

# Uréase : enzyme urease pour hydrolyse de l'urée, tests microbiologiques, dosage urease-GLDH, biosenseurs et biominéralisation

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

L'uréase est une enzyme nickel-dépendante qui catalyse l'hydrolyse de l'urée en espèces ammoniacales et carbonatées, ce qui transforme une molécule neutre en produits capables d'alcaliniser le milieu. Elle est utilisée lorsqu'il faut dégrader l'urée, générer un signal analytique — par exemple dans un test à l'uréase ou un dosage urease-GLDH — ou exploiter l'augmentation locale du pH pour des procédés comme la biominéralisation <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio fournit de l'uréase aux utilisateurs professionnels sous forme de produit disponible en ligne par unité de 1 kg. Enzymes.bio est un fournisseur, non un fabricant ni un laboratoire ; le certificat d'analyse — CoA — et la fiche de données de sécurité — SDS — sont fournis avec la commande.

## Comprendre l'uréase : réaction, structure et rôle catalytique

L'uréase, ou *urease enzyme* dans la littérature anglophone, appartient aux hydrolases spécialisées dans la coupure de l'urée. Sa réaction globale est souvent résumée par l'hydrolyse de l'urée en ammoniac et dioxyde de carbone, mais, en solution aqueuse, les formes réellement présentes dépendent du pH : ammoniac/ammonium d'un côté, carbonate/bicarbonate de l'autre. Cette conversion explique pourquoi un milieu contenant de l'urée peut devenir plus alcalin en présence d'enzyme urease active <sup>[2]</sup>.

Le point central de la *urease structure* est la présence d'un centre catalytique à nickel. Les uréases connues partagent un principe structural commun : deux ions nickel sont coordonnés dans le site actif et participent à l'activation de l'eau et de l'urée pendant la catalyse. Les différences entre uréases végétales, bactériennes ou fongiques tiennent davantage à l'organisation des sous-unités et aux protéines accessoires nécessaires à la maturation qu'au principe chimique de base <sup>[3]</sup>.

La réaction n'est pas seulement une « disparition » de l'urée. Elle modifie la chimie du milieu en générant des espèces basiques et des formes carbonatées, ce qui peut influencer le pH, la conductivité, l'équilibre acide-base, l'odeur liée à l'ammoniac et la disponibilité d'azote minéral. Dans un procédé,

cette conséquence est aussi importante que la conversion du substrat : une matrice peu tamponnée peut s'alcaliniser fortement, alors qu'un milieu tamponné montrera une variation de pH plus limitée [4].

L'uréase est très répandue dans le monde vivant. On la rencontre chez des plantes, des champignons et de nombreuses bactéries, où elle sert à exploiter l'urée comme source d'azote ou à modifier un micro-environnement. Chez certaines bactéries pathogènes, l'activité uréasique contribue à la survie dans des niches acides ou riches en urée ; chez *Helicobacter pylori*, la *helicobacter urease* est notamment impliquée dans l'adaptation à l'environnement gastrique [5].

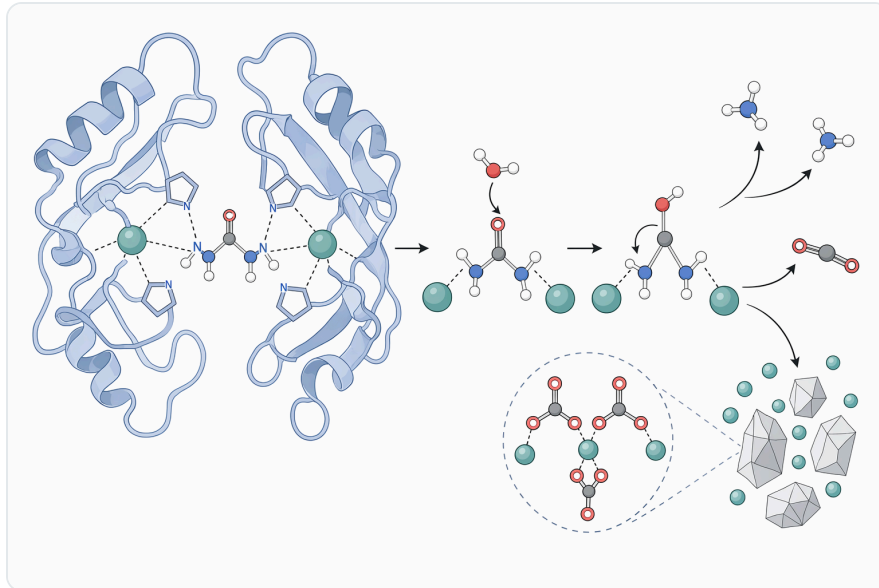


Figure 1. 우레아제는 요소를 암모니아와 이산화탄소로 가수분해하여 탄산염 침전을 유도할 수 있는 알칼리성 조건을 만든다.

## Ce que fait l'uréase dans un procédé professionnel

L'intérêt pratique de l'uréase tient à trois fonctions : transformer l'urée, produire un signal mesurable et créer une alcalinisation locale. Ces trois effets sont liés à la même réaction enzymatique, mais ils répondent à des objectifs différents selon le domaine d'application : analyse, microbiologie, traitement de matrices, recherche appliquée ou matériaux [6].

Dans une matrice où l'urée est indésirable, l'uréase permet de la convertir sans recourir à une hydrolyse chimique plus agressive. L'approche enzymatique est intéressante lorsque l'on veut cibler spécifiquement l'urée dans une solution aqueuse, une matrice fermentée, un effluent ou une préparation technique. Elle ne supprime pas l'azote total : elle le transfère principalement vers des formes ammoniacales, qui doivent être prises en compte dans l'étape suivante du procédé [7].

Dans un système analytique, l'uréase sert à rendre l'urée visible par un signal indirect. La formation d'ammoniac/ammonium, la variation de pH ou le changement de conductivité peuvent être convertis en lecture colorimétrique, électrochimique ou instrumentale. C'est le fondement de nombreux dispositifs de détection de l'urée, depuis les supports pédagogiques jusqu'aux biosenseurs immobilisés [8].

Dans les procédés de biominéralisation, l'uréase est exploitée pour augmenter localement le pH et fournir des espèces carbonatées. En présence de calcium, ces conditions peuvent favoriser la précipitation de carbonate de calcium. Ce mécanisme est étudié pour la biocimentation, la consolidation de matériaux granulaires, le colmatage de pores ou certaines approches de stabilisation environnementale [9].

## Paramètres qui influencent l'activité de l'enzyme urease

L'uréase est une protéine catalytique : son efficacité dépend du milieu réel. Le pH, la température, la concentration d'urée, l'accessibilité du substrat, la force ionique, la présence d'inhibiteurs et la capacité tampon déterminent la vitesse et l'étendue de la conversion. Une performance observée dans un tampon simple ne se transpose donc pas automatiquement à une matrice industrielle complexe [10].

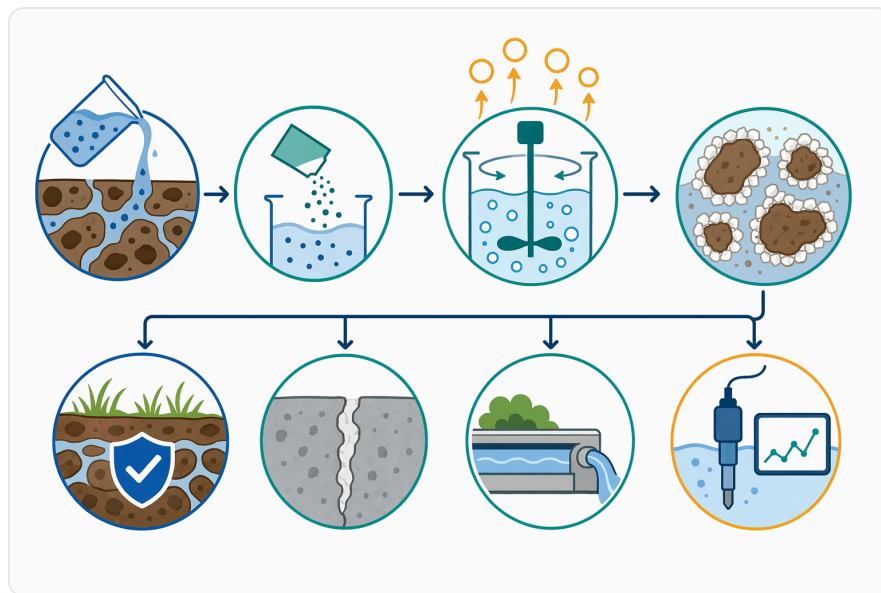


Figure 2. 산업용 우레아제 공정은 탄산염 광물화, 요소 제거 또는 암모니아 생성을 위해 제어된 요소 가수분해를 활용한다.

Le pH a un double rôle. D'une part, l'enzyme possède une zone de fonctionnement compatible dans laquelle sa conformation et son site actif restent favorables à la catalyse. D'autre part, la réaction qu'elle catalyse peut elle-même augmenter le pH du milieu. Dans un système peu tamponné, l'uréase

peut ainsi modifier rapidement son propre environnement, ce qui peut être utile pour un signal analytique ou une précipitation carbonatée, mais limitant si l'alcalinisation devient excessive [11].

La température influence à la fois la vitesse de réaction et la stabilité de la protéine. Comme pour d'autres enzymes, une température plus élevée peut accélérer la catalyse jusqu'à une certaine limite, puis favoriser la perte d'activité par dénaturation ou altération structurale. En pratique, l'évaluation doit se faire dans la fenêtre thermique du procédé visé, et non à partir d'une règle générale applicable à toutes les matrices [12].

La disponibilité de l'urée est également déterminante. L'uréase agit en milieu aqueux ou humide ; si l'urée est piégée dans une phase solide, une matrice très visqueuse, une phase organique ou un système peu hydraté, la réaction peut être limitée par le transfert de matière plutôt que par la capacité catalytique de l'enzyme. Cette distinction est essentielle en formulation, en traitement d'effluents ou en matériaux poreux [13].

Certains composés peuvent inhiber ou ralentir l'uréase. La littérature sur les uréases décrit des inhibiteurs capables d'interagir avec le site actif au nickel ou de perturber la structure protéique. Dans les matrices industrielles, des métaux, oxydants, conservateurs, solvants, agents de nettoyage ou composés organiques peuvent aussi affecter la stabilité enzymatique, même si leur effet dépend fortement de la concentration et du contexte [14].

## Tableau comparatif des principales applications de l'uréase

Domaine d'utilisation	Fonction de l'uréase	Signal ou effet recherché	Points techniques à surveiller
Dosage de l'urée	Hydrolyser l'urée pour générer des produits mesurables	Variation de pH, ammonium, conductivité ou signal couplé	Interférences de matrice, capacité tampon, stabilité de l'enzyme
Dosage urease-GLDH	Convertir l'urée puis coupler l'ammonium à une réaction enzymatique secondaire	Signal spectrophotométrique ou automatisé selon le système	Compatibilité entre enzymes, contrôle des interférences
<i>Urease test microbiology</i>	Révéler la capacité d'un micro-organisme à hydrolyser l'urée	Alcalinisation indiquant un résultat uréase positif	Interprétation selon espèce, temps de lecture et contexte clinique
<i>Rapid urease test</i>	Détecter rapidement une activité uréasique,	Changement de pH local	Sensibilité à la charge bactérienne et aux

Domaine d'utilisation	Fonction de l'uréase	Signal ou effet recherché	Points techniques à surveiller
	notamment associée à <i>Helicobacter</i>		conditions de prélèvement
Biosenseurs	Immobiliser l'uréase près d'un transducteur	Signal électrochimique, pH-métrique ou conductimétrique	Immobilisation, dérive du signal, stabilité dans le temps
Biominéralisation	Produire carbonate et alcalinité à partir d'urée	Précipitation de carbonate de calcium	Production d'ammoniac, diffusion, contrôle spatial de la précipitation
Traitement de matrices contenant de l'urée	Transformer l'urée avant ou pendant un procédé	Réduction de l'urée libre, modification chimique contrôlée	Azote résiduel sous forme ammoniacale, odeur, pH final

Ce tableau met en évidence une idée importante : l'uréase n'est pas une application unique, mais un outil biochimique dont l'utilité vient de la même réaction appliquée à des objectifs différents. Dans chaque cas, l'effet recherché doit être relié à la chimie de l'urée, à la matrice et au mode de lecture ou de transformation [15].

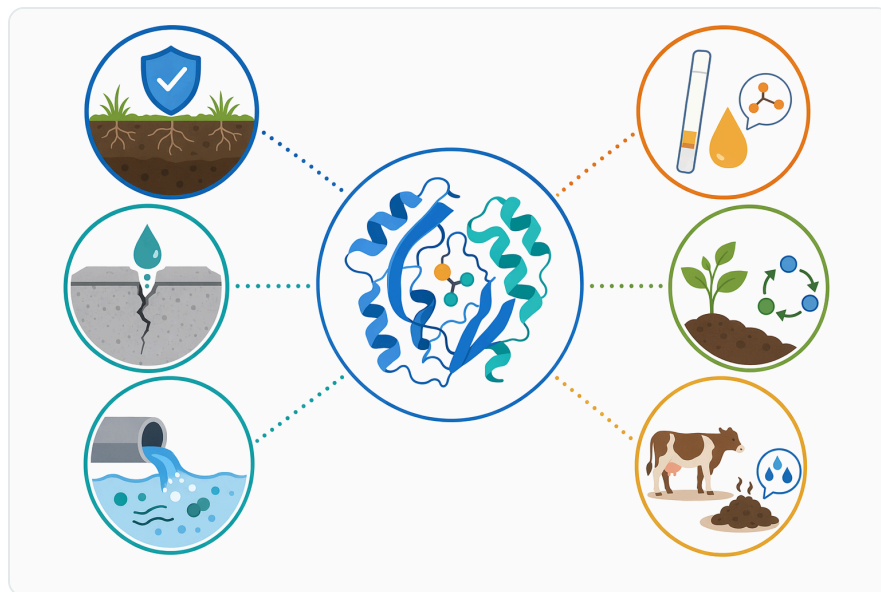


Figure 3. 우레아제는 생물광물화, 환경 처리, 진단 및 질소 관리 분야에 활용된다.

## Urease test, microbiologie et bactéries uréase positives

---

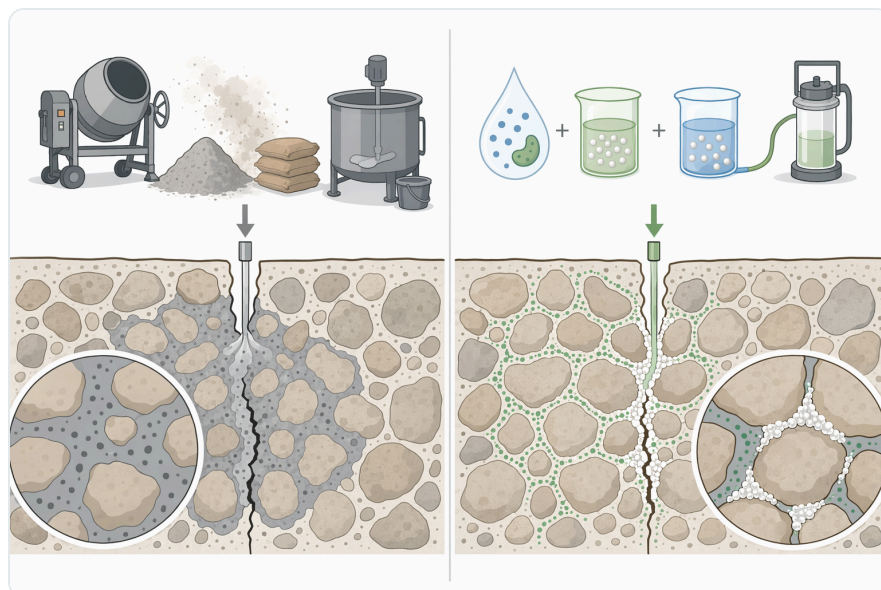
Le terme *urease test* désigne une famille d'essais microbiologiques utilisés pour savoir si un micro-organisme produit une uréase fonctionnelle. Dans un *urease test microbiology*, l'hydrolyse de l'urée provoque une alcalinisation qui peut être révélée par un changement de couleur ou par une lecture instrumentale selon le système. Un résultat « *urease positive* » indique donc une activité enzymatique détectable dans les conditions du test, et non une propriété universelle indépendante du protocole [16].

Les bactéries uréase positives sont importantes en identification microbiologique parce que l'activité uréasique varie selon les genres et les espèces. Des bactéries comme *Proteus* sont classiquement associées à une forte activité uréasique, tandis que d'autres espèces peuvent être négatives, variables ou dépendantes de la souche. L'expression « *urease test positive bacteria* » doit donc être interprétée dans le cadre d'un schéma d'identification complet, et non comme un critère isolé [17].

Le *rapid urease test* est particulièrement connu dans le contexte de *Helicobacter pylori*. La bactérie produit une uréase abondante qui l'aide à neutraliser localement l'acidité gastrique ; cette caractéristique est exploitée pour des tests rapides sur prélèvements gastriques. La *helicobacter urease* n'est pas seulement un marqueur analytique : elle participe aussi à la physiologie de colonisation de la bactérie dans l'estomac [5].

Les recherches associées à « *e coli urease* » ou « *e coli urease test results* » reflètent souvent une confusion pratique : *Escherichia coli* est généralement utilisé comme exemple d'organisme non uréase positif dans de nombreux schémas pédagogiques, mais les résultats doivent toujours être replacés dans le système d'identification employé et dans le statut de la souche. Un résultat inattendu doit être interprété avec prudence, car une lecture microbiologique dépend de la souche, du milieu et du contexte analytique [16].

De même, les termes « *salmonella urease test* » ou « *staphylococcus aureus urease test* » apparaissent fréquemment dans les recherches liées à l'identification bactérienne. Ils renvoient à l'utilisation de l'activité uréasique comme caractère différentiel parmi d'autres tests biochimiques. L'uréase peut contribuer à orienter une identification, mais elle ne remplace pas une stratégie microbiologique complète combinant morphologie, culture, tests biochimiques et, si nécessaire, méthodes moléculaires [17].



**Figure 4.** 탄산염 그라우팅에서 우레아제 기반 광물화는 기존 시멘트계 처리에 의존하지 않고 온화한 조건에서 현장에서 방해석을 형성할 수 있다.

Il faut distinguer l'usage microbiologique du produit enzymatique. Dans un test d'identification bactérienne, l'uréase détectée est produite par la bactérie elle-même. Une uréase fournie comme enzyme industrielle sert à hydrolyser l'urée dans un procédé ou un système analytique conçu par l'utilisateur ; elle n'est pas destinée à « rendre » un micro-organisme uréase positif ni à remplacer des contrôles microbiologiques [18].

## Dosage de l'urée : uréase seule et système urease-GLDH

Le dosage de l'urée est l'une des applications analytiques les plus établies de l'uréase. L'enzyme transforme l'urée en ammonium et espèces carbonatées ; le signal peut ensuite être suivi directement ou couplé à une réaction secondaire. Les approches directes exploitent les variations de pH, d'ions ou de conductivité, tandis que les approches couplées utilisent une autre enzyme pour produire un signal plus adapté à l'instrumentation [8].

Le terme *urease GLDH* désigne un principe de dosage dans lequel l'uréase libère de l'ammonium à partir de l'urée, puis la glutamate déshydrogénase intervient dans une réaction couplée. Ce type d'approche est courant en analyse clinique et biochimique, car il convertit la formation d'ammonium en signal mesurable par un système enzymatique secondaire. Le rôle de l'uréase y est la première étape : rendre l'azote de l'urée disponible sous une forme exploitable analytiquement [19].

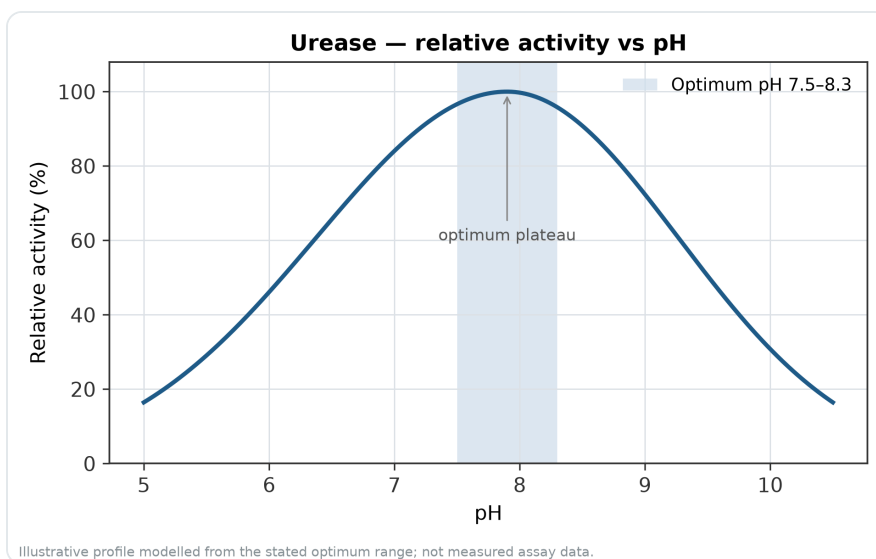
Dans les biosenseurs, l'uréase peut être immobilisée sur ou près d'un transducteur. La présence d'urée déclenche une réaction locale qui modifie le pH, la concentration ionique ou un signal électrochimique. L'immobilisation vise à maintenir l'enzyme au bon endroit, à limiter sa diffusion et à permettre une

lecture répétable dans le temps, même si la stabilité dépend du support, de la matrice et des conditions d'utilisation [20].

Les limites analytiques proviennent rarement de la réaction de base seule. Elles sont souvent liées à la matrice : capacité tampon trop élevée, interférents ioniques, composés inhibiteurs, turbidité, viscosité ou réactions secondaires. Une formulation conçue pour une solution simple peut donc nécessiter une adaptation lorsqu'elle est appliquée à un effluent, une boisson, un échantillon biologique ou un procédé industriel [10].

## Uréase, biominéralisation et matériaux carbonatés

La biominéralisation par hydrolyse de l'urée repose sur une cascade chimique : l'uréase produit des espèces ammoniacales qui augmentent le pH, tandis que les espèces carbonatées deviennent disponibles pour réagir avec des cations comme le calcium. Lorsque les conditions sont favorables, du carbonate de calcium peut précipiter et modifier la structure d'un matériau poreux ou granulaire [9].



**Figure 5.** pH에 따른 우레아제의 상대 활성으로, pH 7.5-8.3에서 최적 활성 구간이 나타난다.

Cette logique est utilisée dans les recherches sur la précipitation de carbonate de calcium induite microbiologiquement ou enzymatiquement. Dans l'approche microbiologique, des bactéries uréase positives produisent l'enzyme in situ ; dans l'approche enzymatique, l'uréase est ajoutée comme biocatalyseur. Les deux stratégies partagent le même mécanisme de base, mais elles diffèrent par le contrôle du procédé, la stabilité biologique, la diffusion de l'enzyme et la gestion de l'ammoniac généré [11].

Les applications potentielles incluent la consolidation de sables, la réduction de perméabilité, la réparation de fissures et la stabilisation de matrices minérales. Cependant, l'hydrolyse de l'urée produit de l'azote ammoniacal ; un procédé de biocimentation doit donc considérer non seulement la résistance ou la précipitation obtenue, mais aussi les flux d'azote, l'odeur, l'environnement et le traitement des liquides résiduels <sup>[9]</sup>.

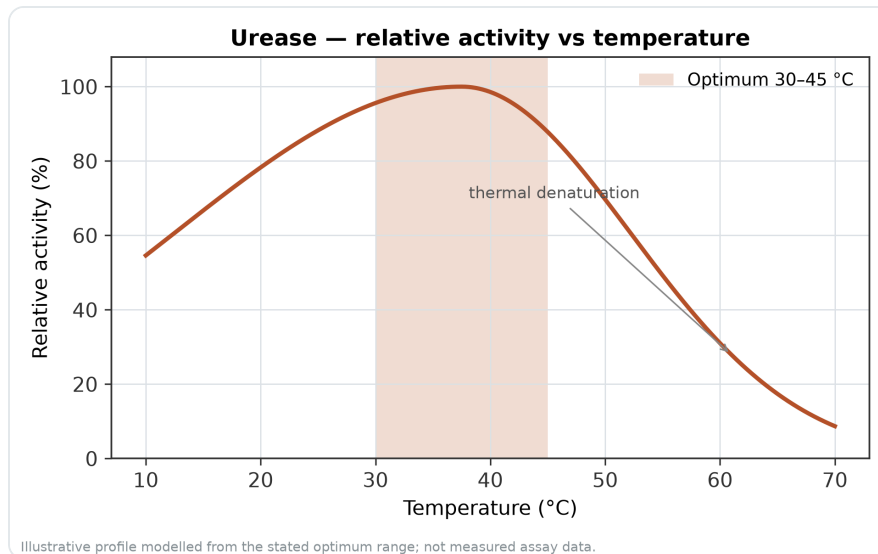
L'uréase est particulièrement intéressante dans ces systèmes parce qu'elle dissocie partiellement la catalyse de la croissance microbienne. Une enzyme ajoutée directement peut fonctionner sans maintenir une population vivante, ce qui simplifie certains paramètres biologiques. En revanche, elle reste sensible à la dénaturation, à l'adsorption non spécifique sur les surfaces, aux inhibiteurs et aux limitations de diffusion dans les pores <sup>[13]</sup>.

## Traitement de matrices contenant de l'urée

---

Dans les procédés liquides, l'uréase peut être utilisée pour transformer l'urée avant une étape de contrôle qualité, de traitement ou de conversion chimique. La réaction peut aider à réduire l'urée libre dans une matrice, à préparer un échantillon pour une analyse ou à convertir l'urée en formes azotées plus faciles à suivre. L'intérêt est la sélectivité relative de l'enzyme vis-à-vis du substrat urée <sup>[7]</sup>.

L'utilisateur doit toutefois raisonner en bilan matière. L'uréase ne détruit pas l'azote ; elle convertit une forme organique neutre en espèces ammoniacales et carbonatées. Si l'objectif est environnemental, la conversion de l'urée peut être une étape utile, mais elle doit être intégrée dans une stratégie plus large de gestion de l'azote, car l'ammonium ou l'ammoniac peuvent eux-mêmes poser des questions réglementaires, olfactives ou toxicologiques selon le milieu <sup>[4]</sup>.



**Figure 6.** 온도에 따른 우레아제의 상대 활성으로, 30–45°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘어서면 열변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타난다.

Dans les matrices fermentées ou alimentaires, l'hydrolyse de l'urée peut être recherchée pour limiter un précurseur indésirable ou modifier une composition azotée. La pertinence dépend alors de la compatibilité de l'enzyme avec le pH, l'alcool éventuel, les polyphénols, les sels, les protéines et les contraintes de transformation. Les bénéfices doivent être évalués dans le produit réel, car les matrices riches en composés organiques peuvent modifier l'activité observée [10].

Dans les effluents ou solutions techniques, l'uréase peut servir à convertir l'urée en ammonium avant une étape biologique, physico-chimique ou analytique. Ce choix peut être pertinent lorsque l'urée est difficile à suivre directement ou lorsque l'étape suivante traite mieux l'azote ammoniacal. L'effet sur le pH doit cependant être anticipé, surtout dans les volumes peu tamponnés ou fortement chargés en urée [11].

## Uréase et immobilisation enzymatique

L'immobilisation de l'uréase consiste à retenir l'enzyme sur un support ou dans une matrice afin de localiser l'activité catalytique. Cette stratégie est courante dans les biosenseurs, les réacteurs enzymatiques, les membranes et certains systèmes de traitement où l'on souhaite éviter la dispersion de l'enzyme dans tout le volume. Le support peut influencer la stabilité, l'accès au substrat et la réponse au pH [20].

L'avantage d'une uréase immobilisée est le contrôle spatial. Dans un capteur, l'enzyme doit être proche du transducteur ; dans une membrane, elle doit rester accessible à l'urée ; dans un matériau poreux, elle doit être répartie de façon compatible avec la zone à traiter. L'inconvénient potentiel est la

limitation de diffusion : si l'urée ou les produits de réaction circulent mal, le système peut être contrôlé par le transfert de matière plutôt que par la catalyse [13].

L'immobilisation peut aussi modifier l'environnement local de l'enzyme. La charge du support, l'hydrophilie, la taille des pores et les interactions protéine-surface peuvent protéger l'uréase ou, au contraire, réduire son activité. Les performances doivent donc être reliées au système complet : enzyme, support, matrice, débit éventuel, pH et température [20].

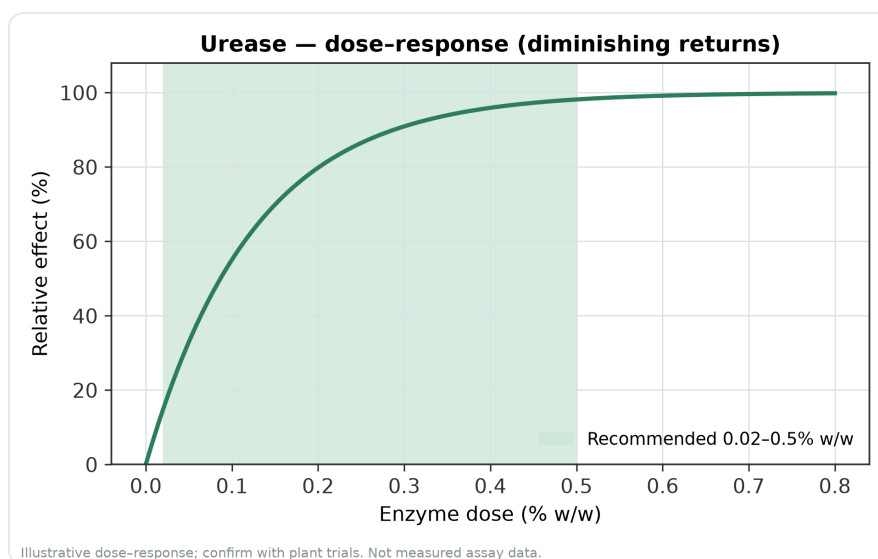


Figure 7. 권장 사용 범위(0.02-0.5% w/w)에서 우레아제의 용량-반응 관계를 보여주는 예시.

## Points de sécurité et de manipulation

L'uréase est une protéine enzymatique, et les préparations enzymatiques en poudre doivent être manipulées avec les précautions adaptées aux poussières biologiques et aux substances sensibilisantes potentielles. Il convient d'éviter l'inhalation de poussières, de limiter le contact direct, de refermer le contenant après usage et de suivre les informations de la SDS fournie avec la commande [12].

Le risque lié au procédé ne vient pas seulement de l'enzyme, mais aussi des produits formés. L'hydrolyse de l'urée peut générer de l'ammoniac selon le pH et les conditions du milieu ; ce composé peut entraîner une odeur marquée et des contraintes de ventilation ou de traitement. Les systèmes fermés, les matrices concentrées et les milieux alcalins demandent donc une attention particulière au dégagement ammoniacal [4].

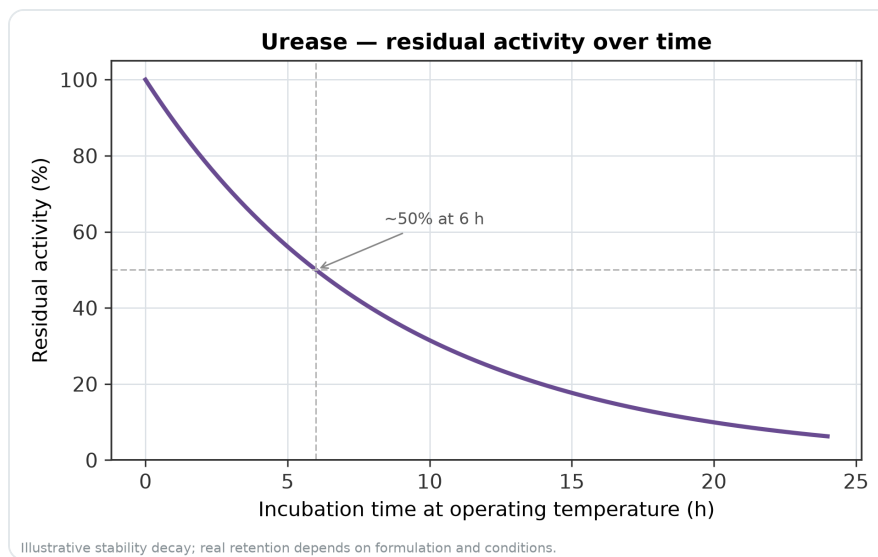
Les recherches en ligne autour de « *urease creme* » ou « *teste urease* » peuvent mélanger des contextes très différents : enzyme uréase, test médical ou microbiologique, et produits cosmétiques contenant de l'urée. L'uréase n'est pas une « crème à l'urée » ; c'est une enzyme qui dégrade l'urée. Pour un usage

professionnel, il est important de distinguer la molécule urée, l'enzyme uréase et les tests utilisant une activité uréasique [18].

## Positionnement de l'uréase fournie par Enzymes.bio

L'uréase proposée par Enzymes.bio s'adresse aux utilisateurs professionnels qui recherchent une enzyme pour des applications de transformation de l'urée, de développement analytique, de biosenseurs, de contrôle de procédés ou d'études appliquées. Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne ; l'entreprise ne se présente pas comme fabricant, laboratoire d'analyse ou développeur de méthodes [1].

Le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg. Après commande, le CoA et la SDS sont fournis avec le produit, afin de documenter les informations qualité et sécurité disponibles pour le lot commandé. Les conditions d'emploi restent à définir par l'utilisateur selon sa matrice, son objectif de réaction, son cadre réglementaire et ses contraintes de procédé.



**Figure 8.** 우레아제의 열 안정성 감소 예시 — 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소한다.

Cette distinction est importante : l'uréase est un biocatalyseur, pas une solution universelle prête à résoudre tout problème lié à l'urée. Sa valeur dépend de l'adéquation entre la réaction enzymatique, le milieu d'application et l'effet recherché — signal analytique, réduction d'urée, alcalinisation ou précipitation carbonatée [15].

## À retenir pour une utilisation technique fiable

L'uréase catalyse une réaction simple mais puissante : l'hydrolyse de l'urée en espèces ammoniacales et carbonatées. Cette réaction explique ses usages dans le *urease test*, le *rapid urease test*, les dosages urease-GLDH, les biosenseurs, le traitement de matrices contenant de l'urée et la biominéralisation [2].

Son activité doit toujours être interprétée dans un système réel. Le pH, la température, la capacité tampon, l'accessibilité de l'urée, les inhibiteurs et la gestion de l'ammoniac conditionnent le résultat final. Une matrice simple peut donner une réponse rapide et nette, tandis qu'une matrice complexe peut ralentir la réaction ou modifier l'interprétation du signal [10].

Pour les utilisateurs professionnels, l'intérêt de l'uréase est sa spécificité fonctionnelle : elle cible l'urée et transforme cette molécule en produits chimiquement exploitables. Cette spécificité en fait un outil polyvalent, à condition de maîtriser les conséquences de la réaction — notamment l'alcalinisation, la formation d'ammonium/ammoniac et les équilibres carbonatés [4].

### Commander Urease 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 Urease →](#)

## 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. [61733Dfd1Ec38Dc8274A81A360D40Ae4C9B127B7](#). *Semantic Scholar*.
2. [183E2C5D9B865488B3655974F00Fc66A6C57D682](#). *Semantic Scholar*.
3. [104E6A3Eabd22374A01Aac006F1Daf65D8628Ca6](#). *Semantic Scholar*.
4. [8E316B5B70C0Dcf5566C8915D6264603F9209De3](#). *Semantic Scholar*.
5. [E8D748E0D20865F8Ae83Fc7203A919Ca8902D67B](#). *Semantic Scholar*.
6. [C6A0E1D83E33513A9A5F4E699A28E6E91D3A1C57](#). *Semantic Scholar*.
7. [3222Dc7Eb5F999F437726Ebe762E2926Caac78Df](#). *Semantic Scholar*.
8. [9Ab696D6Df11E0614F634F9252Fe88086A069F3E](#). *Semantic Scholar*.

9. [403C738313E690C4D9A4042A69C555C8611602Fc](#). *Semantic Scholar*.
10. [1F6B8C5A9C4F4Fe9Bf175D63012Ca4Fc594Bee24](#). *Semantic Scholar*.
11. [F867A42D43Bfc690Dc4799E911F5A6Ba620C051A](#). *Semantic Scholar*.
12. [32C8Bc003F3C277A8554621068Af67Af152Fc4F1](#). *Semantic Scholar*.
13. [922Ee3D7D6Ee17C6B64B76E96F32B3622D16Aaf5](#). *Semantic Scholar*.
14. [56882Fb146C88Dd4C8Bdeb4D23E6D02723F8C0B1](#). *Semantic Scholar*.
15. [1Cf8C71877D269E72Ebc2C2548E14Eb6966C5Dbc](#). *Semantic Scholar*.
16. [39B6C9Edeb46C11A58A5Dc417Bc416366952872D](#). *Semantic Scholar*.
17. [B692D8Eee28042Db2582Ae34945A8E713873897B](#). *Semantic Scholar*.
18. [99D7899B3A5D804De670E072D4217Df9768D1D06](#). *Semantic Scholar*.
19. [F4F4Cf72B3B7F261992127Ef8399C4F2Bc038874](#). *Semantic Scholar*.
20. [Fd3Acd78A24008Ae99467057D16991675C82Ca1B](#). *Semantic Scholar*.

## 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.