

Cold Bleach Enzyme Granules : enzyme activatrice de blanchiment à l'oxygène pour lessives basse température et formulations détergentes solides

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

Cold Bleach Enzyme Granules – Oxygen Bleach Activator For Detergent Formulations

est un ingrédient granulaire destiné aux formulations détergentes solides qui visent une meilleure performance de lavage à basse température, en combinant la logique des enzymes de détergence avec celle du blanchiment oxygéné activé. Les données disponibles sur les enzymes froid-actives montrent leur intérêt pour les détergents moins dépendants de la chaleur, tandis que les systèmes de blanchiment à l'oxygène sont une famille bien établie de technologies de détachage et de blanchiment textile ^{[1][2]}. Enzymes.bio le propose comme produit vendu directement en ligne par unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande .

Rôle technique dans une formulation détergente

Dans une lessive moderne, le lavage ne repose pas sur un seul mécanisme. Les tensioactifs dispersent les salissures, les agents alcalins ajustent le milieu, les séquestrants gèrent la dureté de l'eau, les polymères limitent la redéposition, les enzymes fragmentent certaines salissures organiques, et les systèmes oxydants contribuent à la décoloration de taches sensibles à l'oxydation. Un ingrédient comme **Cold Bleach Enzyme Granules** se situe dans cette architecture : il est conçu pour apporter une fonction de formulation liée au lavage à froid ou à température modérée, avec un accent sur l'activation du blanchiment oxygéné dans les applications détergentes solides ^{[3][2]}.

Le terme « enzyme » doit être compris dans le contexte de la détergence : une enzyme est un catalyseur biologique qui accélère une transformation chimique spécifique sans être consommé comme un réactif stœchiométrique. Les enzymes de lavage les plus discutées dans la littérature incluent les protéases, lipases, amylases, cellulases et hémicellulases, chacune visant une famille de substrats différente. Les travaux sur les enzymes froid-actives mettent particulièrement en avant leur intérêt lorsque la température de lavage est réduite, car les cinétiques de nettoyage purement chimiques ralentissent généralement lorsque l'on s'éloigne des cycles chauds ^{[1][3]}.

L'expression « oxygen bleach activator » renvoie à la capacité d'un système à rendre le blanchiment à l'oxygène plus efficace dans des conditions où le peroxyde seul peut être moins performant, notamment à basse température. Les systèmes de blanchiment à l'oxygène, leurs activateurs et leurs variantes catalytiques sont décrits comme une famille technique importante dans les détergents et agents de blanchiment, distincte des approches chlorées et généralement utilisée pour traiter des taches colorées ou oxydables [\[4\]\[2\]](#).

Pourquoi le lavage à basse température demande des ingrédients spécialisés

Réduire la température de lavage est attractif pour la consommation d'énergie et pour la préservation des textiles, mais cela complique la formulation. À température plus basse, les graisses se fluidifient moins, certaines taches polymériques se gonflent moins vite, les réactions d'oxydation ralentissent et la cinétique globale d'élimination des salissures diminue. Les enzymes froid-actives sont précisément étudiées pour conserver une activité catalytique utile dans ces conditions, en particulier dans des environnements aqueux, alcalins et riches en tensioactifs typiques des détergents [\[1\]\[3\]](#).

La littérature sur les enzymes microbiennes froid-actives montre que leur adaptation ne consiste pas seulement à « fonctionner à froid » au sens général. Beaucoup présentent une flexibilité structurale accrue autour du site actif, ce qui peut réduire l'énergie nécessaire à la catalyse lorsque l'agitation thermique est limitée. Cette flexibilité peut toutefois s'accompagner d'une stabilité thermique moindre, ce qui explique pourquoi le choix de l'enzyme, sa protection physique et la compatibilité avec les autres ingrédients de la formulation sont essentiels [\[1\]\[5\]](#).

Dans les détergents solides, le format granulaire est pertinent car il facilite l'incorporation dans une poudre, une tablette ou un mélange sec, tout en limitant l'exposition immédiate de l'enzyme à l'humidité et à certains composants réactifs avant l'utilisation. La granulation ne transforme pas une enzyme en ingrédient universellement stable : elle aide surtout à gérer la manipulation, la dispersion et la séparation physique dans la matrice formulée. Cette logique est cohérente avec les développements d'enzymes de détergence adaptées à des milieux alcalins et à des conditions de lavage réalistes [\[6\]\[7\]](#).

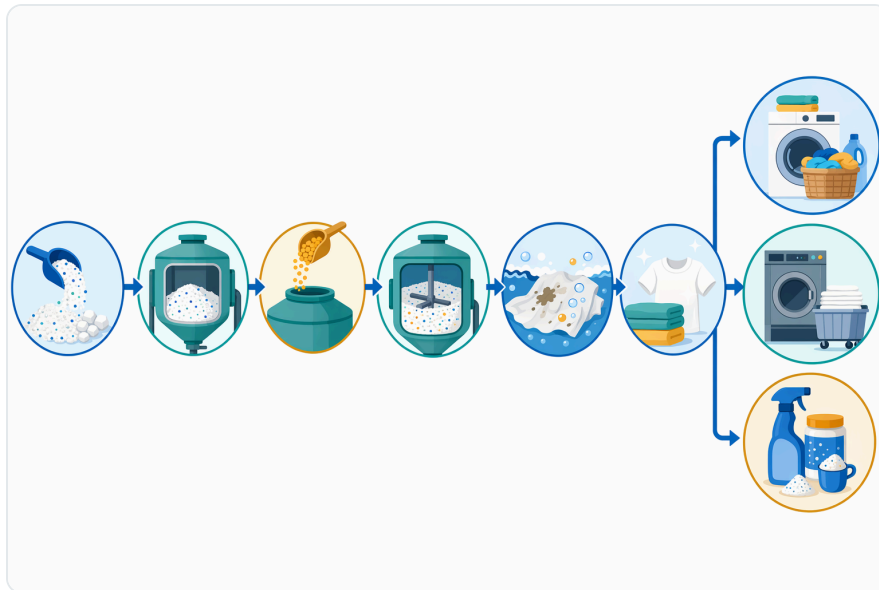


Figure 1. 저온 표백 효소 과립은 완제품 세제가 아니라 계면활성제, 빌더, 효소, 산소계 표백원과 함께 사용하는 건식 제형 첨가제입니다.

Mécanisme : complémentarité entre hydrolyse enzymatique et oxydation

Le premier mécanisme utile est l'hydrolyse enzymatique. Une protéase coupe des liaisons peptidiques dans les protéines ; une lipase hydrolyse des esters lipidiques ; une amylase coupe des liaisons dans l'amidon ; une cellulase ou une hémicellulase agit sur certains polysaccharides ou microstructures végétales. Dans un bain de lavage, l'objectif n'est pas de « dissoudre » toute la tache d'un seul coup, mais de réduire son adhésion au textile en fragmentant la matrice organique qui la maintient en place [3][8].

Le second mécanisme est l'oxydation. Les taches de café, thé, vin, fruits, herbe, pigments alimentaires ou résidus corporels oxydables peuvent contenir des chromophores ou précurseurs colorés qui répondent mieux à une action oxydante qu'à une simple hydrolyse. Les systèmes de blanchiment à l'oxygène fournissent des espèces oxydantes capables d'altérer ces structures colorées, ce qui contribue à l'éclaircissement visuel des taches et, selon les conditions de lavage, à une meilleure maîtrise de certaines odeurs [9][2].

La combinaison des deux mécanismes est importante : les enzymes ouvrent ou fragilisent la matrice de salissure, tandis que le blanchiment oxygéné cible les fractions colorées ou odorantes qui ne sont pas nécessairement hydrolysables. Dans une formulation basse température, cette complémentarité est recherchée parce que la chaleur ne joue plus pleinement son rôle d'accélérateur universel. Les études sur les détergents et l'hygiène du linge montrent d'ailleurs que la performance dépend de plusieurs variables simultanées — formulation, température, durée, type de charge textile et type de salissure — plutôt que d'un ingrédient isolé [9][10].

Types de salissures ciblées et logique d'application

Les salissures textiles réelles sont presque toujours composites. Une tache de sauce peut combiner huile, amidon, protéines, pigments végétaux et particules minérales ; une tache corporelle peut associer sébum, protéines, sels, cellules et composés odorants. C'est pourquoi les formulations détergentes performantes associent souvent plusieurs modes d'action. Les enzymes apportent une sélectivité chimique utile, alors que les oxydants apportent une action plus générale sur les composés sensibles à l'oxydation ^{[3][9]}.

Famille de salissure ou besoin de lavage	Mécanisme le plus pertinent	Contribution attendue dans une formulation basse température	Points de vigilance formulation
Protéines : sang, œuf, lait, sueur, résidus alimentaires	Hydrolyse par protéases	Fragmentation des protéines et réduction de l'adhésion à la fibre	Stabilité de l'enzyme en pH alcalin et en présence d'autres ingrédients
Graisses et sébum	Hydrolyse par lipases + dispersion par tensioactifs	Décomposition partielle des lipides et amélioration de l'émulsification	Les graisses solides à froid demandent une formulation tensioactive efficace
Amidons et sauces épaissies	Hydrolyse par amylases	Rupture de matrices amylicées qui emprisonnent d'autres salissures	Compatibilité avec builders, alcalinité et humidité du mélange sec
Taches végétales colorées, thé, café, vin, pigments alimentaires	Oxydation par blanchiment oxygéné activé	Atténuation des chromophores et amélioration du détachage visuel	Risque de sensibilité de certaines teintures ou fibres
Odeurs associées à résidus organiques	Enzymes + oxydation + rinçage	Réduction de précurseurs odorants et meilleure élimination des résidus	L'odeur dépend aussi du séchage, de la machine et de la charge textile

Ce tableau ne signifie pas qu'un seul ingrédient couvre tous les cas. Il décrit plutôt la logique technique d'une formulation qui associe enzymes de lavage et blanchiment oxygéné. Les travaux sur l'hygiène et les odeurs du linge rappellent que les odeurs persistantes peuvent être liées à des biofilms, à des résidus organiques, à la machine elle-même ou à des conditions de séchage insuffisantes ; le rôle d'un additif détergent doit donc être replacé dans le système complet de lavage ^{[9][11]}.

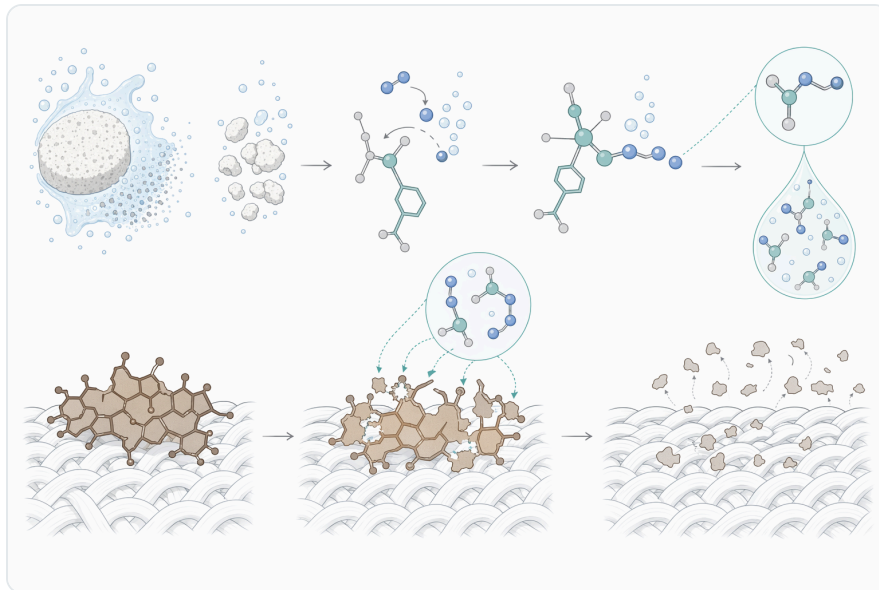


Figure 2. 표백 활성화는 열에 의해 진행되는 과산화물 표백이 더딘 저온 세탁액에서도 과산화물 화학이 유용한 산화 작용을 일으키도록 돕습니다.

Enzymes froid-actives : ce que la littérature permet réellement d'affirmer

Les enzymes froid-actives sont généralement recherchées pour leur activité mesurable à des températures où des enzymes mésophiles standards peuvent perdre en efficacité pratique. Des revues récentes décrivent leurs applications potentielles dans les détergents, l'agroalimentaire, la bioremédiation et d'autres procédés où une catalyse douce est souhaitée ^{[1][3]}. Pour les détergents, l'intérêt est clair : maintenir une transformation moléculaire ciblée sans imposer un cycle chaud.

Les protéases froid-actives sont particulièrement importantes dans les lessives car une grande part des taches difficiles contient des protéines ou des matrices protéiques. Une étude structurale sur une protéase froide issue de *Pseudoalteromonas arctica* a montré des adaptations liées au froid et l'a évaluée dans un contexte d'enzyme pour détergent de lessive, ce qui illustre le lien direct entre structure enzymatique, activité à basse température et application lavage ^[5]. D'autres travaux sur des protéases alcalophiles froid-actives confirment l'intérêt de cette catégorie pour l'industrie des détergents, surtout lorsque le pH du bain de lavage est alcalin ^{[7][12]}.

Les cellulases et endoglucanases froid-actives présentent aussi un intérêt, notamment pour les textiles cellulosiques et certaines salissures polysaccharidiques. Une endoglucanase GH8 froide et stable en milieu alcalin, identifiée à partir de colonnes d'ikaite au Groenland, a été caractérisée pour des applications détergentes, montrant que les environnements froids restent une source importante

d'enzymes utiles pour les formulations de lavage ^[6]. Cela ne permet pas de déduire la composition exacte de Cold Bleach Enzyme Granules, mais cela soutient la plausibilité technologique d'enzymes actives en conditions froides et alcalines.

Les lipases froid-actives constituent une autre famille pertinente, car les graisses et huiles deviennent plus difficiles à mobiliser lorsque la température baisse. Les revues sur les lipases froid-actives et les lipases extrêmophiles soulignent leur potentiel industriel, y compris lorsque des conditions de procédé particulières — basse température, alcalinité, salinité ou présence de tensioactifs — sont recherchées ^{[8][13]}. Dans une lessive, leur performance dépend cependant fortement du système tensioactif et de la nature physique des graisses présentes.

Blanchiment oxygéné activé : intérêt et limites

Le blanchiment oxygéné est utilisé pour traiter des taches qui contiennent des composés colorés oxydables. Contrairement aux enzymes hydrolytiques, il ne reconnaît pas un substrat biologique précis ; il agit par transformation oxydante de structures chimiques sensibles. Les enquêtes et revues techniques sur les agents de blanchiment distinguent les systèmes oxygénés, les activateurs et d'autres systèmes catalytiques, ce qui confirme que le blanchiment est une technologie de formulation à part entière, avec ses propres contraintes de stabilité et de compatibilité ^{[4][2]}.

À basse température, l'activation est particulièrement importante parce que le peroxyde seul peut ne pas fournir une action suffisamment rapide dans les temps de lavage domestiques ou institutionnels. Les activateurs et catalyseurs sont utilisés pour déplacer l'efficacité vers des conditions plus douces. Pour un formulateur, cela signifie que l'efficacité du blanchiment dépend non seulement de la présence d'un ingrédient oxydant, mais aussi de sa libération, de son activation, du pH, de l'humidité du produit sec et de l'équilibre avec les autres composants ^{[4][2]}.

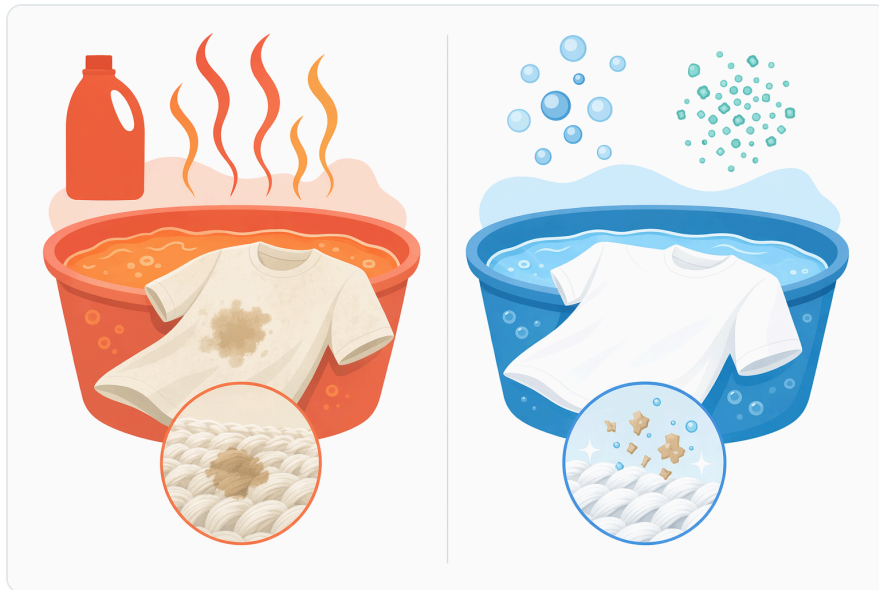


Figure 3. 세제의 기능은 작용 메커니즘에 따라 다르며, 효소는 생물학적 오염을 가수분해하고 활성 산소 표백제는 발색단과 냄새 관련 잔류물을 산화합니다.

La limite principale est la compatibilité. Un système oxydant trop agressif ou mal séparé peut endommager des enzymes, attaquer certains colorants textiles ou modifier la stabilité de la formulation pendant le stockage. C'est pourquoi un format granulaire est pertinent : il peut contribuer à la séparation physique et à la manipulation de l'ingrédient, sans supprimer la nécessité d'une formulation équilibrée. Les études sur les enzymes de détergence compatibles avec les milieux alcalins montrent que la performance utile résulte toujours d'un compromis entre activité, stabilité et environnement de lavage ^{[6][7]}.

Hygiène du linge : contribution possible, mais pas promesse isolée de désinfection

Les systèmes de lavage peuvent contribuer à réduire la charge microbienne du linge, mais l'effet dépend de la température, du temps, de la formulation, du type de micro-organisme et du type de textile. Les études sur l'efficacité antimicrobienne des détergents en machine domestique montrent que le couple temps-température est déterminant et que la formulation détergente influence fortement le résultat ^[10]. Il serait donc incorrect de présenter un ingrédient enzymatique ou un activateur d'oxygène comme une garantie autonome de désinfection.

Le blanchiment oxygéné activé peut participer à l'hygiène du linge dans certaines conditions, mais cette contribution doit être distinguée du détachage visuel. Une tache peut être éclaircie sans que toutes les cibles microbiologiques soient inactivées, et inversement un protocole thermique ou chimique peut

réduire une charge microbienne sans éliminer parfaitement certaines taches. Les travaux sur l'hygiène et le contrôle des odeurs du linge insistent sur cette séparation entre apparence, odeur, charge microbienne et conditions de lavage [9][14].

Les machines à laver elles-mêmes peuvent également devenir une source de contamination ou de réensemencement si des résidus, biofilms ou zones humides persistent. Une étude de cas a décrit la machine à laver comme source potentielle de contamination microbienne du linge domestique, ce qui rappelle que la formulation du détergent n'est qu'un élément du système [11]. Pour les applications professionnelles, cette réalité renforce l'intérêt d'une approche globale : formulation, programme de lavage, entretien de l'équipement, séchage et tri textile.

Applications pertinentes pour les clients B2B

Lessives en poudre basse température

L'application la plus directe est la lessive en poudre destinée aux cycles froids ou modérés. Dans ce format, un granulé enzymatique peut être incorporé dans une matrice sèche avec des tensioactifs solides, builders, agents alcalins, polymères et systèmes de blanchiment. Les enzymes froid-actives sont étudiées précisément pour ces environnements, où l'objectif est de conserver un détachage satisfaisant sans dépendre exclusivement de la chaleur [1][3].



Figure 4. 저온 표백 연구에는 촉매 활성화, 효소 연계 과산화물 시스템, 반응성 산소 전달 화학이 포함됩니다.

Pour ce type de formulation, Cold Bleach Enzyme Granules doit être compris comme un ingrédient fonctionnel, non comme une base complète de lessive. Sa contribution dépendra de la composition globale, de l'humidité résiduelle, de l'équilibre entre oxydants et stabilisants, et du comportement du mélange pendant le stockage. Les recherches sur les enzymes alcalines et froid-actives pour détergents montrent que la compatibilité avec le pH et les composants de lavage est un critère central de performance [\[6\]\[7\]](#).

Tablettes, blocs et formats solides concentrés

Les tablettes et blocs détergents imposent des contraintes supplémentaires : compression, distribution homogène des particules, dissolution progressive et contact prolongé entre ingrédients solides. Un format granulaire peut être adapté à ces matrices parce qu'il facilite la dispersion et peut réduire les contacts directs prématurés avec certaines espèces réactives. Les enzymes destinées aux détergents doivent toutefois rester protégées contre l'humidité et contre les oxydants incompatibles avant l'utilisation [\[3\]\[15\]](#).

Dans les tablettes, la cinétique de dissolution est particulièrement importante. Si le système de blanchiment se libère trop tôt ou trop tard par rapport aux enzymes, la synergie attendue peut diminuer. Le formulateur doit donc considérer l'ordre de disponibilité dans le bain de lavage : mouillage du textile, solubilisation des ingrédients, hydrolyse enzymatique, oxydation des chromophores et rinçage.

Détachants oxygénés et boosters de lavage

Les détachants oxygénés en poudre et les boosters de lavage sont des formats pertinents lorsque l'objectif est d'augmenter l'action sur les taches colorées et organiques. L'association d'un système oxygéné activé et d'une composante enzymatique permet de cibler à la fois la matrice de la tache et sa fraction colorée. Les systèmes de blanchiment à l'oxygène sont bien documentés comme agents de traitement des taches oxydables, tandis que les enzymes apportent une action plus sélective sur les matières biologiques [\[4\]\[2\]](#).

Cette application demande une formulation prudente pour les textiles colorés et les fibres sensibles. Le blanchiment oxygéné est généralement perçu comme plus compatible avec de nombreux usages textiles que certains systèmes chlorés, mais il reste oxydant. La compatibilité couleur, la sensibilité des fibres et les instructions d'usage du produit fini doivent donc être traitées dans la conception de la formulation finale.

Lavage institutionnel et textile professionnel

Dans l'hôtellerie, la restauration, les vêtements de travail ou les blanchisseries de service, le lavage à température réduite peut être recherché pour limiter l'énergie, préserver les fibres ou adapter les cycles à des textiles mixtes. Les enzymes froid-actives et les systèmes oxygénés activés sont intéressants dans ces contextes parce qu'ils déplacent une partie de l'efficacité vers la chimie de formulation plutôt que vers la chaleur seule [1][10].

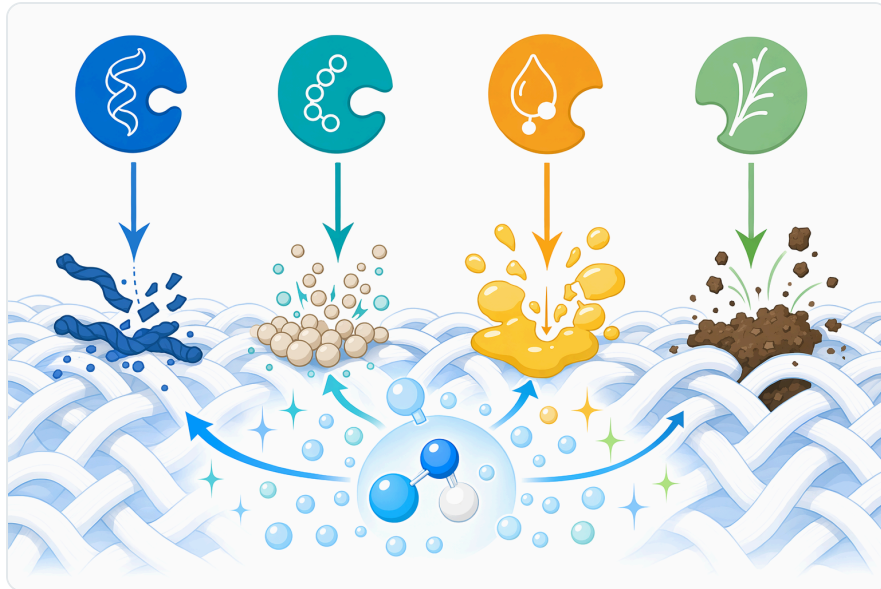


Figure 5. 저온 활성 세제 효소는 산화 가능한 얼룩을 가릴 수 있는 오염 구조를 분해함으로써 활성 산소 표백제를 보완합니다.

La prudence reste nécessaire : les exigences d'hygiène d'un linge professionnel peuvent dépasser le simple détachage. Les études sur l'efficacité antimicrobienne des procédures de lavage montrent que les résultats dépendent de la température, du temps, de la formulation et de l'organisme ciblé [10][14]. Un ingrédient de blanchiment enzymatique peut contribuer à la performance, mais il ne définit pas à lui seul un protocole d'hygiène.

Comparaison avec d'autres approches de blanchiment et de lavage

Approche de formulation	Force principale	Intérêt en lavage froid	Limites techniques
Enzymes hydrolytiques seules	Détachage ciblé des protéines, graisses, amidons ou polysaccharides	Élevé si les enzymes sont actives à basse température	N'agissent pas directement sur tous les chromophores

Approche de formulation	Force principale	Intérêt en lavage froid	Limites techniques
Blanchiment oxygéné non activé	Oxydation de taches colorées	Peut être limité à basse température	Cinétique parfois insuffisante en cycles courts ou froids
Blanchiment oxygéné activé	Oxydation plus efficace en conditions modérées	Élevé si le système est bien équilibré	Compatibilité à gérer avec enzymes, colorants et stockage
Systèmes chlorés	Forte oxydation	Efficaces dans certains usages spécifiques	Compatibilité textile, odeur, corrosion et restrictions d'usage selon contexte
Formulation combinée enzyme + oxygène activé	Cible matrice organique et fraction colorée	Très pertinente pour lessives solides basse température	Dépend fortement de la formulation complète

Cette comparaison montre pourquoi un produit appelé Cold Bleach Enzyme Granules est techniquement cohérent pour les formulations de détergents solides : il s'inscrit dans la recherche d'une action combinée, adaptée aux cycles moins chauds. Les revues sur les enzymes froid-actives et les technologies de blanchiment soutiennent cette orientation générale, sans pour autant fournir une garantie de performance identique dans toutes les matrices commerciales ^{[1][2]}.

Stabilité, compatibilité et limites pratiques

Les enzymes sont des protéines fonctionnelles : leur activité dépend de leur conformation. Un pH trop éloigné de leur zone de fonctionnement, une humidité excessive, des oxydants trop accessibles, certains solvants ou une température de stockage inadaptée peuvent réduire leur performance. Les études sur les enzymes alcalines et froid-actives pour détergents soulignent l'importance de la stabilité en milieu alcalin et en présence de composants de lessive ^{[6][7]}.

La présence d'un système de blanchiment oxygéné crée une contrainte supplémentaire. Les oxydants utiles contre les taches peuvent aussi attaquer des fonctions chimiques sensibles dans les protéines enzymatiques. Dans une formulation solide, la séparation physique, la maîtrise de l'humidité et la cinétique de dissolution sont donc des paramètres aussi importants que le choix de l'enzyme elle-même. C'est l'une des raisons pour lesquelles les formats granulaires restent courants pour les ingrédients enzymatiques de détergence ^{[3][15]}.

La performance finale ne peut pas être extrapolée uniquement à partir du nom du produit. Elle dépendra du pH du bain, du type de tensioactifs, de la dureté de l'eau, des builders, de la concentration globale du détergent, de la charge textile, du programme de lavage, de la température et du type de tache. Les publications sur l'hygiène du linge et l'efficacité antimicrobienne montrent que même pour des objectifs apparemment simples, la formulation interagit fortement avec les conditions d'utilisation [9][10].



Figure 6. 관련 제형 대상에는 분말 세제, 세탁용 정제, 얼룩 제거 보조제, 산업·시설용 세탁 제품, 염소를 사용하지 않는 저온 세제 개념이 포함됩니다.

Positionnement d'Enzymes.bio et cadre d'achat

Enzymes.bio doit être considéré comme un fournisseur en ligne d'enzymes et d'ingrédients enzymatiques, et non comme un fabricant ni comme un laboratoire d'essais. La plateforme présente une gamme d'enzymes et d'ingrédients destinés à des utilisateurs professionnels dans différents domaines d'application. Pour Cold Bleach Enzyme Granules, le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg, avec les documents CoA et SDS fournis avec la commande.

Ce positionnement est important pour l'interprétation technique : Enzymes.bio met à disposition un ingrédient de formulation, mais la conception du produit fini, son étiquetage, sa conformité réglementaire et son adéquation à un usage spécifique relèvent de l'utilisateur professionnel. Les données scientifiques citées ici soutiennent les mécanismes généraux — enzymes froid-actives, détergence, blanchiment oxygéné, hygiène du linge — mais elles ne remplacent pas l'évaluation de la formulation finale dans son contexte d'utilisation [1][9].

Enzymes.bio propose également des produits liés au blanchiment oxydatif basse température, ce qui confirme l'orientation applicative vers les détergents et le lavage à froid ou à température réduite . Il convient toutefois de ne pas confondre des produits voisins : chaque référence peut avoir une forme, une composition et un positionnement d'usage distincts. La lecture du CoA et de la SDS fournis avec la commande reste le cadre documentaire de base pour l'utilisation professionnelle du lot reçu.

Conclusion technique

Cold Bleach Enzyme Granules – Oxygen Bleach Activator For Detergent Formulations est pertinent pour les formulations détergentes solides qui cherchent à améliorer le détachage et le blanchiment en lavage froid ou modéré. Sa logique repose sur deux mécanismes complémentaires : l'hydrolyse enzymatique des salissures organiques et l'oxydation des taches sensibles au blanchiment oxygéné. Les travaux sur les enzymes froid-actives, les protéases et cellulases compatibles avec les détergents, ainsi que les systèmes de blanchiment à l'oxygène, soutiennent cette approche technique ^{[1][6][2]}.

La limite essentielle est que la performance ne dépend jamais d'un ingrédient isolé. Elle résulte de l'équilibre entre enzyme, oxydant, tensioactifs, alcalinité, humidité, stabilité au stockage, textile, température et durée du cycle. Utilisé comme ingrédient de formulation, Cold Bleach Enzyme Granules peut contribuer à des lessives en poudre, tablettes ou boosters oxygénés orientés basse température, tout en nécessitant une conception rigoureuse du produit fini et une interprétation prudente des objectifs d'hygiène, de détachage et de compatibilité textile.

Commander Cold Bleach Enzyme Granules – Oxygen Bleach Activator For Detergent Formulations 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 Cold Bleach Enzyme Granules – Oxygen Bleach Activator For Detergent Formulations →](#)

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. Kuddus, M., Roohi, Bano, N., Sheik, G. B., Joseph, B., Hamid, B., Sindhu, R., ... et al. (2024). Cold-active microbial enzymes and their biotechnological applications. *Microbial Biotechnology*, 17.

2. Farr, J. P., Smith, W., & Steichen, D. (2000). Bleaching Agents, Survey.
3. Al-Ghanayem, A. A., & Joseph, B. (2020). Current prospective in using cold-active enzymes as eco-friendly detergent additive. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 2871 - 2882.
4. Reinhardt, G. (2006). Fingerprints of bleach systems. *Journal of Molecular Catalysis A-chemical*, 251, 177-184.
5. Park, H., Lee, C., Kim, D., Do, H., Han, S., Kim, J. E., Koo, B., ... et al. (2018). Crystal structure of a cold-active protease (Pro21717) from the psychrophilic bacterium, Pseudoalteromonas arctica PAMC 21717, at 1.4 Å resolution: Structural adaptations to cold and functional analysis of a laundry detergent enzyme. *PLoS ONE*, 13.
6. Oliva, B., Zervas, A., Stougaard, P., Westh, P., & Thøgersen, M. (2024). Metagenomic exploration of cold-active enzymes for detergent applications: Characterization of a novel, cold-active and alkali-stable GH8 endoglucanase from ikaite columns in SW Greenland. *Microbial Biotechnology*, 17.
7. Furhan, J., Awasthi, P., & Sharma, S. (2019). Biochemical characterization and homology modelling of cold-active alkophilic protease from Northwestern Himalayas and its application in detergent industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
8. Vivek, K., Sandhia, G., & Subramaniyan, S. (2022). Extremophilic lipases for industrial applications: A general review. *Biotechnology Advances*, 108002 .
9. Abney, S. E., Ijaz, M. K., McKinney, J., & Gerba, C. (2021). Laundry Hygiene and Odor Control: State of the Science. *Applied and Environmental Microbiology*, 87.
10. Honisch, M., Brands, B., Weide, M., Speckmann, H., Stamminger, R., & Bockmühl, D. (2016). Antimicrobial Efficacy of Laundry Detergents with Regard to Time and Temperature in Domestic Washing Machines. *Tenside Surfactants Detergents*, 53, 547 - 552.
11. Blümke, H., Born, L., Fritz, A., Geurtz, P., Hoffmann, N., Hoffmann, L., Steiner, R., ... et al. (2014). The washing machine as a source of microbial contamination of domestic laundry-a case study.
12. Guduk, E., Yasar, G., Gülhan, Ü. G., & Aktaş, F. (2019). Isolation, Purification and Characterization of new cold active subtilisin-like protease from Bacillus sp. strain EL-GU1.
13. Kavitha, M. (2016). Cold active lipases – an update. *Frontiers in Life Science*, 9, 226 - 238.
14. Lemm, D., Merettig, N., Lucassen, R., & Bockmühl, D. (2014). Inactivation of Human Norovirus by Common Domestic Laundry Procedures. *Tenside Surfactants Detergents*, 51, 304 - 306.
15. Devi, T., Sistla, S., Khan, R., Kailoo, S., Bhardwaj, M., & Rasool, S. (2025). Purification and characterization of detergent stable alkaline lipase from Bacillus safensis TKW3 isolated from Tso Kar brackish water lake. *PeerJ*, 13.

Contacter Enzymes.bio

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

E-MAIL 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.