

# Phospholipase : enzyme pour le dégommage des huiles, la modification des phospholipides et les procédés lipidiques alimentaires

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

La phospholipase est une enzyme qui transforme les phospholipides en coupant des liaisons précises de leur structure, ce qui permet de modifier leur polarité, leur comportement interfacial et leur facilité de séparation. En procédé B2B, elle est surtout pertinente pour le dégommage enzymatique des huiles, la modification de lécithines, la conversion de phospholipides et certaines applications alimentaires où la fonctionnalité lipidique est déterminante <sup>[1][2][3]</sup>.

Enzymes.bio fournit une préparation de phospholipase destinée aux usages professionnels de transformation ; le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande .

## Comprendre la phospholipase : une famille d'enzymes, pas une activité unique

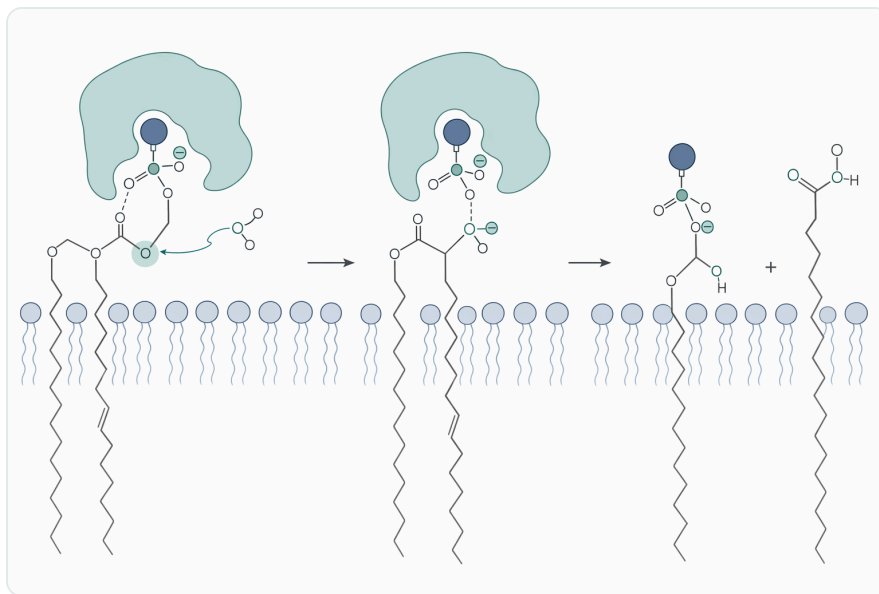
Le terme **phospholipase** désigne une famille d'enzymes capables d'agir sur les phospholipides, qui sont des lipides amphiphiles constitués d'une partie polaire et d'une ou plusieurs chaînes hydrophobes. Cette architecture explique leur rôle dans les membranes biologiques, les lécithines, les gommes d'huiles brutes et de nombreuses matrices alimentaires ou biotechnologiques. Une enzyme phospholipase ne « détruit » donc pas simplement une matière grasse : elle modifie un type de lipide polaire selon une liaison cible, avec des produits de réaction différents selon la sous-famille enzymatique <sup>[2][3]</sup>.

Les principales familles sont la **phospholipase A1**, la **phospholipase A2**, la **phospholipase C** et la **phospholipase D**. Les phospholipases A1 et A2 hydrolysent les liaisons ester des chaînes acyles ; les phospholipases C et D coupent dans la partie phosphodiester associée au groupement polaire. Cette distinction est essentielle pour l'utilisateur industriel, car les produits formés — lysophospholipides, acides gras, diacylglycérol, phosphocholine, acide phosphatidique ou phospholipides transphosphatidylés — n'ont pas les mêmes propriétés technologiques <sup>[2][3]</sup>.

La recherche sur la **phospholipase A2 rôle** inclut de nombreux travaux biologiques, notamment sur les venins, l'inflammation et la libération d'acides gras précurseurs de médiateurs lipidiques. Ces données expliquent pourquoi les termes **phospholipase a2 prostaglandins**, **phospholipase a2 inflammation** ou **phospholipase a2 activation** apparaissent souvent dans la littérature. Pour un contexte industriel, ces connaissances sont utiles pour comprendre la sélectivité biochimique, mais elles ne doivent pas être converties en revendications de bénéfices santé pour une préparation enzymatique de procédé [4][5][6].

## Où l'enzyme coupe-t-elle le phospholipide ?

Un glycérophospholipide peut être décrit comme un squelette glycérol portant deux chaînes acyles et un groupement phosphate lié à une tête polaire, par exemple choline, éthanolamine, sérine ou inositol. Selon l'enzyme, la coupure porte sur la chaîne acyle en position sn-1, la chaîne acyle en position sn-2, ou la liaison phosphodiester proche du glycérol ou de la tête polaire. Cette géométrie explique pourquoi deux phospholipases appliquées au même substrat peuvent donner des produits très différents [2][3].



**Figure 1.** 포스포리파아제는 인지질의 에스터 결합을 가수분해하여 리소인지질과 유리 지방산을 생성함으로써 인지질의 제거 또는 변형을 개선합니다.

Famille de phospholipase	Zone de coupure principale	Produits typiques	Intérêt technologique courant
Phospholipase A1	Chaîne acyle en position sn-1	Lysophospholipide + acide gras	Hydrolyse ciblée de phospholipides, modification de lécithines,

Famille de phospholipase	Zone de coupure principale	Produits typiques	Intérêt technologique courant
			bioconversions lipidiques
Phospholipase A2	Chaîne acyle en position sn-2	Lysophospholipide + acide gras	Études biologiques, modification de lipides structurés, compréhension des cascades lipidiques
Phospholipase C	Liaison entre glycérol et phosphate	Diacylglycérol + tête phosphorylée	Dégommage enzymatique, transformation des phospholipides d'huiles, applications alimentaires
Phospholipase D	Liaison entre phosphate et tête polaire	Acide phosphatidique + alcool de tête ; transphosphatidylation possible	Production de phospholipides fonctionnels, conversion de phosphatidylcholine, valorisation de lécithines

Dans les applications industrielles, le choix entre phospholipase A1, A2, C ou D dépend du résultat recherché. Une phospholipase A1 peut être pertinente lorsque l'on vise des lysophospholipides ou des conversions de phospholipides par hydrolyse contrôlée ; des travaux récents décrivent par exemple l'immobilisation de phospholipase A1 pour l'hydrolyse de phospholipides et la conversion de phospholipides enrichis en DHA <sup>[7][8]</sup>. Une phospholipase C, en revanche, est particulièrement étudiée pour le dégommage des huiles et les technologies alimentaires vertes, car elle transforme certains phospholipides en formes plus compatibles avec la séparation ou la valorisation des phases <sup>[3][9]</sup>.

La **phospholipase D** occupe une place particulière parce qu'elle peut hydrolyser la tête polaire, mais aussi catalyser des réactions de transphosphatidylation dans des conditions appropriées. Cette propriété est exploitée dans la littérature sur les phospholipides fonctionnels, où la phospholipase D est discutée comme outil de synthèse ou de conversion de molécules telles que la phosphatidylsérine à partir de substrats plus courants comme la phosphatidylcholine <sup>[2]</sup>.

## Mécanisme : pourquoi la phospholipase change le comportement des lipides

La réaction enzymatique modifie la balance hydrophile-lipophile du phospholipide. Une molécule initialement organisée pour stabiliser une interface peut devenir plus hydrophile, plus réactive, plus facile à hydrater ou plus facile à séparer selon la coupure réalisée. Dans une huile brute, cette transformation peut aider à traiter les « gommes » phospholipidiques ; dans une lécithine, elle peut modifier les propriétés émulsifiantes ; dans une matrice alimentaire, elle peut changer la répartition de l'eau et des lipides <sup>[1][3]</sup>.

La **phospholipase membranaire** est souvent décrite en biologie cellulaire parce que les phospholipides sont des constituants majeurs des membranes. Le même principe de reconnaissance interfaciale explique aussi leur intérêt industriel : le substrat est fréquemment à l'interface entre phase aqueuse et phase lipidique, et la performance dépend de l'accessibilité du phospholipide. Une dispersion correcte de la matière grasse, une teneur en eau compatible avec la réaction et un temps de contact adapté sont donc des paramètres de procédé importants, sans qu'il existe une recette universelle valable pour toutes les matrices <sup>[3][10]</sup>.

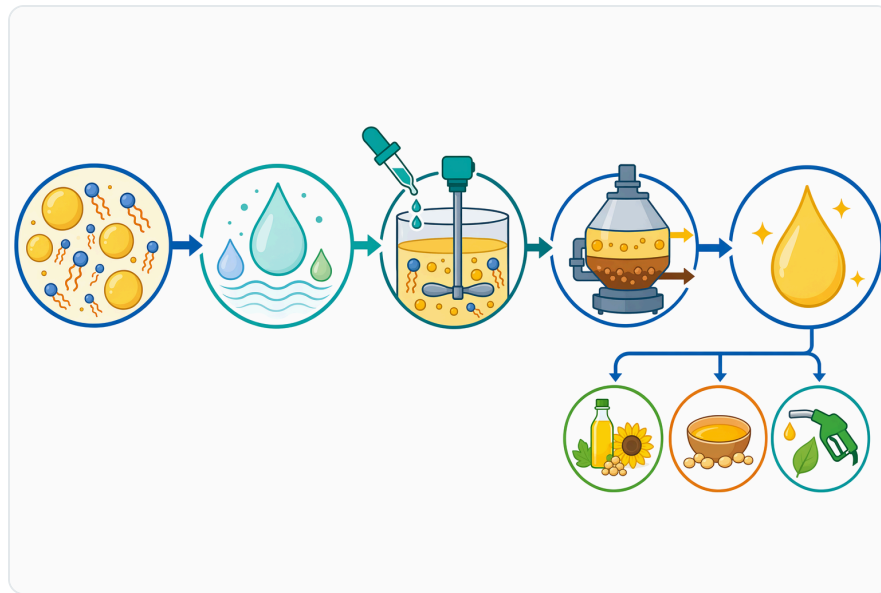


Figure 2. 산업용 포스포리파아제 공정은 효소적 오일 탈검 과정에서 수화성 및 비수화성 인지질을 분리 가능한 산물로 전환하는 데 널리 사용됩니다.

Certaines phospholipases nécessitent des environnements catalytiques ou structuraux spécifiques. Les travaux sur les phospholipases C bactériennes Zn(II)-dépendantes montrent par exemple l'importance de la stabilité thermique et de l'architecture protéique dans les applications de transformation, tandis que les ressources structurales sur la phospholipase A2 illustrent comment des ions et des résidus catalytiques peuvent contribuer au positionnement du substrat et à la coupure de la liaison cible <sup>[11]</sup> <sup>[12]</sup>.

## Phospholipase C : dégomme, PIP2 et messagers secondaires

La **phospholipase C** est une sous-famille centrale à la fois en biologie et en transformation des lipides. En biologie cellulaire, la recherche sur **phospholipase c pip2**, **phospholipase c second messenger** et **phospholipase c calcium** renvoie à la coupure du phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate, souvent abrégé PIP2, en messagers secondaires impliqués dans la signalisation calcique. La

**phosphatidylinositol phospholipase c** et des isoformes comme **phospholipase c gamma 2** appartiennent donc à un vocabulaire de signalisation cellulaire, distinct des objectifs de formulation ou de raffinage <sup>[3]</sup>.

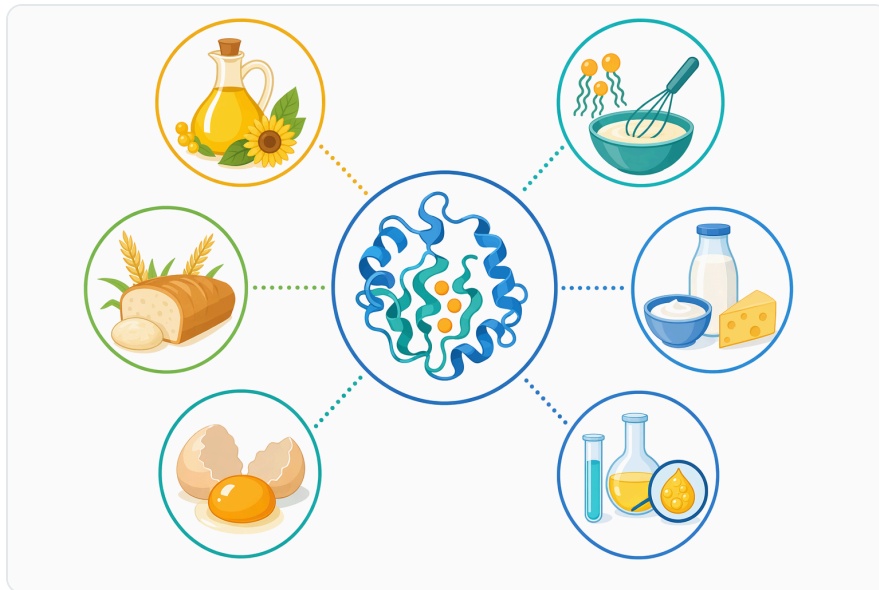
En industrie alimentaire et lipidique, la **phospholipase c function** est abordée de manière plus technologique : transformer des phospholipides présents dans une huile ou une matrice pour faciliter leur séparation ou améliorer le rendement de raffinage. Une revue récente sur les applications de la phospholipase C dans l'industrie alimentaire met en avant le lien entre mécanismes moléculaires, procédés plus verts et transformation des phospholipides dans les systèmes alimentaires <sup>[3]</sup>.

Les études sur les phospholipases C thermostables et immobilisées montrent l'intérêt de formes enzymatiques plus robustes pour le dégomme enzymatique. Des publications récentes décrivent la stabilisation thermique d'une phospholipase C bactérienne Zn(II)-dépendante et présentent les phospholipases C thermostables comme une voie importante vers des procédés de dégomme enzymatique plus efficaces et durables <sup>[11][9]</sup>.

## **Phospholipase A1 et A2 : hydrolyse des chaînes acyles et lysophospholipides**

---

La **phospholipase A1** hydrolyse une chaîne acyle et forme un lysophospholipide. Ce type de produit peut avoir une activité interfaciale différente de celle du phospholipide d'origine, ce qui explique l'intérêt des A1 dans la modification de lécithines ou la préparation de lipides fonctionnalisés. Des travaux sur l'immobilisation de phospholipase A1 indiquent son potentiel pour obtenir une hydrolyse à haut rendement de phospholipides dans des systèmes de microémulsion eau-dans-huile, ainsi que pour améliorer certaines conversions de phospholipides enrichis en acides gras spécifiques <sup>[7][8]</sup>.



**Figure 3.** 포스포리파아제는 식용유 정제, 레시틴 품질 개선, 제빵, 유제품, 난가공 및 지질 변형 분야에 활용됩니다.

La **phospholipase A2** agit sur une autre position acyle et occupe une place importante dans les études de biochimie, de venins et d'inflammation. Les revues sur les inhibiteurs de phospholipase A2 pour les maladies inflammatoires, ainsi que les travaux sur les phospholipases A2 de venins de Viperidae, soulignent le lien entre libération d'acides gras, médiateurs lipidiques et effets biologiques <sup>[5][6]</sup>. Dans un document destiné aux procédés B2B, cette littérature sert surtout à décrire le mécanisme et la spécificité ; elle ne constitue pas une base de revendication médicale.

Les termes **cascade phospholipase** ou **phospholipase a2 activation** apparaissent souvent quand plusieurs enzymes transforment successivement des lipides membranaires en signaux ou médiateurs. Ce vocabulaire est utile pour comprendre la puissance chimique de ces enzymes, mais l'application industrielle recherche généralement un résultat mesurable sur la matière : réduction de gommages, conversion d'une fraction phospholipidique, modification d'une interface ou production d'un dérivé lipidique ciblé <sup>[4][5]</sup>.

## Phospholipase D : conversion de phosphatidylcholine et phospholipides fonctionnels

La **phospholipase D** hydrolyse la liaison entre le phosphate et la tête polaire d'un phospholipide, ce qui peut former de l'acide phosphatidique. Dans des conditions adaptées, elle peut aussi transférer le groupement phosphatidyle vers un autre alcool, mécanisme connu sous le nom de transphosphatidyltion. Cette capacité fait de la phospholipase D un outil étudié pour produire ou enrichir des phospholipides à valeur fonctionnelle <sup>[2]</sup>.

La revue consacrée au savoir-faire sur les phospholipides et à l'exploitation industrielle de la phospholipase D souligne l'intérêt de cette enzyme pour passer de phospholipides abondants à des phospholipides plus spécialisés. La phosphatidylsérine est un exemple fréquemment discuté dans ce champ, car elle peut être obtenue par modification enzymatique de la phosphatidylcholine en présence d'un accepteur approprié [2].

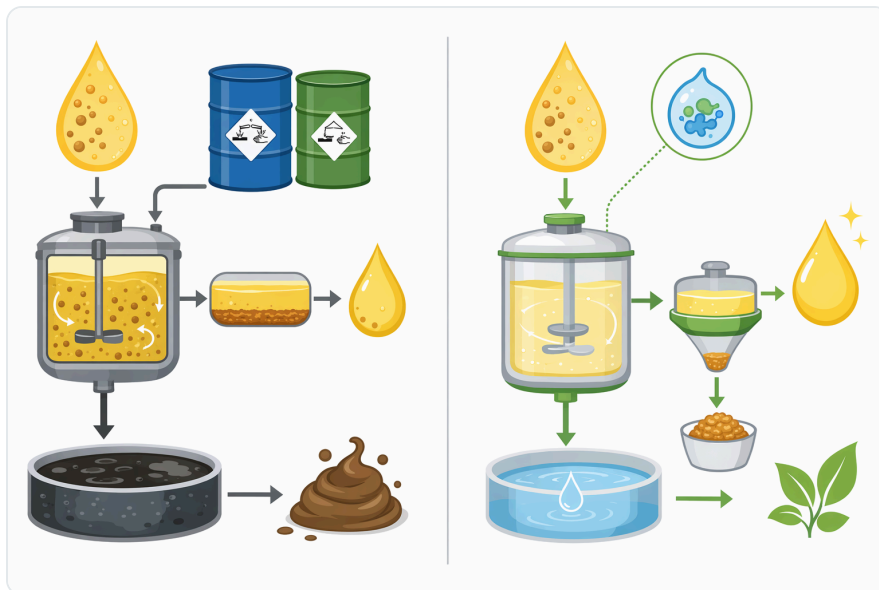


Figure 4. 화학적 탈검과 비교할 때, 효소적 포스포리파아제 처리는 오일 수율을 높이고 화학물질 사용량과 폐수 발생을 줄일 수 있습니다.

Pour l'utilisateur B2B, le point central est la compatibilité entre l'objectif de conversion et la matière première : lécithine de soja, fraction riche en phosphatidylcholine, phospholipides d'origine animale ou microbienne, ou mélange lipidique plus complexe. Une même phospholipase D peut se comporter différemment selon l'accessibilité du substrat, la composition du milieu et l'équilibre entre hydrolyse et transphosphatidylation [2].

## Application majeure : dégommage enzymatique des huiles

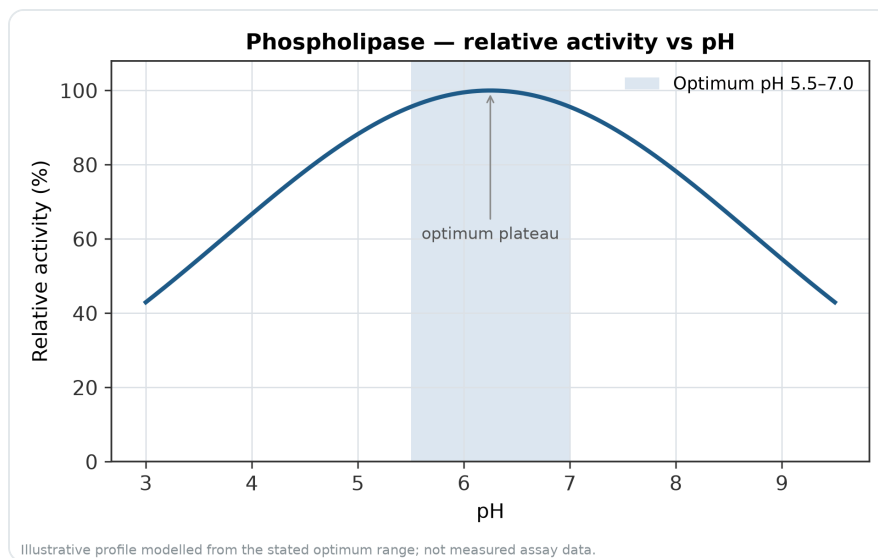
Le dégommage vise à traiter les phospholipides présents dans les huiles brutes, qui peuvent perturber les étapes de raffinage, influencer la stabilité, retenir des métaux ou contribuer à des pertes de rendement. Les phospholipases permettent de convertir ces phospholipides en formes plus faciles à gérer dans le procédé, soit parce qu'elles deviennent plus hydratables, soit parce que leur comportement de phase change. La littérature récente documente l'utilisation de phospholipases immobilisées pour le dégommage d'huile brute de soja [1].

Les phospholipases C sont particulièrement discutées dans ce contexte. Des travaux sur une phospholipase C immobilisée sur alginate de calcium-chitosane décrivent une amélioration de la performance et un potentiel industriel dans le raffinage de l'huile de soja. D'autres publications présentent les phospholipases C thermostables comme un levier pour rendre le dégomme enzymatique plus efficace et plus durable [10][9].

Le dégomme enzymatique s'inscrit aussi dans une logique de procédés plus sobres en chimie. Les revues sur les applications de la phospholipase C dans l'industrie alimentaire mettent en avant les technologies de transformation plus vertes, en reliant la sélectivité enzymatique aux objectifs de réduction de traitements plus agressifs. Cette promesse doit cependant être évaluée procédé par procédé, car la performance dépend de l'huile, des gommages, du mélange, de la température compatible, de la phase aqueuse disponible et de l'intégration avec le raffinage existant [3][9].

## Modification des lécithines et valorisation des phospholipides

Les lécithines sont des mélanges complexes de phospholipides, de triglycérides et de composés associés. Leur fonctionnalité dépend fortement de la proportion de phosphatidylcholine, phosphatidyléthanolamine, phosphatidylinositol, acide phosphatidique et lysophospholipides. Une phospholipase peut modifier cette distribution de manière ciblée, ce qui influence les propriétés d'émulsification, de mouillage, de dispersion ou de comportement interfacial [2][3].



**Figure 5.** pH에 따른 포스포리파아제의 상대 활성으로, pH 5.5–7.0에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

La modification enzymatique est particulièrement utile lorsque la valeur de la matière ne vient pas seulement de sa composition globale, mais de la structure précise des phospholipides. Les phospholipases A1 peuvent augmenter la proportion de lysophospholipides ; les phospholipases C

peuvent transformer des phospholipides en diacylglycérols et têtes phosphorylées ; les phospholipases D peuvent orienter la synthèse vers des phospholipides polaires spécialisés. Ces voies ne sont pas interchangeables : elles correspondent à des objectifs de formulation différents <sup>[2][7][3]</sup>.

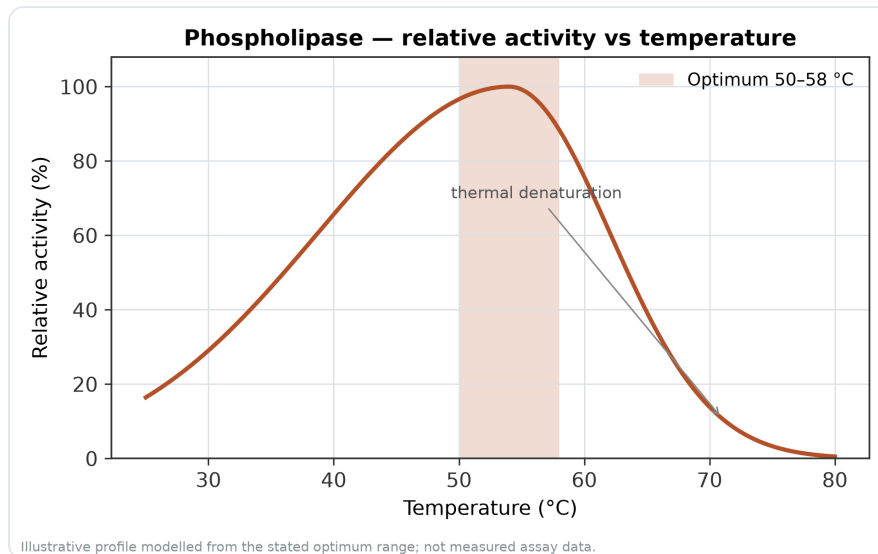
Dans les conversions à plus forte valeur ajoutée, la phospholipase D est souvent citée parce qu'elle permet la transphosphatidylation. Cette réaction peut convertir une phosphatidylcholine abondante en phospholipides comme la phosphatidylsérine, sous réserve que la matrice et les conditions réactionnelles favorisent la voie souhaitée. L'intérêt industriel réside dans la valorisation d'un flux phospholipidique plutôt que dans une simple élimination des gommages <sup>[2]</sup>.

## **Applications alimentaires : matrices lipidiques et procédés plus verts**

---

Les applications alimentaires des phospholipases se situent à l'interface entre biochimie des lipides et ingénierie de procédé. Une revue récente sur la phospholipase C dans l'industrie alimentaire décrit le passage des mécanismes moléculaires vers des technologies de transformation plus vertes, notamment lorsque la conversion enzymatique peut remplacer ou alléger des traitements chimiques <sup>[3]</sup>. Cette approche est cohérente avec l'usage des enzymes comme auxiliaires de procédé, mais elle ne dispense pas d'une validation dans chaque matrice.

Dans les systèmes alimentaires riches en lipides polaires, l'effet recherché n'est pas seulement la coupure chimique. Les produits formés modifient la tension interfaciale, la stabilité de l'émulsion, la distribution de l'eau, la séparation des phases ou la texture. Ainsi, une petite modification de la fraction phospholipidique peut avoir un effet disproportionné sur la performance d'une formulation, surtout lorsque les phospholipides sont concentrés à l'interface <sup>[3]</sup>.



**Figure 6.** 온도에 따른 포스포리파아제의 상대 활성으로, 50-58°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘어서면 열변성으로 인한 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Les publications sur l'immobilisation et la stabilisation des phospholipases montrent également une tendance claire : l'industrie cherche des enzymes plus réutilisables, plus stables et mieux intégrables aux procédés. Ces travaux ne signifient pas que toutes les préparations commerciales sont immobilisées ou thermostables ; ils montrent plutôt les axes de développement scientifique autour des phospholipases industrielles [\[1\]\[11\]\[10\]](#).

## Paramètres de procédé à maîtriser sans figer une recette unique

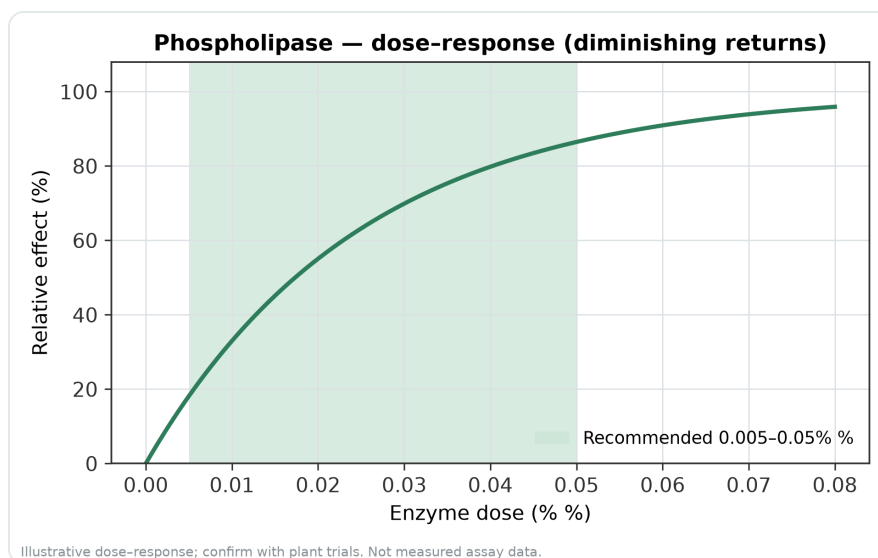
La phospholipase agit sur un substrat lipidique souvent peu soluble dans l'eau, ce qui rend l'interface essentielle. Le résultat dépend de l'accessibilité du phospholipide, de la qualité du mélange, de la présence d'eau, de la dispersion de la phase lipidique, du temps de contact et de la compatibilité entre l'enzyme et les conditions du procédé. Ces paramètres ne se réduisent pas à une valeur unique, car une huile brute, une lécithine concentrée et une matrice alimentaire émulsionnée ne présentent pas la même disponibilité de substrat [\[3\]\[10\]](#).

La température et le pH doivent rester compatibles avec la structure protéique de l'enzyme et avec la stabilité de la matière première. Les travaux sur la stabilisation thermique d'une phospholipase C bactérienne et sur les phospholipases C thermostables illustrent l'importance de la robustesse enzymatique lorsque l'on veut intégrer la catalyse dans des procédés industriels exigeants [\[11\]\[9\]](#). Toutefois, les valeurs opérationnelles doivent être définies dans le cadre du procédé utilisateur, sans transposer directement des conditions expérimentales publiées.

La teneur en eau est un autre facteur déterminant. Trop peu d'eau peut limiter une hydrolyse ; trop d'eau peut changer la structure de phase ou favoriser une voie concurrente dans certaines conversions. Les études sur la phospholipase A1 en microémulsion eau-dans-huile montrent que l'équilibre de phase et l'eau disponible peuvent influencer fortement l'hydrolyse et la répétabilité de l'usage enzymatique [7].

## Ce que les données scientifiques démontrent — et ce qu'elles ne démontrent pas

Les données disponibles démontrent solidement que les phospholipases sont des biocatalyseurs sélectifs capables de modifier les phospholipides selon la liaison ciblée. Les publications sur la phospholipase C alimentaire, la phospholipase D industrielle et la phospholipase A1 immobilisée confirment la diversité des mécanismes et des applications, du dégommeage des huiles à la synthèse de phospholipides fonctionnels [2][7][3].



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.005–0.05%)에서 포스포리파아제의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

Les données démontrent aussi que l'ingénierie de l'enzyme et de son support peut améliorer la stabilité, la récupération ou l'intégration au procédé. Les exemples d'immobilisation sur nanoparticules magnétiques, sur matrices alginate-chitosane ou sur matériaux nanostructurés montrent une recherche active autour de la réutilisation et de la performance en milieux lipidiques [1][8][10].

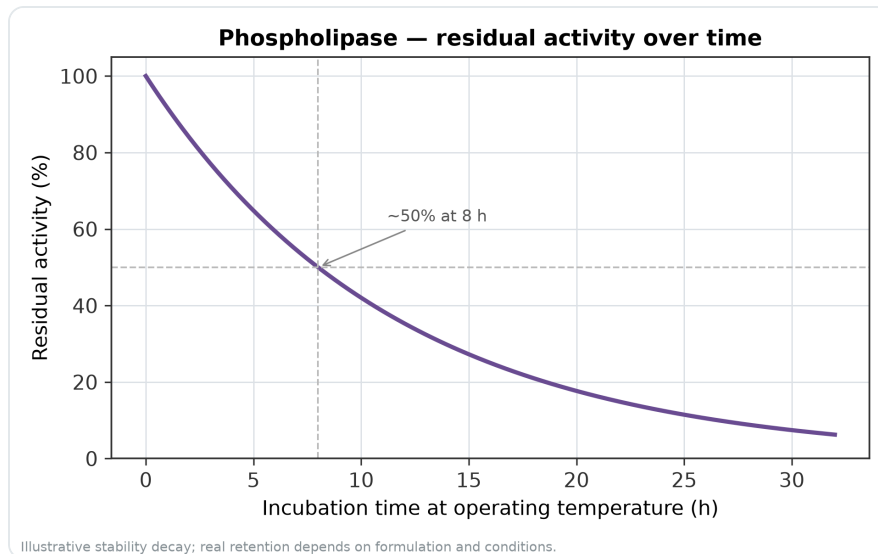
En revanche, la littérature médicale ou cellulaire ne doit pas être surinterprétée. Les travaux sur les inhibiteurs de phospholipase A2 dans les maladies inflammatoires, les phospholipases A2 de venins ou les activités biologiques de composants de venin d'abeille concernent des systèmes physiologiques

spécifiques. Ils ne signifient pas qu'une phospholipase de procédé possède un effet thérapeutique ou nutritionnel revendicable [4][5][6].

## Positionnement Enzymes.bio pour les utilisateurs B2B

Enzymes.bio propose la phospholipase comme produit enzymatique professionnel vendu directement en ligne par unité de 1 kg. Enzymes.bio est un fournisseur B2B ; il ne doit pas être compris comme un fabricant ou un laboratoire de développement de procédés. Le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande, ce qui permet l'intégration documentaire du produit dans les procédures internes de l'utilisateur .

Le produit doit être envisagé comme un auxiliaire de transformation destiné à des procédés maîtrisés : raffinage ou traitement d'huiles, modification de phospholipides, fonctionnalisation de lécithines, ou autres applications où la conversion enzymatique des lipides polaires apporte un avantage technologique. Il n'est pas destiné à la consommation directe et son emploi doit rester aligné avec les exigences réglementaires, qualité et sécurité applicables au secteur de l'utilisateur .



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 포스포리파아제의 열 안정성 저하를 예시한 그래프입니다.

La valeur d'une phospholipase réside dans sa sélectivité : elle permet de transformer une fraction phospholipidique sans appliquer une chimie indifférenciée à toute la matière grasse. Pour les industriels, cette sélectivité peut se traduire par une meilleure séparation des gommes, une modification de la fonctionnalité interfaciale ou une conversion vers des phospholipides à plus forte valeur. Le bénéfice réel dépend cependant toujours du substrat, de l'intégration du procédé et de l'objectif technologique [1][2][3].

## Conclusion : une enzyme de précision pour les lipides polaires

La phospholipase est un outil de biocatalyse spécialisé dans la transformation des phospholipides. Ses sous-familles — phospholipase A1, phospholipase A2, phospholipase C et phospholipase D — se distinguent par leur site de coupure et par les produits formés, ce qui conditionne directement leurs usages industriels <sup>[2][3]</sup>.

Les applications les mieux documentées concernent le dégomme enzymatique des huiles, la modification de lécithines, la conversion de phospholipides et le développement de procédés alimentaires plus sélectifs. Les publications récentes sur les phospholipases immobilisées, thermostables ou orientées vers la transphosphatidylolation montrent une dynamique importante autour de procédés lipidiques plus efficaces et mieux contrôlés <sup>[1][7][10][9]</sup>.

Pour un utilisateur B2B, l'intérêt principal n'est pas d'ajouter une enzyme de façon générique, mais de relier clairement le type de phospholipase à la transformation souhaitée : hydrolyse d'une chaîne acyle, formation de lysophospholipides, conversion en diacylglycérol, production d'acide phosphatidique ou synthèse de phospholipides fonctionnels. C'est cette correspondance entre mécanisme enzymatique, matrice lipidique et objectif de procédé qui détermine la pertinence industrielle de la phospholipase.

### Commander Phospholipase 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 Phospholipase →](#)

## 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. Chen, L., Gao, Y., He, M., Liu, Y., Teng, F., & Li, Y. (2024). Magnetic nanoparticles-immobilized phospholipase LM and phospholipase 3G: Preparation, characterization, and application on soybean crude oil degumming. *International Journal of Biological Macromolecules*, 279 Pt 3, 135368 .
2. Zhang, P., Gong, J., Qin, J., Li, H., Hou, H., Xiao-Zhang, Xu, Z., ... et al. (2021). Phospholipids (PLs) know-how: exploring and exploiting phospholipase D for its industrial dissemination. *Critical Reviews in Biotechnology*, 41, 1257 - 1278.

3. Pei, X., Zheng, X., Zhang, C., Tan, F., Yang, X., Shao, H., Zhang, Z., ... et al. (2025). Recent Advances in Phospholipase C Applications in Food Industry: From Molecular Mechanisms to Green Processing Technologies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
4. Cui, Z., Zhou, Z., Sun, Z., Duan, J., Liu, R., Qi, C., & Yan, C. (2024). Melittin and phospholipase A2: Promising anti-cancer candidates from bee venom. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 179, 117385 .
5. Magrioti, V., & Kokotos, G. (2013). Phospholipase A2 inhibitors for the treatment of inflammatory diseases: a patent review (2010 – present). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 23, 333 - 344.
6. Galebskaya, L. V., Vasina, L., Galkin, M., & Tarasova, Y. (2022). Viperidae snake venom phospholipase A2 . Biochemical targets for the action of protein in the human blood circulatory system. Part 1 (review of literature). *The Scientific Notes of the Pavlov University*.
7. Hayakawa, Y., Nakayama, R., Namiki, N., & Imai, M. (2021). Promising Immobilization of Industrial-Class Phospholipase A1 to Attain High-Yield Phospholipids Hydrolysis and Repeated Use with Optimal Water Content in Water-in-Oil Microemulsion Phase. *Applied Sciences*.
8. Gao, Q., Lang, Z., Ren, L., Hu, X., & Ren, L. (2025). Synthesis and application of nanoscale ZIF-67 for enhanced phospholipase A1 immobilization and high phospholipid-DHA conversion. *Food Chemistry*, 493 Pt 3, 145970 .
9. Val, D. S., Nardo, L. D., Marchisio, F., Lacava, F., Aguirre, A., Peirú, S., Castelli, M. E., ... et al. (2025). Thermostable phospholipase C: A key to efficient and sustainable enzymatic oil degumming processes. *Journal of the American Oil Chemists Society*.
10. Alzahrani, A., Krayem, N., Alonazi, M. A., Al-Shehri, E., Horchani, H., & Bacha, A. B. (2025). Immobilized Staphylococcus aureus phospholipase C on calcium alginate-chitosan: improved performance and industrial potential in soybean oil refining. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 13.
11. Val, D. S., Nardo, L. D., Marchisio, F., Peirú, S., Castelli, M. E., Abriata, L., Menzella, H. G., ... et al. (2024). Thermal Stabilization of a Bacterial Zn(II)-Dependent Phospholipase C through Consensus Sequence Design. *Biochemistry*.
12. 239. *Rcsb*.

## 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.