

# Lipase alimentaire en poudre pour pain et fromage : applications en boulangerie, fromagerie et transformation des lipides

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

La lipase alimentaire en poudre est une enzyme qui catalyse la transformation des triglycérides et d'autres lipides, principalement par hydrolyse, afin de libérer des acides gras et de modifier le comportement fonctionnel des matières grasses. En fromagerie, cet effet est directement lié au développement d'arômes pendant l'affinage ; en boulangerie, l'intérêt porte surtout sur les formulations où les lipides influencent la structure de pâte, la mie et la stabilité du produit fini <sup>[1][2]</sup>.

## Food Grade Lipase Enzyme Powder — High Concentrate For Bread & Cheese Manufacturing,

proposé par Enzymes.bio, est destiné aux professionnels qui souhaitent intégrer une activité lipolytique dans des procédés alimentaires tels que la fabrication de fromages, de pains enrichis ou de produits contenant des matières grasses. Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne ; le produit est vendu directement par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande .

## Rôle technique d'une lipase alimentaire

Une lipase est une enzyme spécialisée dans les réactions impliquant les lipides. Les lipases microbiennes et alimentaires sont largement décrites pour leur capacité à hydrolyser les triglycérides en acides gras libres et en glycérides partiels, mais elles peuvent aussi intervenir, selon les conditions de milieu, dans des réactions de modification des graisses comme l'estérification ou l'interestérification <sup>[1][2]</sup>. Cette polyvalence explique leur usage dans plusieurs secteurs alimentaires où les matières grasses ne sont pas seulement des ingrédients énergétiques, mais aussi des déterminants d'arôme, de texture et de stabilité.

Dans une matrice alimentaire réelle, l'action d'une lipase dépend fortement de l'accessibilité du substrat lipidique. Les globules gras du lait, les huiles dispersées dans une pâte, les matières grasses incorporées dans une recette boulangère ou les lipides d'un ingrédient riche en graines ne présentent pas la même surface de contact ni le même environnement physico-chimique. Les revues sur les lipases

industrielles soulignent que la performance enzymatique est contrôlée par la source de l'enzyme, la spécificité de substrat, la température, le pH, l'eau disponible, la nature des lipides et la durée de réaction <sup>[1][3]</sup>.

Pour les transformateurs alimentaires, l'intérêt n'est donc pas seulement d'« ajouter une enzyme », mais de choisir un levier biochimique capable de modifier une fraction précise de la recette. En fromagerie, cette fraction est la matière grasse laitière ; en boulangerie, elle peut provenir de la farine, du beurre, des huiles, des œufs, des graines ou d'ingrédients enrichis. La lipase agit alors comme un outil de formulation ou d'affinage, dont l'effet doit être interprété à l'échelle du procédé complet <sup>[2][4]</sup>.

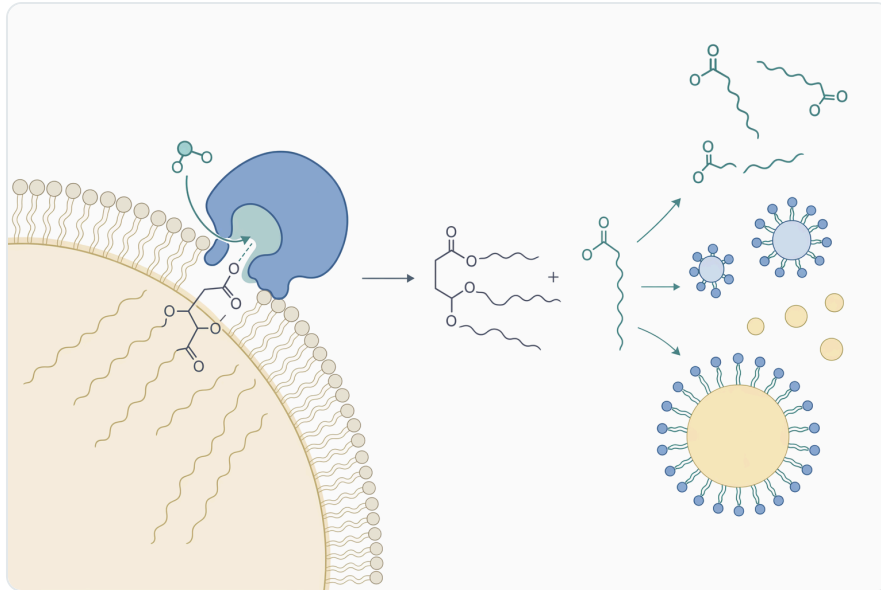
## Mécanisme d'action : hydrolyse des lipides et génération d'arômes

---

Le mécanisme le plus important pour les applications alimentaires est l'hydrolyse des triglycérides. Une molécule de triglycéride est constituée d'un squelette glycérol lié à trois acides gras ; la lipase catalyse la rupture de certaines liaisons ester, ce qui libère des acides gras libres et des mono- ou diglycérides. Ces produits de réaction ont des propriétés sensorielles et fonctionnelles différentes de celles des graisses intactes <sup>[1][2]</sup>.

En fromagerie, les acides gras libres sont particulièrement importants parce qu'ils participent directement au goût ou deviennent des précurseurs de composés aromatiques secondaires. Les notes piquantes, animales, beurrées, lactées ou plus intenses associées à certains fromages affinés proviennent d'un réseau de réactions où la lipolyse interagit avec la fermentation, la protéolyse, l'oxydation et l'activité microbienne de surface ou de pâte <sup>[4][5]</sup>. La lipase ne crée donc pas seule un profil aromatique complet, mais elle fournit une partie des briques chimiques nécessaires.

L'effet n'est pas uniquement qualitatif ; il est aussi temporel. Une libération trop faible d'acides gras peut donner un fromage moins expressif, tandis qu'une lipolyse excessive ou mal synchronisée peut produire des notes rances, savonneuses ou déséquilibrées. Les études sur les enzymes du lait rappellent que les lipases influencent la qualité de stockage et la perception sensorielle, ce qui rend leur maîtrise essentielle dans les produits laitiers <sup>[4]</sup>.



**Figure 1.** 리파아제는 트리글리세리드의 에스터 결합을 가수분해하여 유리 지방산, 모노아실글리세롤, 디아실글리세롤 및 관련 지질 조각을 형성한다.

Dans les systèmes lipidiques complexes, la lipase peut également interagir avec d'autres voies enzymatiques, notamment lorsque des lipides oxydables, des lipoxygénases ou des substrats multiples sont présents. Les travaux récents sur la catalyse différenciée dans les systèmes lipidiques complexes montrent que la transformation des lipides ne se limite pas à une réaction linéaire : la structure de la matrice, la nature des acides gras et la coexistence d'autres réactions enzymatiques influencent les produits finaux [6].

## Applications en fromagerie : développement aromatique et affinage

La fromagerie est l'application la plus solidement documentée pour les lipases alimentaires. Dans le lait et le fromage, la matière grasse est une source majeure de composés aromatiques, mais elle doit être transformée pour libérer son potentiel sensoriel. La lipase accélère ou oriente cette transformation en augmentant la disponibilité d'acides gras libres pendant la fabrication et l'affinage [4][5].

Dans les fromages affinés, la lipolyse contribue à la complexité aromatique avec la protéolyse et la fermentation lactique. Les acides gras à chaîne courte peuvent présenter une intensité aromatique élevée, tandis que d'autres acides gras servent de précurseurs à des méthylcétones, lactones, esters ou alcools, selon les flores et les conditions d'affinage. Cette logique explique l'usage des lipases dans des fromages à profil marqué, notamment des fromages de type italien, chèvre, brebis, bleu ou des produits où une note plus piquante est recherchée [4][5].

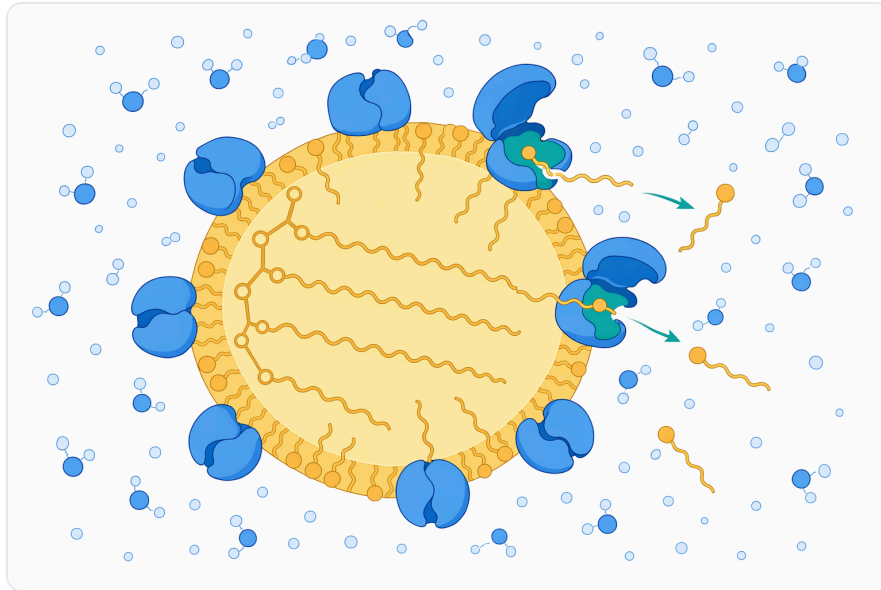
La lipase peut être particulièrement utile lorsque le procédé réduit l'activité enzymatique naturelle du lait. La pasteurisation, la standardisation et la maîtrise microbiologique améliorent la sécurité et la régularité de production, mais elles peuvent aussi réduire la contribution d'enzymes ou de flores indigènes au développement aromatique. Dans ce contexte, l'ajout contrôlé d'une lipase alimentaire permet de réintroduire une activité lipolytique définie dans un système autrement plus standardisé [4].

Il faut toutefois éviter de présenter la lipase comme un raccourci universel d'affinage. Le profil final d'un fromage dépend du lait, du taux de matière grasse, des cultures, du pH, de la teneur en sel, de l'humidité, du format, de la température et de la durée d'affinage. Les revues récentes sur les fromages, notamment de chèvre, montrent que les innovations de procédé doivent toujours être interprétées dans leur matrice spécifique, car les effets sensoriels et texturaux varient selon la technologie fromagère [5].

### **Points de maîtrise en production fromagère**

L'activité lipolytique doit être distribuée de manière homogène pour éviter des zones d'arôme trop intense ou une évolution irrégulière. Dans une cuve fromagère, l'intégration de la lipase avant ou pendant les étapes précoces de fabrication permet généralement une meilleure répartition dans la masse, mais les conditions précises relèvent de la recette et du procédé interne. La littérature sur les lipases rappelle que leur efficacité dépend fortement de la dispersion du substrat et de l'environnement réactionnel [1][4].

La salinité et l'humidité influencent aussi la réaction. Un fromage plus humide offre souvent une diffusion différente des enzymes et des produits de réaction, tandis que le sel agit sur l'activité de l'eau, la flore et les cinétiques enzymatiques. Ces paramètres expliquent pourquoi deux fromages recevant la même lipase peuvent évoluer différemment pendant l'affinage [4][5].



**Figure 2.** 많은 리파아제는 지질의 에스터 결합이 효소의 활성 부위에 접근하기 쉬운 지방-물 계면에서 가장 효과적으로 작용한다.

Enfin, la lipase doit être pensée avec les cultures et non contre elles. Les bactéries lactiques, flores d'affinage et moisissures peuvent transformer les acides gras libérés en composés aromatiques secondaires ; inversement, une flore ou un profil d'affinage inadapté peut laisser apparaître des notes grasses ou rances. La lipolyse est donc un levier d'arôme, mais son expression dépend du réseau microbiologique et biochimique du fromage <sup>[4]</sup>.

## Applications en boulangerie : action sur les lipides de la pâte

En boulangerie, l'intérêt des lipases repose sur leur capacité à modifier les lipides naturellement présents ou ajoutés dans les formulations. Les lipides de la farine, les huiles, le beurre, les œufs, les émulsifiants, les graines et les farines enrichies peuvent influencer la structure de pâte, la rétention gazeuse, la souplesse de mie et la perception sensorielle. Les lipases sont utilisées dans l'industrie alimentaire pour transformer les lipides, ce qui justifie leur évaluation dans des systèmes panaires contenant une fraction grasse fonctionnelle <sup>[2][7]</sup>.

L'action recherchée en panification n'est pas identique à celle de la fromagerie. Dans le fromage, l'objectif principal est souvent aromatique ; dans le pain, il s'agit plutôt de modifier l'organisation des lipides dans une matrice amidon-protéines-eau. La transformation de triglycérides en molécules plus polaires peut influencer les interfaces entre gluten, amidon, air et matière grasse, ce qui peut avoir des conséquences sur la tenue de pâte ou la texture finale <sup>[2][6]</sup>.

Les solutions enzymatiques pour la boulangerie sont souvent présentées comme des outils de renforcement de pâte et de formulation à étiquette plus simple, en complément ou en remplacement partiel de certains auxiliaires technologiques. Les informations sectorielles sur les enzymes de panification décrivent l'usage d'enzymes, dont des lipases, pour améliorer la tolérance de pâte et la performance des produits boulangers, mais l'effet dépend du système enzymatique précis et de la recette [7].

Pour cette raison, il est plus exact de décrire la lipase alimentaire en poudre comme un outil potentiel pour les pains et produits boulangers contenant des lipides, plutôt que comme une garantie automatique de volume ou de mie. Les formulations riches en matières grasses, œufs, graines ou farines complètes peuvent répondre différemment d'une pâte maigre classique. Le résultat doit être validé par la production réelle, car la farine, le pétrissage, l'hydratation, la fermentation et la cuisson modifient l'expression de l'activité enzymatique [2][8].

## Comparaison des usages : fromage, pain et matrices grasses

Application alimentaire	Substrat principal	Effet technologique recherché	Niveau de preuve dans les sources disponibles	Points de vigilance
Fromages affinés	Matière grasse laitière	Libération d'acides gras libres, développement d'arômes, notes plus typées	Fort : rôle des lipases dans le lait, la qualité fromagère et l'affinage bien documenté	Risque de notes rances si la lipolyse est excessive ou mal synchronisée [4][5]
Préparations aromatiques laitières	Crème, beurre, graisses laitières	Production contrôlée de précurseurs ou concentrés aromatiques	Solide pour la transformation enzymatique des lipides et les applications alimentaires	Dépendance au profil d'acides gras et aux conditions de réaction [1][2]
Pains et produits boulangers	Lipides de farine, huiles, beurre, œufs, graines	Modification fonctionnelle de la fraction lipidique, effets possibles sur pâte et mie	Plus indirect : usage sectoriel des enzymes de panification, mais effet à confirmer par formulation	Réponse variable selon farine, recette, pétrissage, fermentation et cuisson [7][8]
Huiles et graisses alimentaires	Triglycérides d'huiles ou graisses	Hydrolyse, estérification ou interestérification selon conditions	Bien documenté dans les revues sur les lipases industrielles	Conditions de procédé déterminantes pour orienter la réaction [2][9]

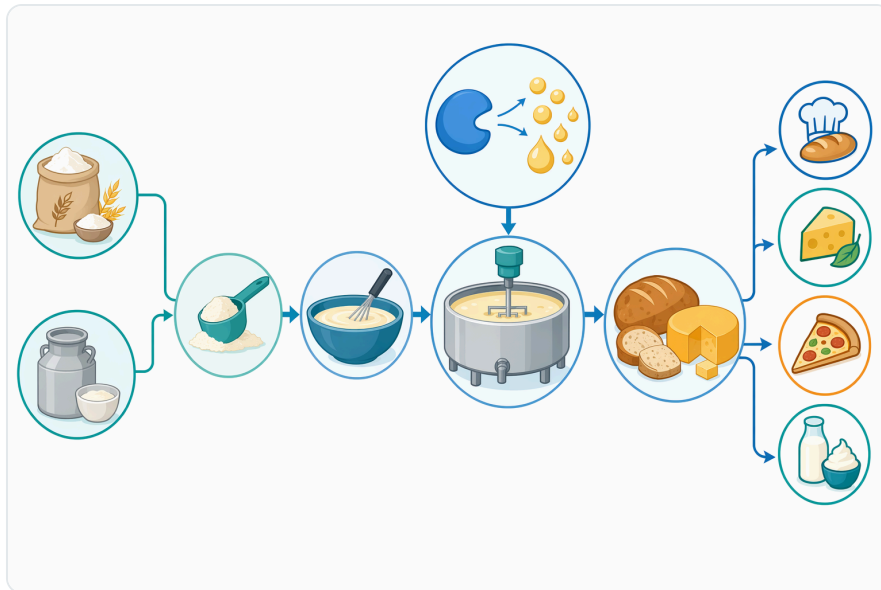
Application alimentaire	Substrat principal	Effet technologique recherché	Niveau de preuve dans les sources disponibles	Points de vigilance
Systèmes immobilisés ou biocatalyse spécialisée	Lipides variés	Réutilisation du biocatalyseur, stabilité accrue, procédés plus contrôlés	Fort en recherche et applications industrielles, mais distinct du produit poudre standard	Technologie de procédé spécifique, non assimilable à une simple addition en recette <sup>[10][11]</sup>

Ce tableau montre une distinction essentielle : la même famille enzymatique peut être pertinente dans plusieurs secteurs, mais la preuve et l'objectif ne sont pas identiques. La fromagerie bénéficie d'un lien direct entre lipolyse et arôme ; la boulangerie repose davantage sur une logique de fonctionnalité des lipides dans la pâte ; les huiles et graisses relèvent d'une transformation lipidique plus ciblée <sup>[1][2]</sup>.

## Lipases microbiennes, animales et spécificité de substrat

Les lipases utilisées dans l'industrie peuvent provenir de sources microbiennes, animales ou végétales, même si les lipases microbiennes sont particulièrement étudiées pour leur diversité, leur productivité et leur adaptabilité aux procédés. Les revues récentes décrivent des lipases issues de bactéries, levures et champignons, avec des propriétés différentes de stabilité, de spécificité et de comportement selon les substrats <sup>[1][3]</sup>.

La spécificité de substrat est un paramètre central. Certaines lipases préfèrent des acides gras de longueur particulière, certaines positions sur le triglycéride ou certaines interfaces huile-eau. Des travaux récents de fouille de données sur les lipases thermostables montrent que la sélectivité de substrat dépend de caractéristiques moléculaires fines, notamment l'architecture du site actif et les interactions enzyme-substrat <sup>[12]</sup>.



**Figure 3.** 제빵 과정에서 리파아제는 반죽 혼합, 발효, 굽기 초기 단계에서 작용하여 기포 안정성, 빵의 팽창, 균일한 크럼 구조, 슬라이스성을 향상시키는 데 도움을 준다.

Pour un transformateur alimentaire, cette notion explique pourquoi deux lipases ne produisent pas nécessairement le même profil aromatique ou fonctionnel. Une lipase peut générer davantage d'acides gras courts, plus odorants, tandis qu'une autre peut produire un profil plus doux ou agir plus lentement dans une matrice donnée. Les revues sur les lipases microbiennes soulignent ainsi que le choix de l'enzyme influence fortement l'application finale [1].

Le produit proposé par Enzymes.bio doit donc être envisagé comme une préparation alimentaire de lipase destinée à des applications pain et fromage, et non comme une catégorie générique interchangeable avec toutes les lipases de recherche. Les documents associés à la commande, notamment le CoA et la SDS, accompagnent le produit livré et permettent d'identifier les informations de lot pertinentes sans présenter Enzymes.bio comme fabricant ou laboratoire .

## Influence des conditions de procédé

La température influence la vitesse de réaction enzymatique et la stabilité de la protéine. Une température trop basse peut ralentir l'hydrolyse, tandis qu'une température trop élevée peut réduire l'activité par dénaturation. Les travaux sur les enzymes en matrice de farine de blé montrent que les enzymes alimentaires en phase solide peuvent subir des changements d'activité et de conformation selon les conditions de traitement, ce qui confirme l'importance du procédé [8].

Le pH est également déterminant. Les lipases ont une plage d'activité propre à leur structure et à leur origine ; dans un fromage, le pH évolue pendant l'acidification et l'affinage, alors que dans une pâte boulangère, il dépend de la fermentation, du levain éventuel et des ingrédients. Une même lipase peut donc exprimer différemment son activité selon le moment où elle est incorporée et l'évolution du milieu <sup>[1][4]</sup>.

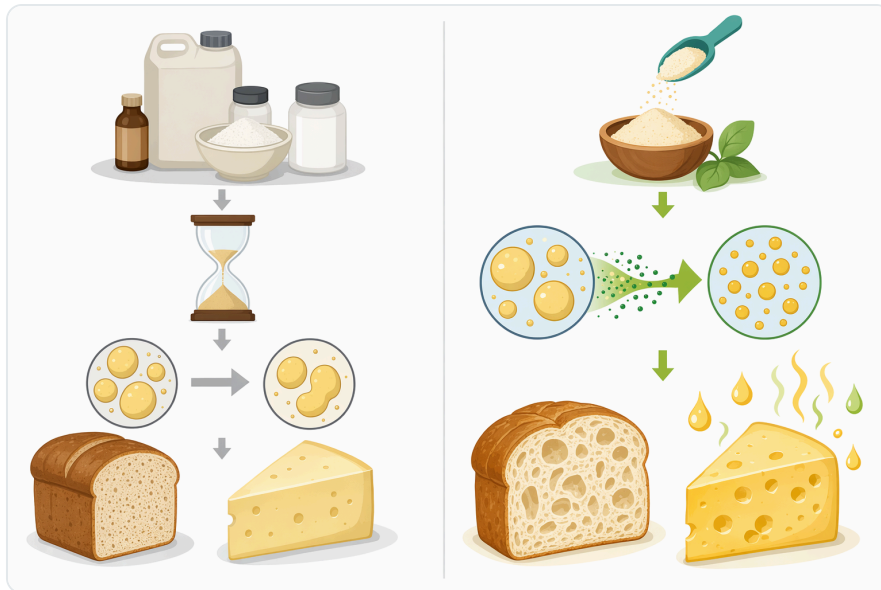
L'eau disponible joue un double rôle. L'hydrolyse nécessite de l'eau, mais les réactions inverses ou de réarrangement lipidique deviennent plus favorables dans des milieux plus pauvres en eau ou plus riches en phase grasse. Les revues sur les applications industrielles des lipases distinguent clairement les réactions d'hydrolyse, d'estérification et d'interestérification selon l'environnement réactionnel <sup>[2][9]</sup>.

La durée de contact est enfin critique. En fromagerie, l'activité peut se poursuivre pendant l'affinage et transformer progressivement le profil sensoriel ; en boulangerie, la fenêtre d'action est plus courte, entre mélange, fermentation et début de cuisson. Cette différence explique pourquoi une lipase peut être évaluée sur plusieurs semaines ou mois dans un fromage, alors que l'effet en panification se juge souvent sur la pâte et le produit cuit <sup>[4][7]</sup>.

## **Immobilisation des lipases : contexte scientifique et limites pour ce produit**

---

Les lipases immobilisées occupent une place importante dans la littérature industrielle. L'immobilisation consiste à fixer l'enzyme sur un support ou à l'encapsuler afin d'améliorer sa stabilité, de faciliter sa récupération ou de permettre une utilisation répétée dans des procédés continus. Les revues sur les enzymes immobilisées décrivent des avantages en biocatalyse alimentaire, notamment pour des réactions sur huiles et graisses <sup>[10][11]</sup>.



**Figure 4.** 빵 제조에서는 리파아제가 주로 반죽과 크럼의 물리적 구조 개선에 사용되는 반면, 치즈 제조에서는 주로 지방에서 유래한 풍미 형성에 사용된다.

Des recherches récentes explorent aussi des supports avancés, y compris des matériaux mésoporeux, des nanomatériaux ou des matrices d'alginate, pour stabiliser les lipases et améliorer certaines performances catalytiques. Ces travaux montrent l'importance industrielle des lipases, mais ils concernent des systèmes de procédé spécialisés, distincts d'une poudre alimentaire destinée à l'incorporation dans une formulation <sup>[13][14]</sup>.

Il ne faut donc pas confondre les bénéfices documentés de l'immobilisation avec ceux d'une lipase alimentaire en poudre. Une préparation en poudre est généralement utilisée pour être dispersée dans une matrice alimentaire, tandis qu'une lipase immobilisée est conçue pour rester sur un support et agir dans un réacteur, une phase huileuse ou un système de biocatalyse contrôlé. Les deux approches reposent sur la même famille enzymatique, mais leurs usages industriels ne sont pas équivalents <sup>[10][9]</sup>.

Cette distinction est utile pour les clients B2B : les publications sur l'immobilisation démontrent la robustesse et la valeur industrielle des lipases, sans impliquer que chaque produit commercial de lipase possède les mêmes propriétés qu'un biocatalyseur immobilisé. Pour le pain et le fromage, l'enjeu principal reste l'intégration correcte de l'enzyme dans la recette ou le procédé alimentaire <sup>[11][7]</sup>.

## Qualité sensorielle : bénéfices et risques d'une lipolyse maîtrisée

Le principal bénéfice en fromagerie est l'intensification contrôlée de l'arôme. Une lipolyse bien orientée permet d'obtenir un fromage plus expressif, avec des notes qui peuvent être perçues comme plus lactées, plus piquantes ou plus typées selon la matrice. Les acides gras libres sont des contributeurs majeurs de cette expression sensorielle <sup>[4][5]</sup>.

Le risque symétrique est la sur-lipolyse. Des acides gras libres en excès ou libérés au mauvais moment peuvent générer une perception de rancidité, de savon ou de gras oxydé. Les revues sur les enzymes du lait insistent sur le fait que les lipases peuvent avoir un impact positif ou négatif selon les conditions de stockage, de transformation et de contrôle microbiologique [4].

En boulangerie, les effets sensoriels doivent aussi être suivis. Une modification des lipides peut influencer la rondeur en bouche, la perception de fraîcheur ou certaines notes grasses, mais elle peut aussi interagir avec l'oxydation, les arômes de cuisson et les ingrédients riches en lipides. Les systèmes complexes impliquant lipase et autres médiateurs des lipides montrent que les produits finaux dépendent du contexte réactionnel, pas seulement de la présence de l'enzyme [6].

La maîtrise sensorielle passe donc par une logique de formulation : définir l'objectif, intégrer la lipase dans la séquence de procédé, puis vérifier le produit fini sur les critères réellement importants pour la catégorie. En fromage, ces critères incluent l'arôme pendant l'affinage ; en pain, ils incluent la pâte, la mie, le volume, la texture et la stabilité sensorielle après cuisson [4][7].

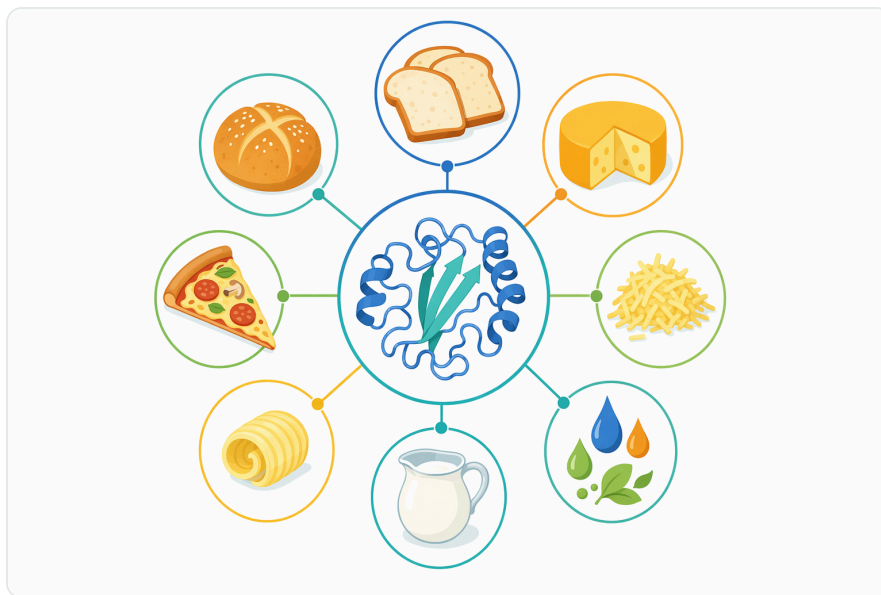


Figure 5. 리파아제는 지질 변형이 가공 성능을 높이는 팬브레드, 샌드위치 빵, 번, 롤, 리치 도우, 냉동 도우, 유화제 사용량 저감 전략 등 다양한 분야에서 중요하다.

## Positionnement pratique du produit Enzymes.bio

Food Grade Lipase Enzyme Powder — High Concentrate For Bread & Cheese Manufacturing est positionné comme une lipase alimentaire en poudre pour les applications pain et fromage. Le format poudre facilite l'incorporation dans des systèmes secs ou aqueux selon la recette, mais la performance dépend toujours de la dispersion dans la matrice et des conditions de procédé .

Enzymes.bio fournit ce produit directement en ligne par unité de 1 kg. Le fournisseur ne doit pas être compris comme un fabricant d'enzyme ni comme un laboratoire d'analyse ; il met à disposition le produit commercial et les documents associés à la commande, notamment le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité .

Dans un contexte B2B, cette information est importante car elle distingue trois niveaux : la science des lipases, les paramètres de formulation du client, et la fourniture commerciale du produit. Les études scientifiques expliquent le mécanisme et les applications ; le transformateur valide l'intégration dans son procédé ; Enzymes.bio assure la vente en ligne du produit disponible dans le format indiqué <sup>[1]</sup>.

## **Conclusion : une enzyme de formulation ciblée pour les matrices grasses**

La lipase alimentaire en poudre est un outil technique pertinent lorsque la transformation contrôlée des lipides apporte une valeur au produit fini. En fromagerie, son rôle est particulièrement clair : hydrolyser la matière grasse laitière, libérer des acides gras libres et contribuer au développement d'arômes pendant l'affinage <sup>[4][5]</sup>.

En boulangerie, son intérêt repose sur la modification fonctionnelle des lipides présents dans la pâte ou ajoutés par la recette. Les usages enzymatiques en panification sont bien établis au niveau sectoriel, mais l'effet d'une lipase donnée dépend fortement de la farine, des matières grasses, du pétrissage, de la fermentation et de la cuisson <sup>[7][8]</sup>.

Pour les transformateurs alimentaires, l'approche la plus fiable consiste à considérer la lipase comme un levier précis de formulation et d'affinage, non comme une solution universelle. Food Grade Lipase Enzyme Powder — High Concentrate For Bread & Cheese Manufacturing, fourni par Enzymes.bio en unité de 1 kg avec CoA et SDS joints à la commande, s'inscrit dans cette logique d'utilisation professionnelle maîtrisée .

### **Commander Food Grade Lipase Enzyme Powder — High Concentrate For Bread & Cheese Manufacturing 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 Food Grade Lipase Enzyme Powder — High Concentrate For Bread & Cheese Manufacturing**  
→

## 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. Abdelaziz, A. A., Abo-Kamar, A. M., Elkotb, E. S., & Al-Madboly, L. A. (2025). Microbial lipases: advances in production, purification, biochemical characterization, and multifaceted applications in industry and medicine. *Microbial Cell Factories*, 24.
2. Ray, A. (2012). Application of Lipase in Industry. *Asian Journal of Pharmacy and Technology*, 2, 33-37.
3. Kanwar, S. (2012). Lipase Production in Solid-State Fermentation (SSF): Recent Developments and Biotechnological Applications.
4. Khan, M. U., Yu, P., Wu, Y., Chen, Z., Kong, L., Farid, A., Cui, J., ... et al. (2025). Comprehensive review of enzymes (protease, lipase) in milk: Impact on storage quality, detection methods, and control strategies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24 3, e70164 .
5. Moises, R. M. M., Mello Salgueiro, C. C., Leitão, M. S. P., & Nunes, J. F. (2024). Exploring goat's milk cheese: A systematic review of production techniques and innovations (2013-2023). *Brazilian Journal of Food Technology*.
6. Wang, L., Zhou, Z., Wang, J., Wang, X., Zhou, D., Qin, L., & Huang, X. (2024). Mechanism of differentiated and targeted catalysis in complex lipid system under lipase and lipoxygenase mediation. *Food Chemistry*, 469, 142503 .
7. Dough strengthening for cleaner label baking | Novonesis. *Novonesis*.
8. Ivanović, M., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2023). Influence of Supercritical Carbon Dioxide on the Activity and Conformational Changes of  $\alpha$ -Amylase, Lipase, and Peroxidase in the Solid State Using White Wheat Flour as an Example. *Foods*, 12.
9. Wang, N., Wang, W., Su, Y., Zhang, J., Sun, B., & Ai, N. (2025). The current research status of immobilized lipase performance and its potential for application in food are developing toward green and healthy direction: A review. *Journal of Food Science*, 90 2, e70038 .
10. Basso, A., & Serban, S. (2019). Industrial applications of immobilized enzymes—A review. *Molecular Catalysis*, 479, 110607.
11. Jothyswarupha, K. A., Venkataraman, S., Rajendran, D., Shri, S., Sivaprakasam, S., Yamini, T., Karthik, P., ... et al. (2024). Immobilized enzymes: exploring its potential in food industry applications. *Food Science and Biotechnology*, 34, 1533 - 1555.
12. Wang, Q., Zhao, M., Zbed, H., Tang, X., Chen, J., Wang, J., Li, H., ... et al. (2025). Data-Driven Mining of a Thermostable Lipase with Molecular Insights into Mechanisms of Its Substrate Specificity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
13. Hosseinzadeh, H., Oveisi, H., & Meshkini, A. (2024). Functionalized ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>@Mesoporous silica nano-support for lipase enzyme immobilization: Enhanced biocatalysis and antibacterial activity for food industry applications. *Food Bioscience*.
14. Wijayati, N., Masubah, K., & Supartono (2017). Oyster mushroom's lipase enzyme entrapment on calcium alginate as biocatalyst in the synthesis of lauryl diethanolamide. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 172.

## 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.