

Catalase pour traitement des eaux usées : élimination du peroxyde d'hydrogène, protection des procédés biologiques et finition après oxydation avancée

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

La catalase pour traitement des eaux usées est une enzyme utilisée pour décomposer le peroxyde d'hydrogène résiduel, ou H_2O_2 , en eau et oxygène. Elle est surtout pertinente après des étapes d'oxydation, de désinfection ou de décoloration utilisant du peroxyde, lorsque l'effluent doit ensuite rejoindre un traitement biologique, une étape de finition ou un rejet contrôlé. Enzymes.bio fournit ce produit en ligne en unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande .

Rôle technique de la catalase en traitement des eaux usées

La catalase est une enzyme antioxydante dont l'intérêt opérationnel, dans le traitement des eaux usées industrielles ou municipales, tient à une réaction très spécifique : la conversion du peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène. La réaction globale s'écrit :



Cette réaction ne doit pas être confondue avec une dégradation générale des polluants organiques. La catalase n'est pas un substitut aux procédés d'oxydation avancée, aux membranes, à l'adsorption, à la coagulation-floculation ou aux traitements biologiques ; elle intervient comme une étape ciblée de neutralisation du H_2O_2 résiduel. Les revues récentes sur les procédés d'oxydation avancée soulignent justement que les traitements performants des eaux complexes reposent souvent sur des combinaisons de technologies, avec une gestion fine des sous-produits, de la toxicité résiduelle et de l'intégration avec les étapes aval ^[1].

Dans de nombreux schémas industriels, le peroxyde d'hydrogène est utilisé en amont pour oxyder des composés organiques, réduire des odeurs, participer à la décoloration ou renforcer certaines séquences de désinfection. Lorsque le H_2O_2 n'est pas entièrement consommé, il peut persister dans l'effluent et créer une pression oxydante incompatible avec une biomasse active ou avec certains

objectifs de réutilisation. La catalase répond à ce problème précis : accélérer la disparition du H_2O_2 sans ajouter un réactif de réduction classique susceptible d'introduire des sels ou d'autres espèces chimiques indésirables.

Pourquoi le peroxyde d'hydrogène résiduel devient un point critique

Le peroxyde d'hydrogène est utile parce qu'il est réactif, mais cette même réactivité devient problématique lorsqu'il reste présent au mauvais endroit du procédé. Dans les procédés d'oxydation avancée, H_2O_2 peut participer à la génération d'espèces oxydantes capables d'attaquer des contaminants récalcitrants ; ces procédés sont étudiés pour traiter des effluents industriels complexes, notamment lorsque les traitements conventionnels ne suffisent pas à éliminer certains composés persistants [1]. Après l'étape d'oxydation, cependant, l'objectif change : il ne s'agit plus d'oxyder davantage, mais de stabiliser l'effluent pour l'étape suivante.

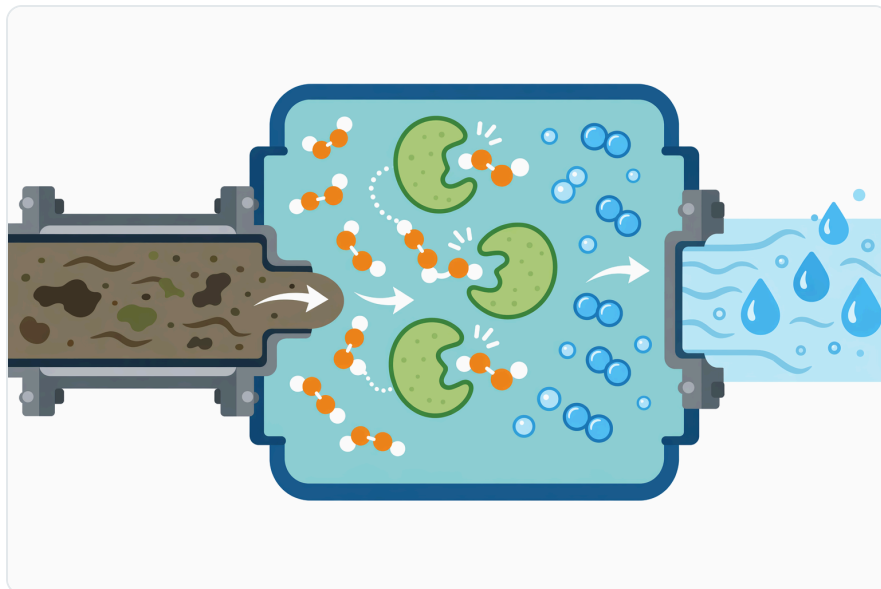


Figure 1. 카탈라아제는 산업 폐수에 남아 있는 과산화수소를 화학량론적 중화제를 추가하지 않고 물과 산소로 분해한다.

Le risque principal concerne les procédés biologiques. Les boues activées, biofiltres, réacteurs à biofilm, bioréacteurs à membrane et systèmes hybrides reposent sur des communautés microbiennes actives. Les technologies à biofilm sont largement étudiées pour le traitement des eaux industrielles, notamment parce que la biomasse immobilisée peut offrir une résistance et une spécialisation intéressantes dans des effluents variables [2]. Un oxydant résiduel comme H_2O_2 peut néanmoins perturber cette activité, surtout si l'étape biologique est placée juste après une oxydation chimique.

Le même raisonnement s'applique aux bioréacteurs à membrane et aux systèmes à biofilm aéré par membrane. Les revues sur les MBR rappellent leur intérêt pour le traitement d'effluents industriels difficiles, mais aussi la complexité de leur pilotage lorsque la charge, la toxicité ou la composition de l'eau varie fortement [3]. Les réacteurs à biofilm aéré par membrane sont également étudiés pour leur capacité à coupler transfert d'oxygène et activité biologique dans des configurations compactes [4]. Dans ces procédés, réduire un excès de H_2O_2 avant contact avec la biomasse peut aider à éviter une exposition oxydante non nécessaire.

Mécanisme enzymatique : une neutralisation, pas une oxydation supplémentaire

La catalase accélère une décomposition déjà thermodynamiquement favorable du peroxyde d'hydrogène. En pratique, cela signifie que l'enzyme ne cherche pas à générer davantage de radicaux oxydants ni à minéraliser directement les contaminants. Elle convertit le H_2O_2 résiduel en deux produits simples : de l'eau et de l'oxygène. Cette spécificité est précisément ce qui la rend utile en finition : elle arrête ou réduit la persistance d'un oxydant après que celui-ci a rempli sa fonction.

Ce point distingue la catalase des procédés qui utilisent le peroxyde pour intensifier l'oxydation. Les traitements par ozonation catalytique, par exemple, visent à améliorer la dégradation de polluants organiques grâce à des mécanismes oxydants plus puissants ; des revues sur l'ozonation avec catalyseurs à base de fer décrivent ces approches comme des voies avancées pour traiter des eaux industrielles difficiles, avec des mécanismes centrés sur la production et l'utilisation d'espèces oxydantes [5]. La catalase se situe à l'autre extrémité de la séquence : elle sert à désactiver le peroxyde résiduel lorsque l'oxydation doit être terminée.

L'oxygène libéré par la réaction peut apparaître sous forme de dégagement gazeux si la concentration de H_2O_2 et les conditions de mélange rendent le phénomène visible. Sur le plan du procédé, ce dégagement doit être compris comme une conséquence de la réaction enzymatique et non comme un mécanisme d'aération comparable à une technologie dédiée. Les micro-nanobulles, par exemple, constituent un domaine distinct du traitement des eaux, étudié pour améliorer les transferts gazeux, la flottation, l'oxydation ou certaines performances biologiques [6]. La catalase, elle, vise d'abord la suppression de H_2O_2 .

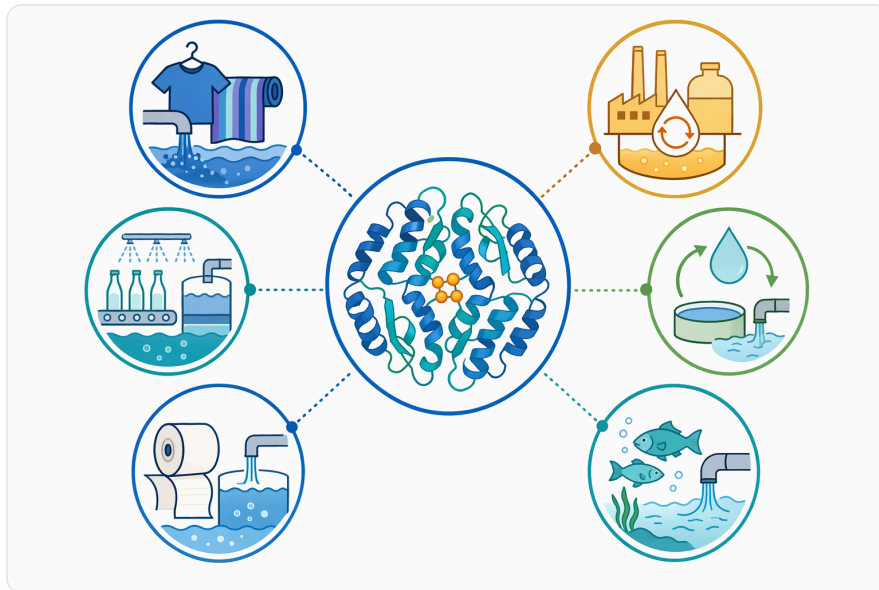


Figure 2. 과산화물이 포함된 폐수는 섬유 표백, 식음료 위생 처리, 유제품 관련 공정, 펄프·제지 표백, 제약 세척, 병원 소독, 화학적 산화, 산업용 세척 과정에서 발생할 수 있다.

Où intégrer la catalase dans une chaîne de traitement

L'emplacement typique de la catalase se situe après une étape utilisant le peroxyde d'hydrogène et avant une étape sensible à l'oxydation résiduelle. Cela peut concerner une sortie d'oxydation avancée, un effluent de décoloration, une eau de procédé désinfectée au peroxyde ou une ligne où l'on souhaite protéger un traitement biologique. Dans ces cas, la catalase agit comme une transition entre une logique chimique oxydante et une logique biologique, membranaire ou de finition.

Dans les effluents industriels, cette logique d'intégration est importante car les technologies isolées couvrent rarement tous les objectifs : réduction de DCO, micropolluants, couleur, toxicité, nutriments, solides, sels, pathogènes ou réutilisation. Les revues sur les traitements industriels montrent une diversification des approches : microalgues, champignons ligninolytiques, procédés électrochimiques, membranes, biofilms, adsorption avancée et matériaux hybrides sont étudiés pour des fonctions différentes [7][8][9]. La catalase ne remplace aucune de ces familles ; elle traite un point particulier, le peroxyde d'hydrogène résiduel.

Un exemple courant est la séquence suivante : oxydation au H_2O_2 ou procédé couplé, réduction du H_2O_2 résiduel par catalase, puis traitement biologique ou finition. Si l'oxydant résiduel n'est pas maîtrisé, la phase biologique peut recevoir une charge oxydante qui ne correspond pas à son rôle. À l'inverse, si le H_2O_2 est neutralisé avant la biomasse, le procédé biologique peut être utilisé pour ce qu'il fait le mieux : biodégradation, nitrification, dénitrification ou stabilisation de la matière organique selon la conception du site.

Tableau comparatif : place de la catalase face aux autres technologies de traitement

Technologie ou étape	Fonction principale	Ce que la catalase apporte	Ce que la catalase ne fait pas
Oxydation avancée avec H ₂ O ₂	Générer des espèces oxydantes pour transformer des polluants récalcitrants [1]	Décomposer le H ₂ O ₂ restant après l'oxydation	Ne remplace pas l'oxydation des polluants
Ozonation et ozonation catalytique	Dégrader des composés organiques par des mécanismes oxydants [5]	Aider à gérer le peroxyde si H ₂ O ₂ est utilisé dans une séquence hybride	Ne remplace pas l'ozone ni le catalyseur
Biofilm, boues activées, MBR	Assurer une transformation biologique par biomasse active [3][2]	Réduire la pression oxydante avant contact avec les micro-organismes	Ne fournit pas la biomasse ni les fonctions métaboliques
Coagulation-floculation	Séparer colloïdes, matières en suspension ou certaines fractions organiques [10]	Intervenir après ou avant, si H ₂ O ₂ résiduel est un problème de compatibilité	Ne clarifie pas l'eau par floculation
Électrocoagulation ou électrooxydation	Déstabiliser, oxyder ou transformer certains contaminants [9][11]	Neutraliser un excès de H ₂ O ₂ si la ligne en génère ou en ajoute	Ne remplace pas l'électrode ni le procédé électrochimique
Adsorption, zéolithes, MOF, biochar	Retenir ou transformer certains polluants sur matériaux spécialisés [12][13]	Protéger une étape sensible si elle suit une oxydation au peroxyde	N'adsorbe pas les métaux, sels ou micropolluants

Ce tableau met en évidence le positionnement réel de la catalase : ce n'est pas une technologie autonome de dépollution globale, mais un outil enzymatique de finition ou de transition. Son utilité augmente lorsque le procédé comporte déjà une étape au peroxyde d'hydrogène et que la qualité de l'eau aval dépend de la disparition de cet oxydant.

Applications industrielles pertinentes

Effluents après oxydation avancée

Les procédés d'oxydation avancée sont souvent envisagés pour des eaux contenant des composés organiques difficiles à éliminer par les traitements conventionnels. Ils peuvent combiner peroxyde d'hydrogène, rayonnement, ozone, catalyseurs ou réactions électrochimiques selon les objectifs du site

[1]. Dans ce contexte, la catalase peut être utilisée après l'oxydation pour réduire le H_2O_2 restant avant rejet, recirculation ou traitement biologique.

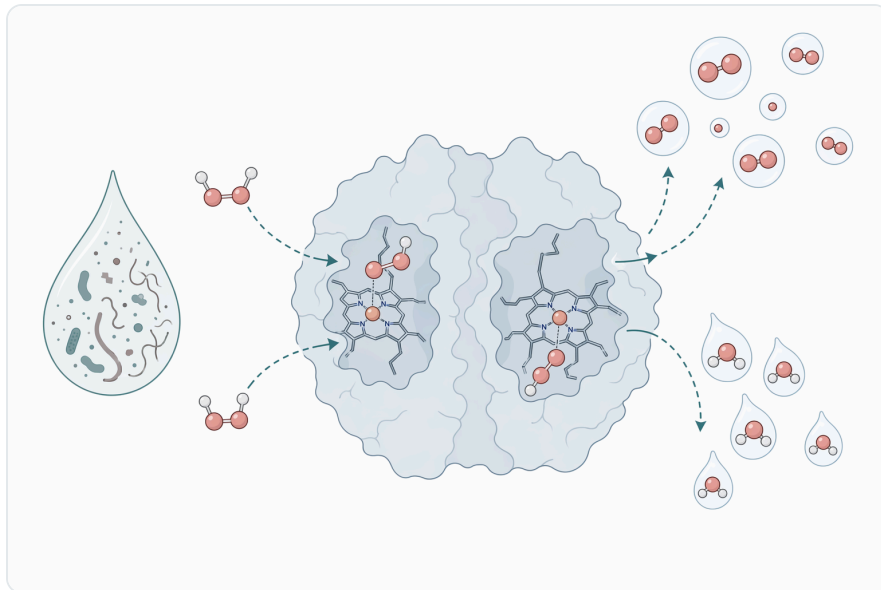


Figure 3. 카탈라아제는 활성 부위를 순환적으로 작동시켜 과산화수소 두 분자를 물 두 분자와 산소 한 분자로 전환한다.

Cette application est particulièrement pertinente lorsque l'oxydation est volontairement conduite avec un excès de peroxyde afin d'assurer la transformation des contaminants ciblés. Une fois l'objectif atteint, l'excès n'a plus d'intérêt et peut devenir une contrainte. La catalase permet alors de dissocier la phase d'oxydation de la phase de stabilisation.

Eaux issues de décoloration ou de blanchiment au peroxyde

Certaines opérations industrielles utilisent le peroxyde d'hydrogène pour modifier la couleur, oxyder des composés chromophores ou préparer des flux avant traitement. La catalase peut intervenir lorsque l'effluent doit ensuite être envoyé vers une biomasse ou une étape sensible. Les revues sur les eaux industrielles colorées et les traitements associés montrent que la dégradation ou la séparation des colorants mobilise souvent plusieurs mécanismes, dont adsorption, oxydation, procédés biologiques ou matériaux composites [12][8].

Dans ce type d'usage, il est important de ne pas attribuer à la catalase l'élimination directe de la couleur. Si la couleur diminue après une séquence complète, l'effet provient généralement de l'oxydation, de l'adsorption, de la coagulation ou de la biodégradation. La catalase intervient plutôt pour mettre fin à l'action du peroxyde résiduel.

Protection des traitements biologiques industriels

Les traitements biologiques restent essentiels pour de nombreux effluents, mais leur performance dépend d'un environnement compatible avec les micro-organismes. Les technologies à biofilm, par exemple, sont étudiées pour leur robustesse dans les eaux industrielles, mais elles restent soumises aux effets des toxiques, des variations de charge et des conditions physico-chimiques [2]. La catalase peut s'intégrer comme une mesure de protection lorsque la ligne amont utilise H₂O₂.

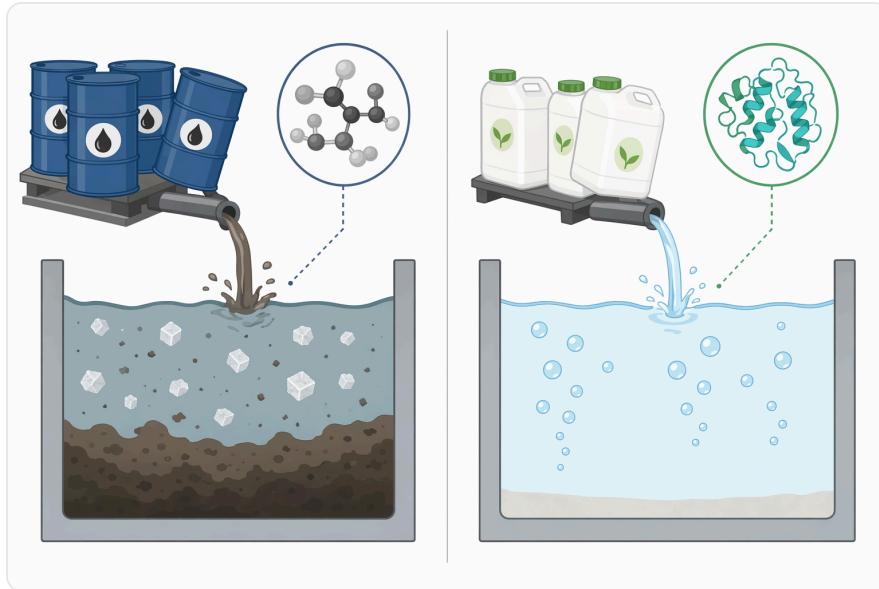


Figure 4. 카탈라아제는 아황산염 계열의 소거 처리와 달리, 과산화물 제거 반응에서 중화제 유래의 용존 잔류물이 아니라 물과 산소가 생성된다.

La même logique vaut pour les systèmes à microalgues ou les solutions biologiques spécialisées. Les applications de biomasse microalgale en traitement des eaux industrielles sont étudiées pour la récupération de nutriments, la réduction de certains polluants et l'intégration dans des stratégies plus durables [7]. Un oxydant résiduel mal placé peut contrecarrer ces approches biologiques ; la neutralisation enzymatique du peroxyde aide à mieux séparer les fonctions du procédé.

Préparation d'un effluent avant réutilisation ou finition

La réutilisation de l'eau traitée impose généralement une attention accrue aux résidus chimiques, à la stabilité biologique et à la compatibilité avec l'usage final. Les traitements avancés mobilisent de plus en plus des combinaisons de membranes, adsorption, oxydation, matériaux fonctionnels et procédés biologiques pour répondre à ces exigences [13]. Lorsque H₂O₂ fait partie de la chaîne, la catalase peut contribuer à la finition en éliminant un oxydant qui n'est plus nécessaire.

Cette application ne signifie pas que la catalase rend à elle seule une eau réutilisable. Les critères de réutilisation dépendent de paramètres multiples : microbiologie, matière organique, sels, nutriments, micropolluants, turbidité et réglementation locale. La catalase traite uniquement la question du peroxyde résiduel.

Paramètres de procédé influençant l'efficacité

Comme toute enzyme, la catalase dépend de son environnement. Sa performance réelle est influencée par le pH, la température, la concentration de peroxyde, la présence d'inhibiteurs, le temps de contact et la qualité du mélange. Il ne faut pas interpréter l'enzyme comme un correctif universel pouvant compenser un procédé mal maîtrisé ; elle fonctionne mieux lorsque l'étape d'oxydation amont et l'étape aval sont clairement définies.

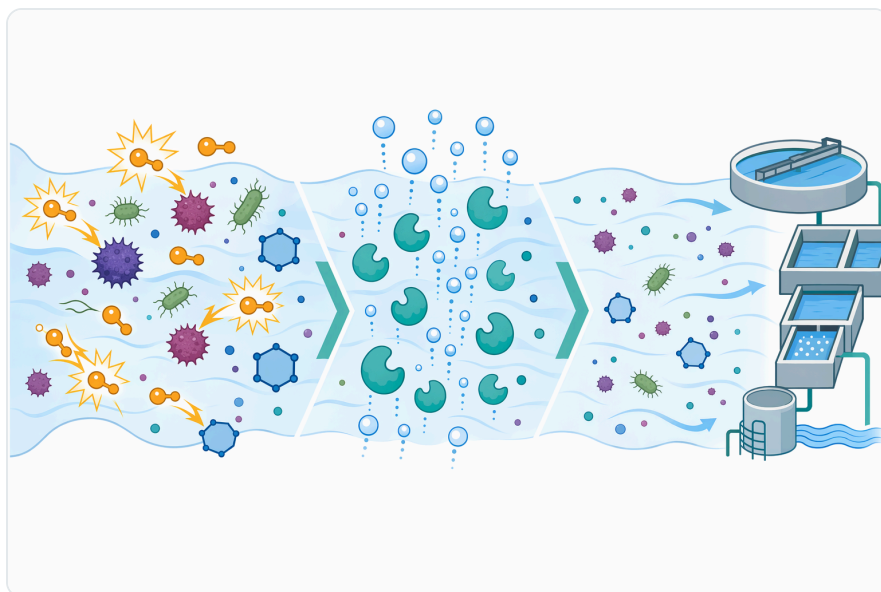


Figure 5. 카탈라아제는 과산화수소의 잔류 산화력을 제거하고 산소를 방출하지만, 그 자체로 다른 폐수 오염물질을 제거하지는 않는다.

Le pH et la température influencent la conformation de l'enzyme et donc sa capacité à catalyser la réaction. Des conditions trop éloignées de la zone de stabilité de la préparation peuvent réduire l'efficacité ou accélérer la perte d'activité. Dans les effluents industriels, ces paramètres ne sont pas seulement des variables de laboratoire : ils reflètent souvent les opérations amont, comme nettoyage, neutralisation, blanchiment, refroidissement ou mélange de flux.

La matrice de l'effluent compte également. Des métaux, oxydants forts, solvants, surfactants, fortes charges salines ou composés réactifs peuvent affecter l'activité enzymatique. Les revues sur les technologies de traitement industriel rappellent que les effluents réels sont souvent multicomposants

et que les performances observées dépendent fortement de la matrice, pas seulement du contaminant cible [14][1]. Pour la catalase, cela signifie que la réaction $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ est simple, mais que son efficacité dans une eau donnée dépend du contexte.

Le mélange et le temps de contact sont enfin déterminants. L'enzyme doit rencontrer le peroxyde résiduel dans le volume traité. Un mauvais contact peut laisser des zones où le H_2O_2 persiste, tandis qu'un mélange excessivement énergétique ou des conditions mécaniques inadaptées peuvent ne pas apporter de bénéfice supplémentaire. L'objectif est d'obtenir une neutralisation régulière et compatible avec le débit et la configuration du site.

Avantages opérationnels d'une neutralisation enzymatique

Le premier avantage est la spécificité. La catalase cible le peroxyde d'hydrogène et le transforme en produits simples. Cette approche peut être attractive lorsque l'on souhaite éviter d'ajouter un réducteur chimique introduisant des ions ou des sous-produits dans l'eau. Dans une stratégie de traitement intégrée, cela peut contribuer à limiter la complexité chimique de l'effluent.

Le deuxième avantage est la compatibilité avec des procédés hybrides. Les traitements modernes des eaux usées industrielles combinent de plus en plus plusieurs technologies afin de gérer simultanément la charge organique, les composés récalcitrants, les nutriments, les solides, les sels ou la toxicité. Les revues sur les procédés électrochimiques, les matériaux adsorbants et les technologies biologiques montrent cette tendance vers des chaînes de traitement plus intégrées [11][12][2]. La catalase s'insère naturellement dans ces chaînes lorsqu'il faut fermer une étape au peroxyde.

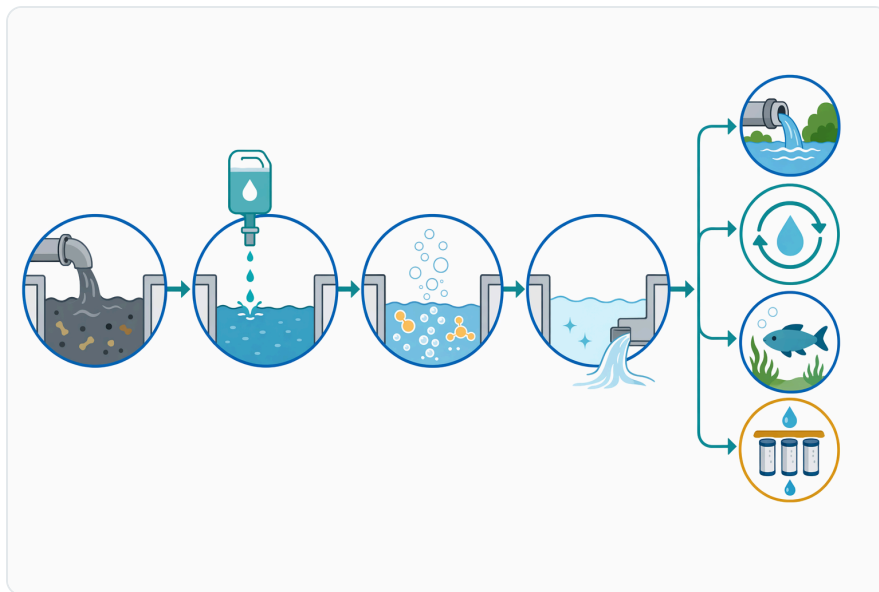


Figure 6. 실제 카탈라아제 처리 단계는 유입수와의 적합성, 효과적인 혼합, 충분한 접촉 시간, 산소 관리, 잔류 과산화물 감소 확인에 달려 있다.

Le troisième avantage est la protection potentielle des biomasses aval. Une étape biologique est souvent plus économique et plus durable lorsqu'elle fonctionne dans sa zone de stabilité. Si un excès d'oxydant perturbe la biomasse, le site peut perdre en rendement, en stabilité ou en prévisibilité. La neutralisation enzymatique ne remplace pas le contrôle global de la toxicité, mais elle supprime une cause identifiable de stress oxydant : le H_2O_2 résiduel.

Le quatrième avantage est la lisibilité du mécanisme. Les opérateurs savent ce que la catalase doit faire : éliminer le peroxyde. Cette clarté est importante dans les sites où plusieurs technologies coexistent, car elle évite de surestimer l'enzyme. Une bonne intégration consiste à relier son emploi à un besoin précis, par exemple : fin d'oxydation, protection d'un biofilm, préparation avant MBR ou stabilisation avant rejet selon le schéma autorisé.

Limites à ne pas dépasser dans l'interprétation

La catalase ne traite pas les métaux lourds, les sels dissous, les microplastiques, les solides en suspension, les nutriments ou l'ensemble des micropolluants. Ces catégories exigent des technologies dédiées : adsorption, précipitation, membranes, procédés biologiques, électrochimie, oxydation avancée ou combinaisons spécifiques. Les revues sur les nanomatériaux, zéolithes, biochars modifiés et matériaux organométalliques montrent que l'élimination des polluants dans l'eau dépend fortement du mécanisme ciblé : adsorption, photocatalyse, activation oxydante, séparation ou transformation biologique [\[15\]](#)[\[12\]](#)[\[13\]](#).

La catalase ne doit pas non plus être présentée comme un agent principal de minéralisation. Si une oxydation avancée réduit la toxicité ou transforme des contaminants, cette performance appartient à l'étape oxydante, pas à la catalase. L'enzyme intervient après coup pour éliminer le peroxyde restant. Cette distinction est essentielle pour éviter des attentes irréalistes et pour concevoir correctement la chaîne de traitement.

Enfin, la catalase peut être limitée par la matrice réelle de l'effluent. Les eaux de lixiviat, par exemple, sont souvent complexes et peuvent nécessiter des traitements électrochimiques ou combinés en raison de leur charge organique, de leur salinité, de l'azote ammoniacal ou de composés récalcitrants [\[11\]](#). Dans une telle matrice, la catalase peut être utile si H_2O_2 est présent, mais elle ne résout pas la complexité globale du lixiviat.

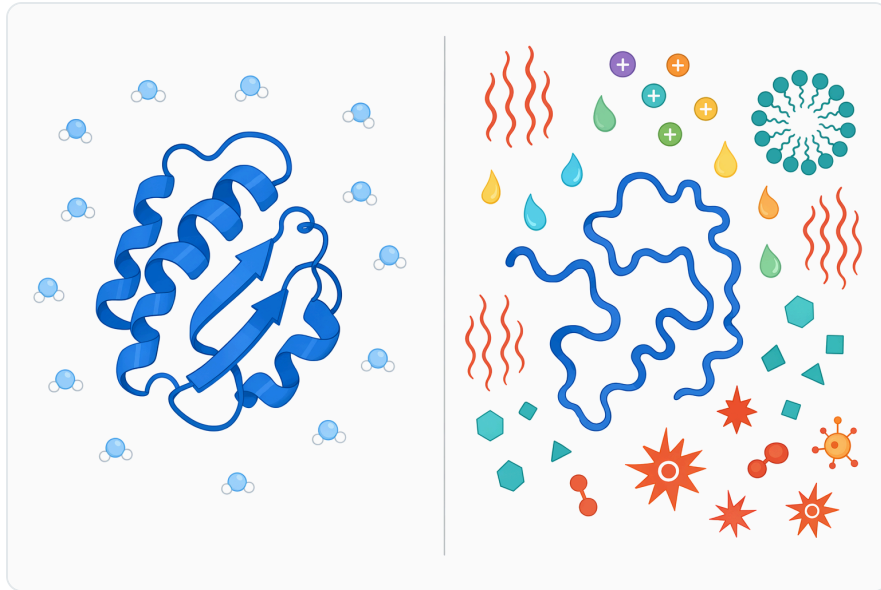


Figure 7. 폐수 조건이 단백질 구조를 손상시키거나 효소 활성 부위를 억제하면 카탈라아제의 성능이 저하될 수 있다.

Positionnement du produit Enzymes.bio

Catalase Enzyme For Wastewater Treatment fournie par Enzymes.bio est destinée aux utilisateurs qui recherchent une enzyme de neutralisation du peroxyde d'hydrogène pour des eaux de procédé ou des eaux usées. Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne, non comme fabricant ni laboratoire. Le produit est vendu directement en unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande .

Dans un usage technique, le produit doit être compris comme un composant de procédé. Il peut aider à réduire le H₂O₂ résiduel après oxydation, à protéger une étape biologique aval ou à faciliter la transition vers une finition plus sensible. Il ne remplace pas l'évaluation réglementaire du rejet, la conception de la station, les règles de sécurité du site ni les contrôles internes applicables.

La valeur de la catalase repose donc sur une promesse limitée mais solide : convertir rapidement le peroxyde d'hydrogène résiduel en eau et oxygène. Pour les stations et procédés industriels qui utilisent H₂O₂, cette fonction peut améliorer la cohérence de la chaîne de traitement, en séparant clairement le temps de l'oxydation et le temps de la stabilisation biologique ou finale.

Commander Catalase Enzyme For Wastewater Treatment 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 Catalase Enzyme For Wastewater Treatment →](#)

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. Satyam, S., & Patra, S. (2025). [The Evolving Landscape of Advanced Oxidation Processes in Wastewater Treatment: Challenges and Recent Innovations](#). *Processes*.
2. Maurya, A., Kumar, R., & Raj, A. (2023). [Biofilm-based technology for industrial wastewater treatment: current technology, applications and future perspectives](#). *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 39.
3. Chang, H., Liu, Y., Keng, C., Jiang, H., & Hu, J. (2024). [Challenges of industrial wastewater treatment: utilizing Membrane bioreactors \(MBRs\) in conjunction with artificial intelligence \(AI\) technology](#). *Journal of Industrial and Production Engineering*, 41, 422 - 427.
4. Dicataldo, G., Desmond, P., Al-Maas, M., & Adham, S. (2025). [Feasibility and application of membrane aerated biofilm reactors for industrial wastewater treatment](#). *Water Research*, 280, 123523 .
5. Wen-An, Li, X., Ma, J., & Ma, L. (2023). [Advanced treatment of industrial wastewater by ozonation with iron-based monolithic catalyst packing: From mechanism to application](#). *Water Research*, 235, 119860 .
6. Sakr, M., Mohamed, M., Maraqa, M., Hamouda, M., Hassan, A. A., Ali, J., & Jung, J. (2021). [A critical review of the recent developments in micro–nano bubbles applications for domestic and industrial wastewater treatment](#). *Alexandria Engineering Journal*.
7. Udaiyappan, A. F. M., Hasan, H., Takriff, M., & Abdullah, S. (2017). [A review of the potentials, challenges and current status of microalgae biomass applications in industrial wastewater treatment](#). *Journal of water process engineering*, 20, 8-21.
8. Latif, W., Ciniglia, C., Iovinella, M., Shafiq, M. I., & Papa, S. (2023). [Role of White Rot Fungi in Industrial Wastewater Treatment: A Review](#). *Applied Sciences*.
9. Shah, A. A., Walia, S., & Kazemian, H. (2024). [Advancements in combined electrocoagulation processes for sustainable wastewater treatment: A comprehensive review of mechanisms, performance, and emerging applications](#). *Water Research*, 252, 121248 .
10. Badawi, A., Salama, R., & Mostafa, M. (2023). [Natural-based coagulants/flocculants as sustainable market-valued products for industrial wastewater treatment: a review of recent developments](#). *RSC Advances*, 13, 19335 - 19355.

11. Quarterly, A. I., Journal, S., Priyadarshini, R., & Saravanakumar, M. (2025). A Review on Electrooxidation Treatment of Leachate: Strategies, New Developments, and Prospective Growth. *Nature Environment and Pollution Technology*.
12. Liaquat, I., Munir, R., Abbasi, N. A., Sadia, B., Muneer, A., Younas, F., Sardar, M. F., ... et al. (2024). Exploring zeolite-based composites in adsorption and photocatalysis for toxic wastewater treatment: Preparation, mechanisms, and future perspectives. *Environmental Pollution*, 123922 .
13. Iroegbu, A. O. C., Teffo, M., Sadiku, E., Meijboom, R., & Hlangothi, S. (2025). Advancing wastewater treatment with green and scalable metal–organic frameworks: from synthetic strategies to real-world deployment. *npj Clean Water*, 8.
14. Li, J., Cao, Y., Ding, K., Ye, J., Li, F., Ma, C., Lv, P., ... et al. (2024). Research progress of industrial wastewater treatment technology based on solar interfacial adsorption coupled evaporation process. *Science of the Total Environment*, 172887 .
15. Aduwa, S., Mohammed, U. T., Uwaoma, I. A., & Olusanya, A. M. (2026). Nanotechnology in Site Remediation: A Review of Nanomaterials for Pollutant Removal from Soil and Water. *Asian Journal of Environment & Ecology*.

Contactez 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.