanase Enzyme Animal Nutrition doit donc être comprise comme un outil enzymatique ciblé, non comme une solution universelle. Elle offre un levier pertinent pour la formulation et la transformation d'aliments à base de matières végétales, à condition d'être utilisée dans un cadre technique cohérent et adapté à l'application visée.

### Commander Xylanase Enzyme Animal Nutrition en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Xylanase Enzyme Animal Nutrition →](#)

## Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Polizeli, M., Rizzatti, A., Monti, R., Terenzi, H., Jorge, J. A., & Amorim, D. (2005). Xylanases from fungi: properties and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 577-591.
2. Selvaraj, V., Rajendran, A., & Thangavelu, V. (2010). Production, Properties and Industrial Applications of Microbial Xylanase.
3. Kumar, V., & Shukla, P. (2016). Functional Aspects of Xylanases Toward Industrial Applications.
4. Kim, E., Choct, M., Fickler, A., Pasquali, G., Hall, L., Crowley, T. M., & Sharma, N. K. (2025). Supplementation of  $\beta$ -mannanase alone or in combination with xylanase and  $\beta$ -glucanase enhanced growth performance, non-starch polysaccharide degradation, and gastrointestinal environment of broilers offered wheat-based diets. *Animal Nutrition*, 23, 429 - 437.
5. Buonaiuto, G., Danese, T., El-Sabrou, K., & Yıldırım, A. (2025). Bioactive feed additives in animal nutrition: bridging innovation, health, and sustainability. *Frontiers in Veterinary Science*, 12.

6. Bajaj, P., & Mahajan, R. (2019). Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 8711 - 8724.
7. Nam, K. H. (2024). pH-Induced structural changes in xylanase GH11 from *Thermoanaerobacterium saccharolyticum*. *F1000Research*.
8. Zhang, T., Cheng, Z., Fan, Y., Lan, Y., Shu, H., Chen, J., Jin, F., ... et al. (2025). Isolation, expression and characterization of a novel thermo-acid/alkali-stable GH10 xylanase BsXynA from *Bacillus safensis* L7 and its potential for xylooligosaccharide production and animal feed saccharification. *Enzyme and Microbial Technology*, 191, 110735 .
9. Rodríguez, S., González, C., Reyes-Godoy, J. P., Gasser, B., Andrews, B., & Asenjo, J. A. (2025). Expression and characterization of cold-adapted xylanase Xyl-L in *Pichia pastoris* for xylooligosaccharide (XOS) preparation. *Microbial Cell Factories*, 24.
10. González-Ortiz, G., Merriman, L., & Cordero, G. (2025). PSV-13 Influence of xylanase supplementation in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*.
11. Oliveira Simas, A. L., Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Galeano, R. M. S., Sá Teles, J. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2024). Production of Phytase, Protease and Xylanase by *Aspergillus niveus* with Rice Husk as a Carbon Source and Application of the Enzymes in Animal Feed. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3939 - 3951.
12. J., J., Tania, V., Tanjaya, J. C., & K, K. (2021). Recent Advancements of Fungal Xylanase Upstream Production and Downstream Processing. *Online (Weston, Conn.)*.

## Contacter Enzymes.bio


Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)

 **400+** Clients B2B

 **60+** partenaires de recherche universitaires

 **54** servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.