

# Phytase thermostable CAS 9001-89-2 pour alimentation animale : applications volailles, porcs et aliments granulés

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

La **phytase thermostable CAS 9001-89-2** est une enzyme d'alimentation animale utilisée pour hydrolyser le phytate des matières premières végétales et libérer du phosphore plus assimilable par les volailles, les porcs et d'autres monogastriques. Sa thermostabilité est particulièrement recherchée lorsque les aliments passent par des étapes de conditionnement et de granulation, où la chaleur, l'humidité et la pression peuvent réduire l'activité des enzymes. Enzymes.bio propose cette phytase pour l'élevage en vente directe en ligne par unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande .

## Rôle de la phytase thermostable dans les régimes d'élevage

La phytase est une phosphatase spécialisée dans l'hydrolyse de l'acide phytique, ou phytate lorsqu'il est sous forme de sel. Dans les graines, céréales, sons, tourteaux et légumineuses, le phytate correspond à une forme de stockage du phosphore végétal. Le problème nutritionnel vient du fait que les animaux monogastriques, notamment les volailles et les porcs, ne produisent pas suffisamment de phytase digestive endogène pour convertir efficacement ce phosphore lié en phosphate utilisable. Les travaux consacrés aux microorganismes producteurs de phytase décrivent précisément cette fonction de solubilisation du phytate et son intérêt pour rendre le phosphore plus accessible dans les systèmes biologiques et agricoles <sup>[1]</sup>.

Dans un aliment composé, la phytase n'ajoute pas de phosphore : elle rend plus disponible une fraction du phosphore déjà présente dans les ingrédients végétaux. Cette distinction est importante pour la formulation. L'enzyme agit sur une contrainte de biodisponibilité, tandis que le formulateur reste responsable de l'équilibre global en phosphore digestible, calcium, énergie, acides aminés et autres nutriments. Les revues sur les enzymes utilisées en production de poulets de chair décrivent la phytase comme l'une des enzymes exogènes majeures pour améliorer l'utilisation des nutriments dans les régimes modernes à base de matières premières végétales <sup>[2]</sup>.

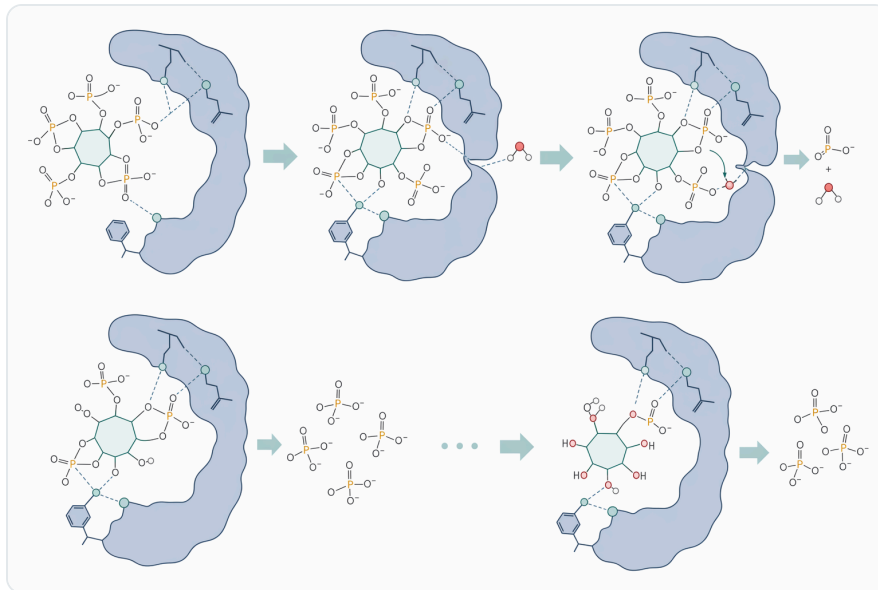
Le qualificatif **thermostable** indique que l'enzyme est sélectionnée, formulée ou conçue pour mieux conserver sa fonctionnalité après exposition à des contraintes thermiques. Cela ne signifie pas qu'elle est insensible à toutes les conditions de fabrication. Les enzymes restent des protéines : leur structure tridimensionnelle peut être altérée par la chaleur, l'humidité, le cisaillement, le temps d'exposition ou certaines interactions avec les composants d'un prémélange. La stabilité de la phytase durant la fabrication et le stockage est donc un paramètre pratique essentiel, comme le soulignent les ressources techniques dédiées à la stabilité des phytases en alimentation porcine <sup>[3]</sup>.

## **Pourquoi le phytate limite la valeur nutritionnelle des ingrédients végétaux**

---

Le phytate est souvent décrit comme un facteur antinutritionnel parce qu'il retient le phosphore sous une forme peu disponible pour les monogastriques et peut interagir avec d'autres nutriments. Chimiquement, l'acide phytique correspond au myo-inositol hexakisphosphate : un cycle inositol portant six groupes phosphate. Ces groupes phosphate sont fortement chargés négativement aux pH physiologiques, ce qui favorise les interactions avec des cations minéraux et des fractions protéiques. Les études sur les compositions nutritionnelles et antinutritionnelles de coproduits végétaux, comme le son de riz, illustrent l'importance de ces composés dans les matières premières destinées aux aliments animaux <sup>[4]</sup>.

Dans les régimes maïs-soja, blé-soja, ou dans les formules intégrant des sons, drêches, tourteaux et coproduits céréaliers, le phosphore total ne reflète donc pas toujours le phosphore réellement disponible. Une part peut traverser le tube digestif sans être absorbée, puis se retrouver dans les déjections. Cette inefficacité est doublement pénalisante : elle impose souvent une supplémentation en phosphates minéraux et augmente la charge phosphorée des effluents. Les revues sur les additifs en alimentation des poules citent la phytase parmi les additifs d'intérêt pour optimiser l'utilisation du phosphore et soutenir l'efficacité nutritionnelle des régimes <sup>[5]</sup>.



**Figure 1.** 피타아제는 피테이트의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 IP6를 저차 이노시톨 인산으로 전환하고 무기 인산염을 방출합니다.

Le phytate peut également former des complexes avec le calcium, le zinc, le fer, le magnésium ou certaines fractions azotées, selon la composition de l'aliment et les conditions digestives. La réduction du phytate par hydrolyse enzymatique peut donc avoir des effets au-delà de la seule libération du phosphate. Ces effets additionnels doivent cependant être interprétés avec prudence : leur amplitude dépend de l'espèce, de l'âge, du pH intestinal, du niveau de calcium, de la solubilité du phytate et de la formulation complète. Les publications sur les enzymes industrielles d'origine fongique et microbienne montrent que les phytases sont étudiées précisément parce qu'elles modifient la disponibilité de nutriments dans des matrices complexes, mais les résultats pratiques restent liés au contexte d'application [6].

## Mécanisme d'action : hydrolyse progressive du phytate

La phytase catalyse la coupure des liaisons ester phosphate du phytate. Le substrat de départ, l'inositol hexakisphosphate, perd progressivement des groupes phosphate pour former des inositol pentakisphosphates, tétrakisphosphates, trisphosphates et formes encore moins phosphorylées. À chaque étape, un phosphate inorganique peut être libéré et devenir plus accessible à l'absorption digestive. Ce mécanisme explique pourquoi l'activité de la phytase est particulièrement utile dans les régimes végétaux : elle transforme une réserve de phosphore chimiquement liée en phosphore nutritionnellement exploitable [1].

La vitesse et l'ampleur de l'hydrolyse ne dépendent pas uniquement de la présence de l'enzyme. Elles sont influencées par la solubilité du phytate, le pH, le temps de résidence dans les compartiments digestifs, la température corporelle, la présence de minéraux capables de former des complexes

insolubles et la protection éventuelle de l'enzyme contre la dénaturation. Les phytases d'origine microbienne sont nombreuses, mais elles ne présentent pas toutes le même profil de pH, la même résistance aux protéases ou la même stabilité thermique. Des travaux récents sur une phytase produite par *Aspergillus awamori* associée au tractus gastro-intestinal d'un coléoptère illustrent cette diversité biochimique et l'intérêt de caractériser les phytases selon leur environnement fonctionnel <sup>[7]</sup>.

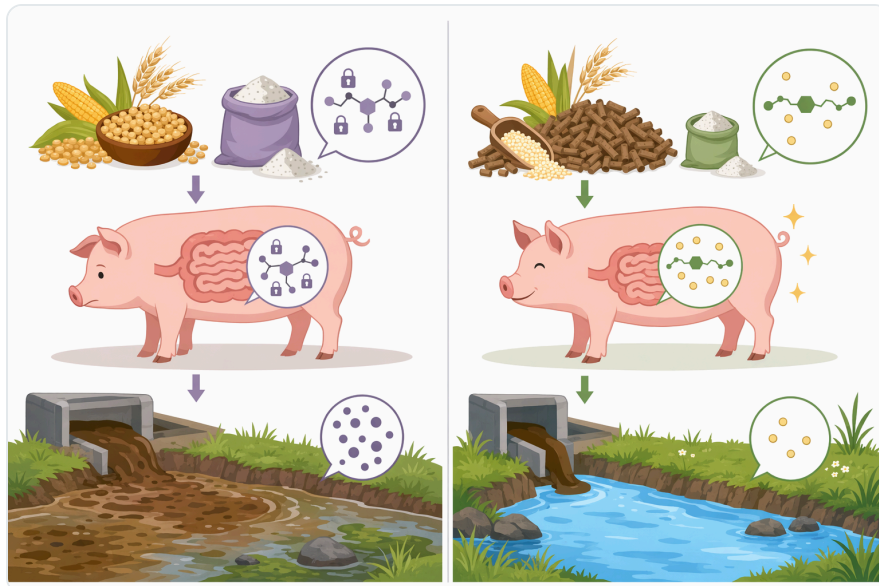
En alimentation animale, l'objectif est que l'hydrolyse démarre suffisamment tôt pour réduire la formation de complexes phytate-minéraux et augmenter la disponibilité du phosphate dans les segments digestifs où l'absorption est utile. Les phytases acides, fréquentes chez des champignons comme *Aspergillus*, sont souvent étudiées pour leur pertinence dans des environnements digestifs à pH bas à modéré. D'autres phytases, y compris des formes alcalophiles ou halophiles, sont étudiées pour des contextes différents, comme le montre l'isolement d'une phytase alkalophile issue de *Cobetia marina* pour une possible utilisation comme supplément alimentaire animal <sup>[8]</sup>.

## **Thermostabilité : un critère industriel, pas un simple argument marketing**

---

La granulation des aliments composés soumet les ingrédients à la vapeur, à la compression et à une élévation de température. Ces conditions améliorent la qualité physique du granulé, l'hygiène et parfois la consommation, mais elles peuvent aussi dénaturer les enzymes. Une phytase non protégée ou insuffisamment résistante peut perdre une part de son activité avant même d'atteindre l'animal. La thermostabilité devient donc un critère industriel lorsqu'une enzyme est destinée aux aliments granulés pour volailles, porcs ou autres espèces d'élevage <sup>[3]</sup>.

La recherche confirme que la stabilité thermique des phytases est un axe actif d'amélioration. Une étude de 2024 décrit l'obtention d'une phytase résistante jusqu'à 100 °C, ce qui illustre l'effort scientifique consacré à la conservation de la structure enzymatique dans des conditions thermiques sévères <sup>[9]</sup>. Cette information doit toutefois être lue comme un résultat de recherche sur une enzyme donnée, et non comme une caractéristique universelle de toutes les phytases commerciales.



**Figure 2.** 온전한 피테이트는 인을 묶어 두고 미네랄을 킬레이트화하는 반면, 피타아제로 처리한 사료에는 흡수 가능한 인산염과 전하가 낮은 이노시톨 인산이 더 많이 포함됩니다.

Plusieurs voies technologiques existent pour améliorer la stabilité : sélection de microorganismes producteurs de phytases naturellement robustes, ingénierie des séquences protéiques, fusion avec d'autres domaines enzymatiques, immobilisation, encapsulation ou protection par formulation. Des travaux sur une xylanase-phytase chimérique montrent par exemple que l'ingénierie assistée par des linkers peut améliorer la tolérance thermique d'enzymes destinées à l'alimentation animale [10]. D'autres recherches portent sur l'encapsulation de phytase dans des structures de type metal-organic frameworks par séchage par atomisation afin d'améliorer la stabilité et de contrôler la libération [11].

Approche de stabilité	Principe technique	Intérêt potentiel en alimentation animale	Limites d'interprétation
Phytase intrinsèquement thermostable	Enzyme dont la structure résiste mieux à la chaleur	Meilleure conservation après conditionnement et granulation	Le comportement dépend toujours du temps, de l'humidité et de la matrice
Ingénierie enzymatique	Modification ou combinaison de séquences pour renforcer la stabilité	Possibilité d'améliorer tolérance thermique ou profil fonctionnel	Résultats propres à la construction étudiée
Encapsulation ou protection physique	Barrière autour de l'enzyme pour limiter la dénaturation	Protection pendant la fabrication, libération plus progressive	La performance dépend du système d'encapsulation

Approche de stabilité	Principe technique	Intérêt potentiel en alimentation animale	Limites d'interprétation
Immobilisation	Fixation sur un support ou polymère fonctionnalisé	Stabilité accrue dans certains procédés ou environnements	Plus fréquente dans des applications de bioprocédés que dans l'aliment final

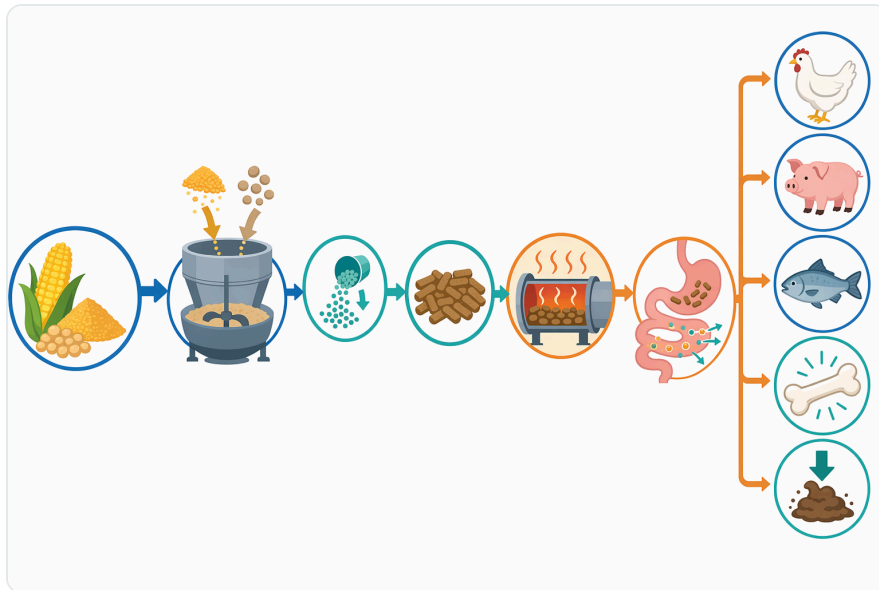
Les recherches sur l'immobilisation d'enzymes sur polymères fonctionnalisés montrent que la fixation contrôlée peut modifier la stabilité, la réutilisabilité ou la résistance à certains environnements [12]. En nutrition animale, ces technologies ne doivent pas être confondues automatiquement avec une phytase vendue comme additif ou ingrédient enzymatique : elles décrivent des stratégies scientifiques possibles, dont l'application commerciale dépend de la formulation et de la réglementation.

## Sources microbiennes et diversité des phytases

Les phytases utilisées industriellement proviennent principalement de microorganismes ou de gènes microbiens exprimés dans des systèmes de production adaptés. Les champignons, en particulier plusieurs espèces d'*Aspergillus*, sont bien documentés comme sources d'enzymes industrielles, dont des phosphatases et phytases. Les revues sur les enzymes fongiques soulignent la place des champignons dans la production d'enzymes utilisées en biotechnologie, alimentation, agriculture et procédés industriels [6].

La diversité microbienne reste une source importante de nouvelles phytases. Les travaux sur les microorganismes producteurs de phytase pour la solubilisation du phytate examinent bactéries, champignons et autres organismes capables de transformer le phosphore organique en formes plus disponibles [1]. Cette diversité permet de rechercher des profils distincts : pH optimal différent, stabilité thermique supérieure, résistance aux protéases, meilleure expression ou compatibilité avec des substrats végétaux spécifiques.

Des études particulières illustrent cette variété. Des gènes de phosphatase alcaline, phosphatase acide et phytase ont été clonés à partir d'*Aspergillus fumigatus* en vue d'applications biotechnologiques [13]. Une autre étude a porté sur la production accrue de phytase par *Nocardia* sp. MB 36 à partir de résidus agro-industriels, avec une orientation vers l'alimentation animale [14]. Plus récemment, une phytase thermostable issue d'*Aspergillus terreus*, endophyte de *Catharanthus roseus*, a été étudiée pour hydrolyser l'acide phytique dans le son de blé [15].



**Figure 3.** 피테이트 인의 효과적인 방출은 효소가 접근 가능한 피테이트와 접촉하는지, 활성이 지속되는지, 그리고 사료의 수화와 소화 과정이 진행되는지에 달려 있습니다.

Les environnements extrêmes et marins intéressent également la recherche enzymatique. Les revues sur les extrêmozymes microbiens soulignent que des enzymes issues de microorganismes adaptés à des conditions particulières peuvent présenter une stabilité ou une fonctionnalité utile pour l'industrie <sup>[16]</sup>. Les champignons marins et organismes apparentés sont également décrits comme des sources d'enzymes à applications biotechnologiques, même si toutes ces enzymes ne sont pas directement destinées à l'alimentation animale <sup>[17]</sup>.

## Applications principales en alimentation animale

### Volailles de chair, pondeuses et reproducteurs

Chez les volailles, la phytase est utilisée dans les régimes contenant maïs, blé, soja, sons et coproduits végétaux afin d'améliorer la disponibilité du phosphore et de réduire la fraction excrétée. Les poulets de chair sont particulièrement concernés par l'efficacité alimentaire, la minéralisation osseuse et la maîtrise du coût de formulation. Les tendances actuelles en production industrielle de broilers confirment la place des enzymes, dont la phytase, dans les stratégies visant à augmenter la valorisation des nutriments et à soutenir les performances dans des régimes à forte composante végétale <sup>[2]</sup>.

Chez les pondeuses, la question du phosphore est liée à la santé osseuse, au métabolisme minéral et à la production d'œufs. Les additifs alimentaires, incluant les enzymes, sont étudiés pour leurs effets biologiques sur la digestion et l'utilisation des nutriments. Les revues récentes sur l'incorporation

d'additifs dans les régimes de poules pondeuses décrivent la phytase comme un outil nutritionnel pertinent lorsque le phytate limite l'utilisation du phosphore végétal [5].

### Porcs et aliments céréales-soja

Chez le porc, le phytate des céréales et tourteaux limite également l'utilisation du phosphore végétal. La phytase peut permettre de mieux exploiter les ingrédients déjà présents dans la formule et de réduire la dépendance aux phosphates minéraux, à condition que les matrices nutritionnelles et les apports minéraux soient ajustés correctement. Les ressources techniques sur la stabilité des phytases en nutrition porcine insistent sur le fait que l'activité disponible dans l'aliment fini dépend autant de la stabilité de l'enzyme que de son incorporation dans un procédé maîtrisé [3].

L'intérêt environnemental est particulièrement visible dans les élevages porcins, où la gestion des effluents est une contrainte majeure. Lorsque le phosphore phytique est mieux hydrolysé et absorbé, la part rejetée dans les déjections peut être réduite. Cette logique s'inscrit dans une approche plus large d'efficacité nutritionnelle : utiliser les nutriments des matières premières végétales avant de compenser par des sources minérales externes.

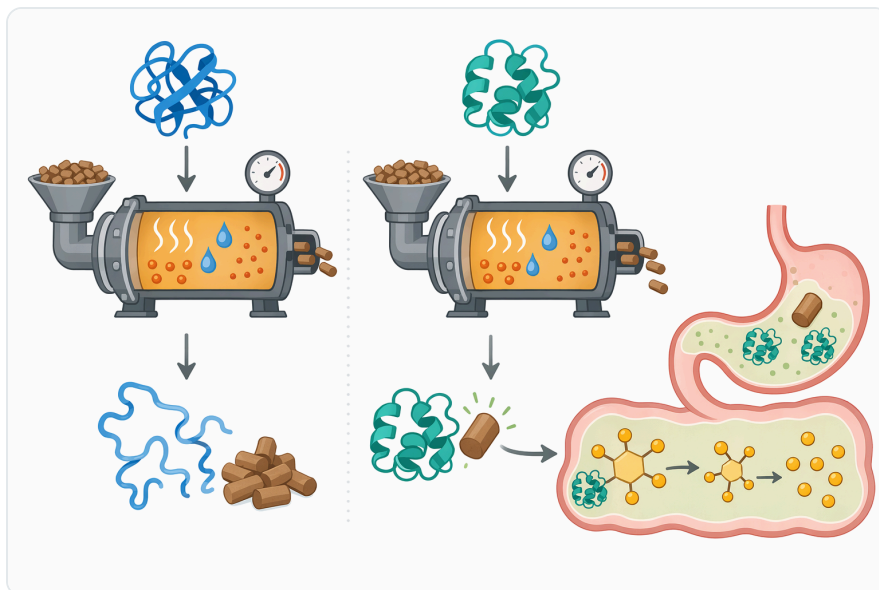


Figure 4. 열안정성은 사료 가공 스트레스 속에서도 피타아제 구조를 보존해 소화 과정에서 활성이 유지될 수 있도록 돕습니다.

### Aquaculture et autres espèces d'élevage

La phytase est aussi étudiée dans des aliments aquacoles lorsque des protéines et coproduits végétaux remplacent partiellement des ingrédients d'origine marine. Les poissons ne présentent pas tous la même capacité à utiliser le phosphore phytique, et la pertinence de l'enzyme dépend de l'espèce, de la température d'élevage, de la composition de l'aliment et du procédé de fabrication. Les recherches sur

les enzymes microbiennes et les applications biotechnologiques montrent que les phytases peuvent être envisagées dans plusieurs secteurs, mais les preuves les plus consolidées concernent encore les monogastriques terrestres <sup>[1]</sup>.

Dans les aliments pour autres animaux d'élevage, l'usage doit être raisonné selon la physiologie digestive. Les ruminants disposent d'une fermentation microbienne ruminale qui modifie la problématique du phytate, alors que les monogastriques dépendent davantage de l'apport enzymatique exogène. La phytase thermostable CAS 9001-89-2 se positionne donc principalement comme enzyme pour aliments contenant des ingrédients végétaux riches en phytate, avec un intérêt marqué pour volailles et porcs .

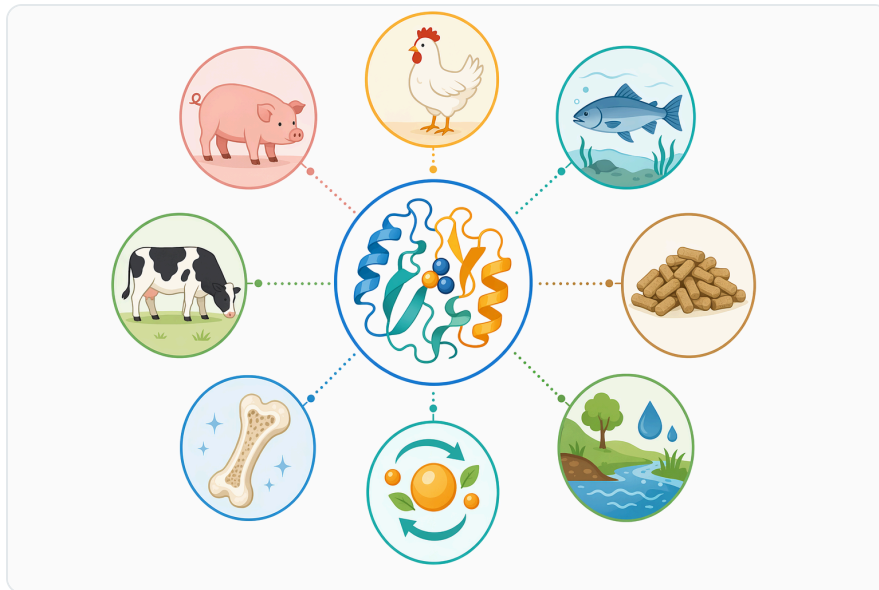
## Effets attendus et limites d'interprétation

---

Le bénéfice le mieux établi est la libération de phosphate inorganique à partir du phytate. C'est le fondement biochimique de l'usage de la phytase. Lorsque l'enzyme reste active jusqu'au moment de la digestion et que les conditions de pH et de solubilité du substrat sont favorables, elle augmente la fraction de phosphore végétal disponible. Les publications sur les microorganismes producteurs de phytase et la durabilité des sols décrivent largement cette capacité de solubilisation du phytate <sup>[1]</sup>.

Le deuxième bénéfice est économique : mieux valoriser le phosphore des matières premières peut aider à réduire l'ajout de phosphates minéraux dans les formules, sous réserve d'un calcul nutritionnel approprié. Cette réduction n'est pas automatique ni identique pour toutes les formules. Elle dépend de la teneur en phytate des ingrédients, du phosphore disponible ciblé, de l'âge de l'animal, du rapport calcium/phosphore et des marges de sécurité retenues par le formulateur.

Le troisième bénéfice est environnemental. En améliorant l'utilisation digestive du phosphore, la phytase peut contribuer à diminuer les rejets phosphorés dans les déjections. Cette dimension est importante dans les bassins d'élevage où les effluents représentent une pression sur les sols et les eaux. Les recherches sur les additifs alimentaires et enzymes en production animale associent l'amélioration de la digestibilité minérale à des objectifs de durabilité et d'efficience des ressources <sup>[5]</sup>.



**Figure 5.** 피타아제는 피테이트가 풍부한 식물성 원료를 포함하고 내인성 피테이트 분해 능력이 제한적인 가금류, 돼지 및 양식용 사료에서 중요합니다.

Des effets secondaires sont parfois rapportés sur la disponibilité d'autres minéraux, de fractions protéiques ou sur certains indicateurs digestifs. Ils s'expliquent par la réduction des interactions du phytate avec les cations et les protéines. Toutefois, ces effets sont plus variables que la libération du phosphore, car ils dépendent fortement de la matrice alimentaire. Une formulation très riche en calcium, par exemple, peut modifier la solubilité du phytate et influencer l'efficacité pratique de l'hydrolyse enzymatique.

## Utilisation dans les aliments granulés : points techniques essentiels

La phytase thermostable est particulièrement pertinente pour les aliments granulés, car la granulation expose l'enzyme à des contraintes de température et d'humidité. Les ressources techniques sur la stabilité des phytases indiquent que l'activité peut être affectée par le stockage, le type de prémélange, la chaleur du conditionnement et les paramètres de fabrication <sup>[3]</sup>. La notion de thermostabilité doit donc être comprise comme une résistance améliorée, non comme une garantie d'absence totale de perte.

Les conditions de fabrication varient largement selon les installations : type de conditionneur, durée d'exposition à la vapeur, température en sortie de conditionnement, diamètre de la filière, humidité, formulation et débit. Deux usines utilisant la même enzyme peuvent obtenir des rétentions différentes si leurs paramètres de granulation diffèrent. C'est pourquoi les résultats issus de la littérature sur la thermostabilité doivent être transposés avec prudence aux procédés industriels réels.

Le stockage de l'enzyme et de l'aliment fini influence également l'activité disponible. Les enzymes doivent être protégées autant que possible de l'humidité excessive, des températures élevées prolongées et des interactions défavorables avec certains minéraux ou composants réactifs. Les prémélanges fortement minéralisés peuvent représenter un environnement plus agressif que l'incorporation dans une matrice complète, selon la formulation et la durée de stockage. Les mêmes principes sont décrits dans les recommandations techniques relatives à la stabilité des phytases destinées aux aliments porcins [3].

## Comparaison avec d'autres stratégies de gestion du phosphore

Stratégie	Action principale	Avantages	Points de vigilance
Supplémentation en phosphates minéraux	Ajoute du phosphore disponible	Simple à formuler, réponse directe au besoin minéral	Coût, dépendance à des ressources minérales, rejets si excès
Phytase non spécifiquement thermostable	Hydrolyse le phytate si l'enzyme reste active	Valorise le phosphore végétal	Sensibilité accrue aux procédés thermiques
Phytase thermostable	Hydrolyse le phytate avec meilleure résistance au traitement thermique	Adaptée aux aliments granulés, meilleure probabilité d'activité résiduelle	Doit rester compatible avec les conditions réelles de fabrication
Prétraitement ou fermentation d'ingrédients	Réduit certains facteurs antinutritionnels avant formulation	Peut améliorer la valeur de coproduits végétaux	Procédé plus complexe, dépend de la matière première

La phytase thermostable ne remplace pas toutes les stratégies minérales ; elle s'intègre dans une formulation. Dans certains régimes, elle permet d'abaisser l'apport de phosphate minéral ; dans d'autres, elle sécurise l'utilisation d'ingrédients plus riches en phytate. Les travaux sur la production de phytase à partir de résidus agro-industriels montrent également l'intérêt de l'enzyme pour valoriser des substrats végétaux et coproduits, mais l'application finale dépend du système d'alimentation et des contraintes réglementaires [14].

## Positionnement du produit Enzymes.bio

**Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2** est présenté par Enzymes.bio comme une phytase destinée à l'alimentation du bétail, avec une fonction de libération du phosphore lié au phytate dans les régimes d'élevage. Enzymes.bio intervient comme fournisseur B2B en ligne, et non comme

fabricant ni laboratoire d'essais. 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.

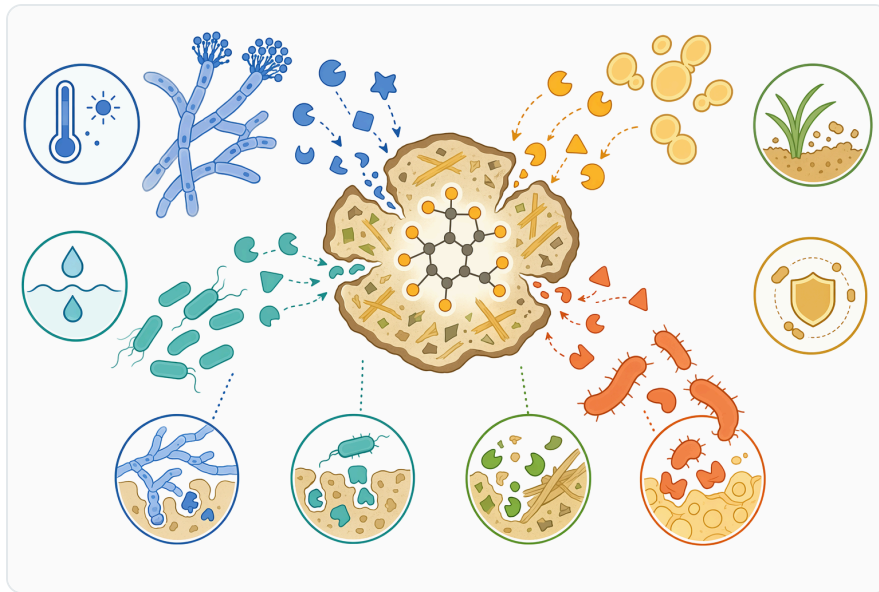


Figure 6. 상업용 및 실험용 피타아제는 안정성과 pH 반응 특성이 서로 다른 다양한 미생물에서 유래합니다.

La catégorie phytase d'Enzymes.bio regroupe des enzymes liées à l'hydrolyse du phytate et à l'amélioration de la disponibilité du phosphore dans les applications d'alimentation animale . Pour les utilisateurs professionnels, l'intérêt du produit se situe dans la combinaison de trois éléments : une fonction enzymatique bien établie, une orientation vers les régimes végétaux riches en phytate et une meilleure adéquation aux procédés où la résistance thermique est importante.

## Synthèse technique

La phytase thermostable CAS 9001-89-2 répond à une contrainte majeure des aliments modernes pour volailles et porcs : le phosphore végétal est présent dans les céréales, tourteaux et coproduits, mais une partie importante est immobilisée sous forme de phytate. En hydrolysant progressivement cette molécule, la phytase libère du phosphate inorganique et peut réduire les interactions antinutritionnelles du phytate avec certains minéraux et nutriments. Les sources scientifiques confirment à la fois la diversité des phytases microbiennes et l'intérêt industriel d'améliorer leur stabilité, notamment pour les procédés thermiques <sup>[6]</sup>.

La thermostabilité ajoute une dimension technologique déterminante pour les aliments granulés. Elle vise à préserver l'activité de l'enzyme après exposition à la chaleur, à l'humidité et à la pression, tout en restant dépendante des conditions réelles de fabrication et de stockage. Les recherches récentes sur

les phytases résistantes à la chaleur, l'ingénierie enzymatique et l'encapsulation montrent que la stabilité est un domaine d'innovation actif dans les enzymes pour alimentation animale <sup>[9]</sup>.

Utilisée dans une formulation rationnelle, la phytase thermostable permet de mieux exploiter le phosphore des ingrédients végétaux, de limiter la dépendance aux phosphates minéraux et de contribuer à la réduction des rejets phosphorés. Enzymes.bio propose cette enzyme en ligne pour les utilisateurs professionnels, par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande .

## Commander Thermostable Phytase Enzyme Livestock Cas 9001-89-2 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 Thermostable Phytase Enzyme Livestock Cas 9001-89-2 →](#)

## 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. Rizwanuddin, S., Kumar, V., Singh, P., Naik, B., Mishra, S., Chauhan, M., Saris, P., ... et al. (2023). Insight into phytase-producing microorganisms for phytate solubilization and soil sustainability. *Frontiers in Microbiology*, 14.
2. Diana, B. (2023). Current Trends with Enzymes Applications in Industrial Broilers Production. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
3. Phytasestability. *K-state*.
4. Isah, S., & Okosun, J. (2023). Nutritional and Anti-nutritional Compositions of Rice Bran as a Potential Animal Feed. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*.
5. Oketch, E. O., & Heo, J. M. (2025). Prospects of feed additive incorporation in laying hen diets: a narrative review of principal biological effects and recent developments. *Journal of Animal Science and Technology*, 68, 50 - 71.
6. Kango, N., Jana, U. K., & Choukade, R. (2019). Fungal Enzymes: Sources and Biotechnological Applications. *Advancing Frontiers in Mycology & Mycotechnology*.
7. Lawal, O. T., Onuegbu, C., Afe, A. E., Olopoda, I. A., Igbe, F. O., Ojo, F. M., & Sanni, D. M. (2024). Biochemical characterization of purified phytase produced from *Aspergillus awamori* AFE1 associated with the gastrointestinal tract of longhorn beetle (*Cerambycidae latreille*). *Mycologia*, 116, 477 - 486.
8. Boyadzhieva, I., Berberov, K., Atanasova, N., Krumov, N., & Kabaivanova, L. (2025). Isolation, Purification and In Vitro Characterization of a Newly Isolated Alkalophilic Phytase Produced by the Halophile *Cobetia marina* Strain 439 for Use

as Animal Food Supplement. *Fermentation*.

9. Tu, T., Wang, Q., Dong, R., Liu, X., Penttinen, L., Hakulinen, N., Tian, J., ... et al. (2024). Achieving thermostability of a phytase with resistance up to 100 °C. *Journal of Biological Chemistry*, 300.
10. Patel, D., Rawat, R., Sharma, S., Shah, K., Borsadiya, N., & Dave, G. (2023). Linker-assisted engineering of chimeric xylanase-phytase for improved thermal tolerance of feed enzymes. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 42, 8114 - 8124.
11. Weng, Y., Xu, X., Yan, P., You, J., Chen, X., Song, H., & Zhao, C. (2024). Enzyme encapsulation in metal-organic frameworks using spray drying for enhanced stability and controlled release: A case study of phytase. *Food Chemistry*, 452, 139533 .
12. Sharma, T., Xia, C., Sharma, A., Raizada, P., Singh, P., Sharma, S., Sharma, P., ... et al. (2022). Mechano-chemical and biological energetics of immobilized enzymes onto functionalized polymers and their applications. *Bioengineered*, 13, 10518 - 10539.
13. Suresh, N., & Das, A. (2014). Molecular Cloning of Alkaline Phosphatase, Acid Phosphatase and Phytase Genes from Aspergillus fumigatus for Applications in Biotechnological Industries.
14. Bajaj, B., & Wani, M. A. (2011). Enhanced phytase production from Nocardia sp. MB 36 using agro-residues as substrates: Potential application for animal feed production. *Engineering in Life Sciences*, 11.
15. Yassin, M. A., Mohsen, E. H., George, N., Marawan, M. A., El-Sayed, A. S. A., & El-Demerdash, M. M. (2025). Bioprocessing and characterization of thermostable phytase from Aspergillus terreus, an endophyte of Catharanthus roseus, with a potential activity to hydrolyze phytic acid in wheat bran. *BMC Biotechnology*, 25.
16. Nadaroğlu, H., & Polat, M. S. (2022). Microbial extremozymes: Novel sources and industrial applications.
17. Bonugli-Santos, R. C., Santos Vasconcelos, M. R., Passarini, M., Vieira, G. A., Lopes, V. C. P., Mainardi, P. H., Santos, J. A., ... et al. (2015). Marine-derived fungi: diversity of enzymes and biotechnological applications. *Frontiers in Microbiology*, 6.

## Contacteur 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.