

# Protéase CAS 232-642-4 pour prévenir le chill haze en brassage : stabilisation colloïdale, clarification de la bière et réduction du trouble à froid

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

La protéase CAS 232-642-4 pour la prévention du *chill haze* en brasserie est une enzyme de procédé destinée à réduire la fraction protéique impliquée dans le trouble à froid des bières claires. Son intérêt technique repose sur l'hydrolyse de protéines sensibles au trouble, qui interagissent avec les polyphénols et les proanthocyanidines pour former des agrégats colloïdaux visibles après refroidissement <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio fournit ce produit en vente directe en ligne par unité de 1 kg, avec certificat d'analyse et fiche de données de sécurité fournis avec la commande .

## Comprendre le trouble à froid : une instabilité colloïdale, pas une simple turbidité

Le *chill haze*, ou trouble à froid, désigne un voile qui apparaît ou s'intensifie lorsque la bière est refroidie. Dans ses premières phases, ce trouble peut être réversible : la bière redevient plus limpide lorsqu'elle se réchauffe. À mesure que les interactions colloïdales évoluent pendant le stockage, le phénomène peut devenir permanent, ce qui modifie l'apparence attendue des lagers, pilsners, ales filtrées et autres bières commercialisées comme brillantes <sup>[2]</sup>.

La base chimique la plus documentée du trouble à froid est l'association entre protéines sensibles au trouble et composés phénoliques. Les travaux sur la stabilité colloïdale des lagers ont montré que le retrait des protéines sensibles et des proanthocyanidines améliore la stabilité de la bière, ce qui confirme que ces deux familles de molécules sont des cibles majeures pour la prévention du trouble <sup>[1]</sup>. Les proanthocyanidines, issues notamment du malt et du houblon, peuvent établir des interactions multiples avec les protéines, favorisant l'agrégation lorsque les conditions physiques de la bière deviennent moins favorables à la dispersion colloïdale.

Toutes les protéines de la bière ne doivent cependant pas être considérées comme indésirables. Certaines contribuent à la tenue de mousse, à la sensation en bouche et à la structure sensorielle du produit fini. La difficulté technologique consiste donc à réduire les protéines les plus actives dans la

formation du trouble sans éliminer indistinctement l'ensemble de la fraction protéique. Les études comparant la filtration, les hydrogels de silice et le PVPP montrent d'ailleurs que les stratégies de stabilisation ciblent soit les protéines actives dans le trouble, soit les polyphénols, soit les deux, selon le profil de risque de la bière <sup>[3]</sup>.

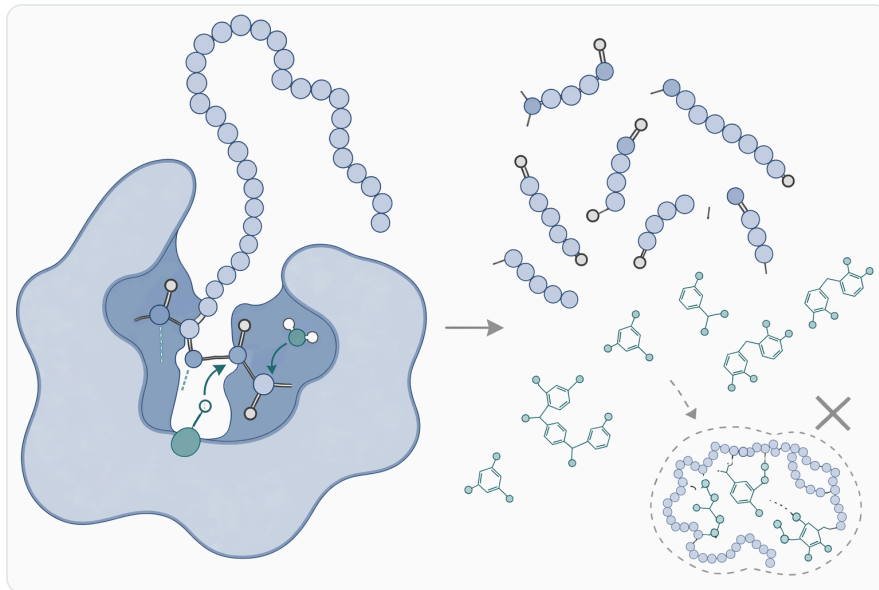
Le trouble à froid doit aussi être distingué d'autres formes de turbidité. Une bière peut être voilée par des levures en suspension, par des particules de houblon, par des polysaccharides, par des glucanes, par une filtration insuffisante ou par une instabilité microbiologique. La protéase est pertinente lorsque la composante protéique du trouble est importante ; elle ne remplace pas les leviers de procédé nécessaires lorsque la cause principale se situe ailleurs <sup>[4]</sup>.

## Rôle de la protéase CAS 232-642-4 dans la prévention du chill haze

---

Une protéase est une enzyme qui hydrolyse des liaisons peptidiques dans les protéines. En brasserie, cette activité peut être exploitée pour fragmenter les protéines qui participent aux complexes protéine-polyphénol responsables du *chill haze*. Les études historiques sur la papaye, la chymotrypsine et des protéines apparentées ont montré que différentes protéases n'ont pas la même capacité de « chill-proofing » : l'efficacité dépend de la spécificité enzymatique, des substrats présents dans la bière et de l'équilibre entre clarification et qualité de mousse <sup>[5]</sup>.

Le principe n'est pas de « clarifier » la bière par décantation enzymatique directe, mais de réduire son potentiel de formation d'agrégats. Lorsque les protéines sensibles au trouble sont hydrolysées en fragments moins aptes à se lier simultanément à plusieurs polyphénols, la formation de réseaux colloïdaux devient moins favorable. Les travaux sur le retrait des protéines sensibles et des proanthocyanidines dans la lager montrent que les deux composantes interagissent dans la stabilité colloïdale, ce qui explique l'intérêt d'une intervention sur la fraction protéique <sup>[1]</sup>.



**Figure 1.** 양조용 프로테아제는 혼탁을 유발하는 단백질이 폴리페놀과 결합해 불용성 복합체를 형성하기 전에 이를 가수분해하여 냉각 혼탁을 줄입니다.

Les protéases ne sont pas interchangeables. Certaines coupent préférentiellement des séquences particulières, certaines sont plus actives dans des environnements acides, et d'autres sont plus adaptées à des matrices alimentaires différentes. Dans la prévention du trouble à froid, les enzymes capables d'agir sur les protéines riches en proline ont reçu une attention particulière, car ces régions protéiques sont fortement impliquées dans les interactions avec les polyphénols et peuvent résister à des protéolyses moins spécifiques [6].

Pour les brasseries, l'intérêt pratique d'une protéase de prévention du *chill haze* est de compléter les opérations classiques de clarification et de stabilisation. Elle peut contribuer à maintenir la brillance d'une bière après refroidissement et stockage, tout en réduisant la dépendance à une élimination physique intensive des composés colloïdaux. Les procédés combinant traitement enzymatique et technologies membranaires ont été étudiés pour assurer la stabilité colloïdale de la bière, ce qui illustre l'intégration possible des enzymes dans des schémas de stabilisation modernes [7].

## Mécanisme moléculaire : protéines, polyphénols et agrégats visibles au froid

Le mécanisme du *chill haze* repose sur la formation de complexes colloïdaux. Les protéines sensibles au trouble possèdent des zones capables d'interagir avec des polyphénols ; les polyphénols peuvent agir comme des ponts entre plusieurs chaînes protéiques. Lorsque la bière est refroidie, ces associations deviennent moins solubles et plus facilement visibles, ce qui produit un voile ou une opalescence dans le verre ou le contenant [1].

Les proanthocyanidines jouent un rôle important parce qu'elles disposent de plusieurs sites d'interaction. Elles peuvent se lier à des protéines par des interactions hydrophobes et des liaisons hydrogène, puis favoriser l'apparition de particules plus grandes. La stabilisation colloïdale consiste donc à diminuer le nombre de protéines capables de former ces complexes, à réduire la fraction polyphénolique réactive, ou à combiner les deux approches [3].

La protéase agit du côté protéique du système. En coupant les protéines sensibles, elle diminue la taille moyenne des substrats et peut réduire leur capacité à former des ponts multiples avec les polyphénols. Une protéine intacte présentant plusieurs zones de liaison peut participer à un réseau colloïdal ; des fragments plus courts ont généralement moins de possibilités de créer des agrégats étendus. C'est ce changement de comportement colloïdal, plus que la simple disparition de protéines totales, qui explique l'intérêt de la protéolyse contrôlée [5].

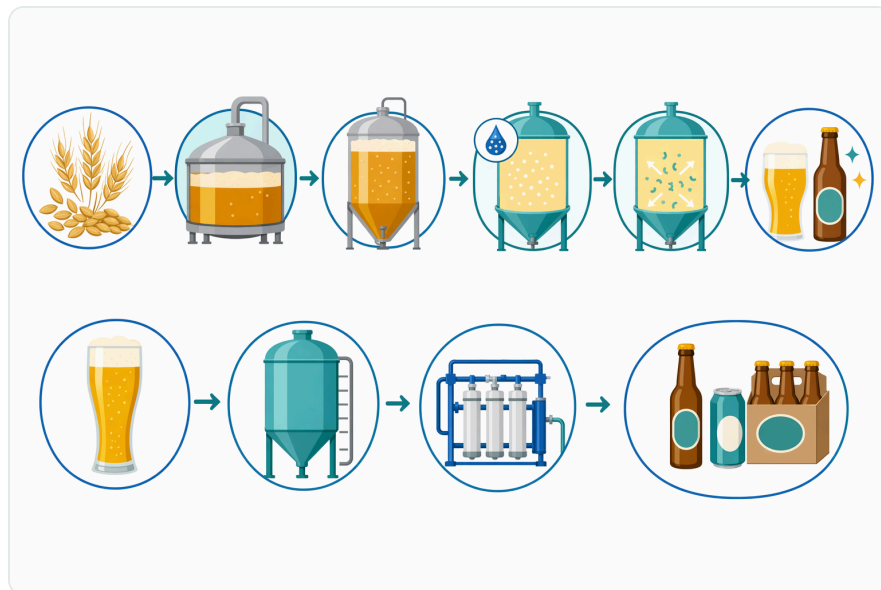


Figure 2. 양조 공정에서 프로테아제는 여과와 포장 전에 콜로이드성 투명도를 개선하기 위해 맥주 안정화 단계에서 첨가됩니다.

La température joue un rôle visible dans ce phénomène. À froid, des complexes qui restaient dispersés à température plus élevée peuvent devenir assez gros pour diffuser la lumière. C'est pourquoi une bière limpide en cuve ou en rayon peut apparaître trouble après passage au réfrigérateur. Les méthodes de comparaison de la stabilité colloïdale soulignent d'ailleurs que la prévision du trouble dépend de la composition de la bière, de son historique de stockage et de la sensibilité des techniques utilisées pour détecter l'instabilité [2].

## Position de la protéase parmi les solutions de stabilisation de la bière

La prévention du *chill haze* peut être abordée par plusieurs technologies. Certaines éliminent des polyphénols, d'autres adsorbent des protéines, d'autres retiennent des particules par filtration, et les protéases modifient chimiquement les protéines responsables du trouble. Le choix dépend du style de bière, de la limpidité recherchée, du procédé existant et de l'équilibre sensoriel attendu [3].

Approche de stabilisation	Cible principale	Principe technique	Points d'attention
Protéase CAS 232-642-4	Protéines sensibles au trouble	Hydrolyse des protéines impliquées dans les complexes protéine–polyphénol	Doit préserver l'équilibre mousse, corps et profil sensoriel
PVPP	Polyphénols et composés phénoliques réactifs	Adsorption de polyphénols pour limiter les pontages avec les protéines	Peut être intégré à des procédés de stabilisation rapide ou régénérable selon les installations [8]
Hydrogel de silice	Protéines actives dans le trouble	Adsorption sélective de protéines impliquées dans la turbidité	Couramment étudié avec le PVPP pour retirer protéines et polyphénols actifs [3]
Centrifugation / microfiltration tangentielle	Particules et colloïdes	Séparation physique ou membranaire des particules	Souvent combinée à d'autres traitements pour la stabilité colloïdale [9]
Procédés combinés enzymatiques et membranaires	Plusieurs fractions instables	Association d'une modification enzymatique et d'une séparation physique	Permet d'explorer des schémas de clarification sans dépendre d'un seul auxiliaire [7]

Les travaux de Cimini et collaborateurs ont évalué des procédés associant traitement enzymatique, centrifugation, PVPP régénérable et microfiltration tangentielle pour clarifier et stabiliser des lagers. Ces recherches montrent que la stabilisation moderne est souvent pensée comme une chaîne de réduction du risque colloïdal, dans laquelle l'enzyme prépare ou complète l'action d'une séparation physique ou d'un adsorbant [9].

D'autres études ont exploré des procédés visant à réduire ou supprimer l'usage de kieselguhr et de PVPP dans la clarification de la bière à température ambiante. Ces approches ne signifient pas qu'une enzyme remplace toujours tous les autres auxiliaires, mais elles confirment que la stabilisation peut

être repensée en combinant biocatalyse, séparation et optimisation du procédé [10].

La microfiltration tangentielle associée à un traitement enzymatique a également été étudiée pour assurer la stabilité colloïdale. L'intérêt de ces schémas est de traiter à la fois la formation potentielle d'agrégats et leur élimination physique, ce qui peut être pertinent lorsque la bière présente une charge colloïdale élevée ou une sensibilité accrue au stockage [7].

## Applications brassicoles : lagers, pilsners, ales filtrées et bières de distribution longue

L'application la plus évidente concerne les bières claires destinées à rester brillantes jusqu'à la consommation. Les lagers, pilsners et ales filtrées sont particulièrement exposées à l'insatisfaction visuelle lorsque le consommateur observe un voile après refroidissement. Dans ces styles, la limpidité est une partie du cahier des charges sensoriel et commercial, et la stabilisation colloïdale devient un enjeu de constance entre lots [2].



Figure 3. 냉각 혼탁 방지용 프로테아제는 맥주 생산에서 주로 투명도, 여과 성능, 저장 안정성을 향상시키는 데 사용됩니다.

Les bières qui subissent une distribution longue ou des variations de température peuvent aussi bénéficier d'une prévention du trouble à froid. Le produit peut être stable à la sortie de conditionnement, puis développer une opalescence après plusieurs semaines de stockage, surtout si la fraction protéique et polyphénolique réactive reste élevée. Les études sur les variables de procédé

montrent que la stabilité colloïdale dépend de nombreux paramètres, ce qui explique pourquoi un même style peut présenter des sensibilités différentes selon les matières premières et les conditions de production <sup>[4]</sup>.

Les brasseries travaillant sur des procédés de clarification plus sobres en auxiliaires solides peuvent également s'intéresser aux enzymes. Les recherches sur des procédés de clarification et stabilisation sans kieselguhr et sans PVPP indiquent que des combinaisons techniques alternatives peuvent maintenir la qualité de la bière dans certaines conditions, notamment lorsque la séparation membranaire et les traitements enzymatiques sont coordonnés <sup>[10]</sup>.

La protéase n'a pas la même valeur dans les styles volontairement troubles. Pour une NEIPA, une bière de blé non filtrée ou une bière artisanale dont le voile fait partie de l'identité, l'objectif n'est pas nécessairement de supprimer toute turbidité. En revanche, même dans ces styles, il reste utile de distinguer un trouble voulu, stable et sensoriellement cohérent d'une instabilité colloïdale imprévisible qui évolue pendant la distribution <sup>[4]</sup>.

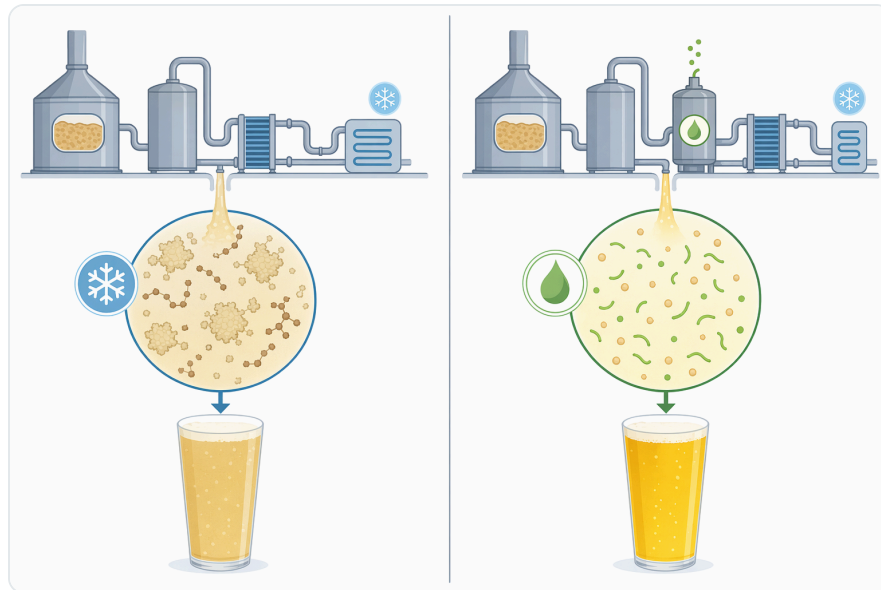
## Effets sur la mousse, le corps et la perception sensorielle

---

La question de la mousse est centrale, car les protéines contribuent à la formation et à la stabilité de la collerette. Une protéolyse excessive ou mal ciblée pourrait réduire des protéines bénéfiques, ce qui explique la prudence historique des brasseurs vis-à-vis des enzymes protéolytiques. Les comparaisons entre papain, chymotrypsine et protéines apparentées montrent justement que la capacité de stabilisation à froid doit être évaluée avec les caractéristiques technologiques de chaque enzyme, et non seulement avec son aptitude générale à hydrolyser des protéines <sup>[5]</sup>.

Une protéase adaptée à la prévention du *chill haze* doit donc réduire les protéines les plus actives dans la turbidité sans dégrader de manière indésirable les fractions qui participent à la mousse et au corps. Les publications sur les endoprotéases spécifiques de la proline ont alimenté cet intérêt, car ces enzymes visent des régions protéiques pertinentes pour les interactions protéine-polyphénol tout en offrant une approche plus ciblée que certaines protéases moins spécifiques <sup>[6]</sup>.

Le corps de la bière peut également être influencé par la composition macromoléculaire. Les protéines, les glucanes, les dextrans et d'autres colloïdes contribuent à la viscosité perçue, à la rondeur et à la stabilité de la mousse. La protéase doit donc être considérée comme un outil d'ajustement de la stabilité colloïdale, non comme une opération de clarification indépendante du profil sensoriel <sup>[4]</sup>.



**Figure 4.** 비효소적 안정화만 적용한 경우와 비교해, 프로테아제 처리는 맥주의 밝은 외관을 유지하면서 혼탁 유발 단백질을 직접 낮춥니다.

La compatibilité sensorielle dépend aussi du moment d'application et du style de bière. Une bière très sèche, une lager légère ou une ale filtrée ne réagiront pas de la même manière qu'une bière plus riche en protéines ou en houblons. Les données de stabilisation colloïdale montrent que la composition initiale de la bière et les variables de procédé influencent fortement le résultat final <sup>[2]</sup>.

## Intégration dans le procédé : une enzyme de stabilisation, pas un substitut au brassage maîtrisé

L'intégration d'une protéase dans le brassage doit se raisonner en fonction du moment où les protéines sensibles sont accessibles, de la composition de la bière et des contraintes du procédé. L'enzyme peut être envisagée dans des étapes de maturation, de garde ou de stabilisation compatibles avec son action, mais son efficacité dépend toujours de la matrice bière, du temps de contact, de la température, du pH et de la présence des substrats pertinents <sup>[4]</sup>.

La protéase ne compense pas un problème de matière première mal maîtrisé. Un malt très riche en précurseurs de trouble, un houblonnage apportant une charge polyphénolique élevée, une filtration insuffisante ou une oxydation excessive peuvent chacun contribuer à l'instabilité. Les études sur la stabilité colloïdale soulignent que les variables de procédé ont un effet cumulatif, ce qui impose de considérer l'enzyme comme un levier parmi d'autres <sup>[4]</sup>.

Dans une ligne de production équipée de séparation physique, la protéase peut réduire le potentiel de formation de nouveaux agrégats après filtration. Cela la distingue d'une séparation qui retire les particules déjà présentes mais ne modifie pas toujours les précurseurs solubles. Les procédés

associant enzymes et microfiltration tangentielle illustrent cette complémentarité entre modification biochimique et clarification physique [7].

La stabilisation peut également être pensée en amont d'une étape d'adsorption. Le PVPP cible surtout les polyphénols réactifs, tandis que l'hydrogel de silice cible davantage les protéines actives dans le trouble. Une protéase agit différemment : elle transforme une partie de la fraction protéique afin qu'elle participe moins à l'agrégation, ce qui peut réduire le risque de voile au froid dans les bières sensibles [3].

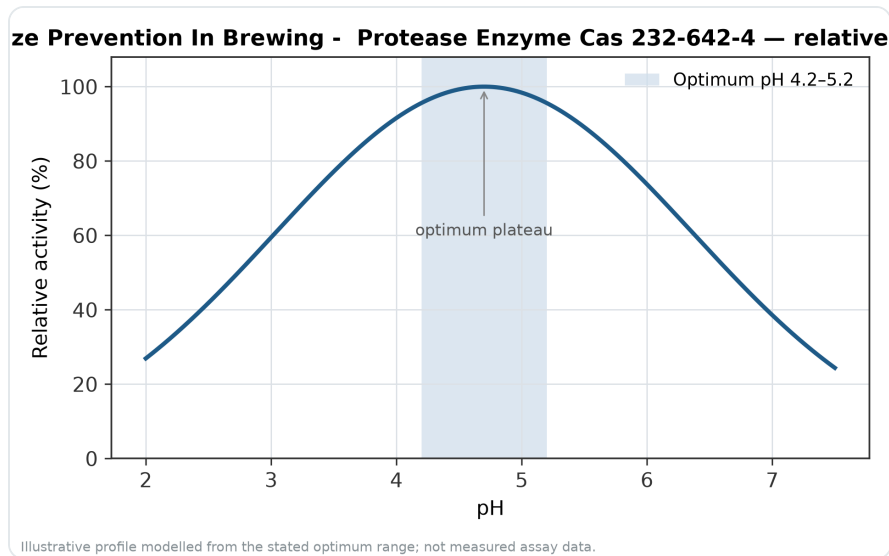


Figure 5. pH에 따른 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 상대 활성으로, pH 4.2~5.2에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

## Ce que la protéase peut résoudre — et ce qu'elle ne résout pas

La protéase CAS 232-642-4 est pertinente pour les troubles où les protéines sensibles jouent un rôle déterminant. Dans ce cas, elle peut réduire la capacité des protéines à former des complexes avec les polyphénols, améliorer la stabilité visuelle au froid et contribuer à une apparence plus régulière pendant le stockage. Les travaux reliant protéines sensibles, proanthocyanidines et stabilité de la lager fournissent le socle scientifique de cette logique [1].

Elle est moins directement adaptée lorsque la turbidité est principalement liée à des polysaccharides. Les  $\beta$ -glucanes, par exemple, sont connus pour influencer la filtration, la viscosité et certaines difficultés de clarification ; des enzymes comme les  $\beta$ -glucanases relèvent d'un autre mécanisme d'action que les protéases. La recherche sur une  $\beta$ -1,3(4)-glucanase à potentiel brassicole illustre l'existence de cibles enzymatiques distinctes pour d'autres problèmes de procédé [11].

Elle ne doit pas non plus être confondue avec une solution contre le gushing. Le gushing désigne une expulsion excessive de mousse à l'ouverture, avec des mécanismes primaires et secondaires qui peuvent impliquer des facteurs différents du trouble colloïdal. Les travaux consacrés au gushing distinguent clairement les procédures d'évaluation du potentiel de gushing des questions de stabilité visuelle de la bière [12].

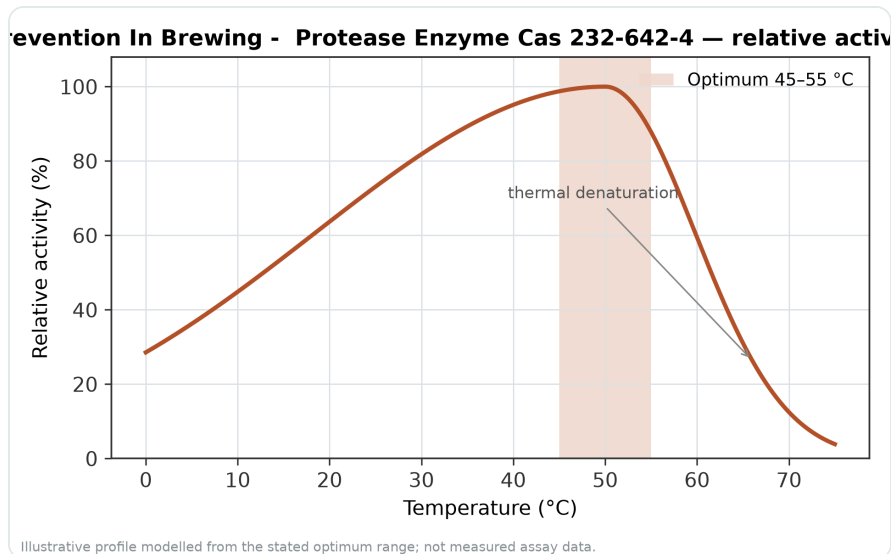
Enfin, une protéase ne traite pas une contamination microbiologique ni une mauvaise séparation de levures. Si la turbidité provient d'une croissance microbienne, de levures résiduelles ou de particules non retenues par la filtration, les réponses relèvent d'autres contrôles de production. Les procédés de stérilisation à froid et de stabilisation appliqués à des lagers montrent que la stabilité microbiologique et la stabilité colloïdale peuvent être traitées dans un même schéma industriel, mais qu'elles ne reposent pas sur le même mécanisme [13].

## **Comparaison avec PVPP, silice et microfiltration : choisir selon la cible colloïdale**

---

Le PVPP est largement utilisé pour réduire les polyphénols réactifs. Des évaluations de stabilisation colloïdale rapide avec PVPP ont montré l'intérêt de cette approche lorsque les composés phénoliques sont une cible principale. Le PVPP ne modifie pas les protéines comme le fait une protéase ; il réduit plutôt la disponibilité de polyphénols capables de former des ponts avec les protéines [8].

Les hydrogels de silice ciblent davantage les protéines actives dans le trouble. Les travaux sur la filtration et l'usage combiné de silice et de PVPP ont montré que ces auxiliaires peuvent retirer respectivement des protéines et des polyphénols associés à la formation du voile. La protéase se différencie en fragmentant des protéines plutôt qu'en les adsorbant et en les séparant physiquement [3].



**Figure 6.** 온도에 따른 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 상대 활성으로, 45~55°C에서 최적 활성을 보이며 그 이상에서는 열변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

La microfiltration tangentielle agit par séparation. Elle peut retenir des particules et contribuer à la brillance, mais son efficacité contre un trouble futur dépend de la quantité de précurseurs colloïdaux encore solubles dans la bière. Les procédés combinant enzyme et microfiltration visent précisément à limiter à la fois les particules présentes et la capacité de la bière à en reformer pendant le stockage [7].

Dans un procédé industriel, ces solutions ne sont pas nécessairement concurrentes. Une brasserie peut chercher à réduire l'usage d'auxiliaires solides, à stabiliser plus efficacement une bière sensible ou à adapter son schéma selon la charge protéique et polyphénolique. Les recherches sur la clarification séquentielle montrent que la stabilité colloïdale peut être améliorée par une combinaison raisonnée de leviers, plutôt que par une intervention unique [9].

## Suivi de la stabilité colloïdale : interpréter les résultats avec prudence

La stabilité colloïdale n'est pas une propriété binaire. Une bière peut être stable dans certaines conditions de stockage et instable dans d'autres ; elle peut rester brillante à court terme mais développer un voile après une exposition prolongée au froid. Les comparaisons de méthodes d'évaluation de la stabilité de la bière montrent que les résultats peuvent varier selon la sensibilité de l'approche et le type d'instabilité ciblé [2].

Le contenu en tannoïdes et la réactivité des polyphénols sont souvent utilisés comme indicateurs de risque colloïdal, en particulier dans les bières fortement stabilisées. Les travaux sur un test modifié du contenu en tannoïdes selon Chapon ont été proposés pour mieux prédire la stabilité de bières très

stabilisées, ce qui souligne l'importance de relier les indicateurs analytiques au comportement réel du produit pendant le stockage [14].

Pour une protéase, l'indicateur pertinent n'est pas seulement la quantité totale de protéines, mais la diminution de la fraction capable de former des complexes visibles avec les polyphénols. Deux bières avec des teneurs protéiques comparables peuvent avoir des stabilités différentes si la nature des protéines, leur degré d'hydrolyse et la charge polyphénolique ne sont pas les mêmes. Les études sur le retrait ciblé des protéines sensibles et des proanthocyanidines soutiennent cette distinction entre composition totale et activité colloïdale [1].

Cette prudence est importante dans l'interprétation des essais industriels. Une amélioration de limpidité observée sur une lager claire ne garantit pas le même résultat sur une bière très houblonnée, riche en céréales alternatives ou volontairement trouble. Les variables de procédé et de formulation restent déterminantes, même lorsque l'enzyme fonctionne comme prévu [4].

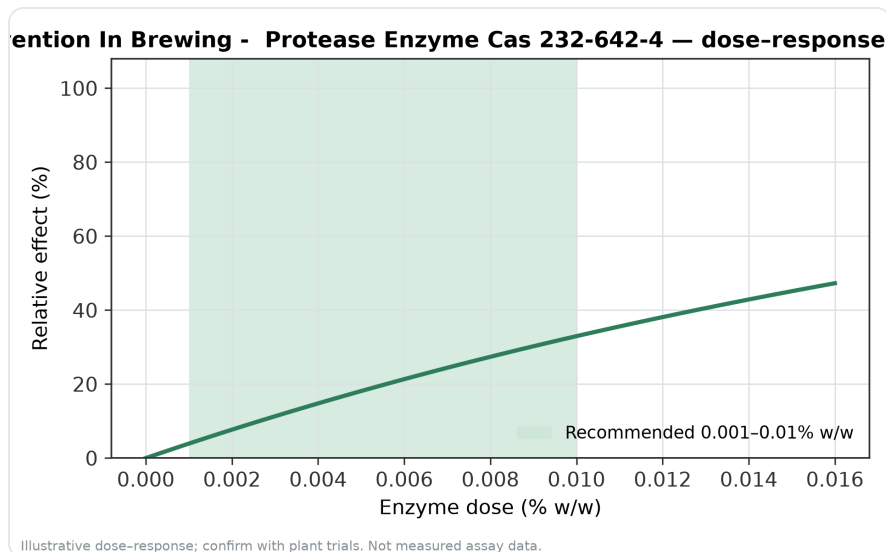


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001~0.01% w/w)에서 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 예시적 용량-반응 관계.

## Données scientifiques disponibles sur les protéases et la stabilisation à froid

Les données les plus directement liées aux protéases de « chill-proofing » proviennent des comparaisons d'enzymes protéolytiques appliquées à la bière. L'étude sur la papain, la chymotrypsine et des protéines apparentées a montré que les performances diffèrent selon les enzymes, ce qui justifie une approche spécifique plutôt qu'une généralisation à toutes les protéases [5].

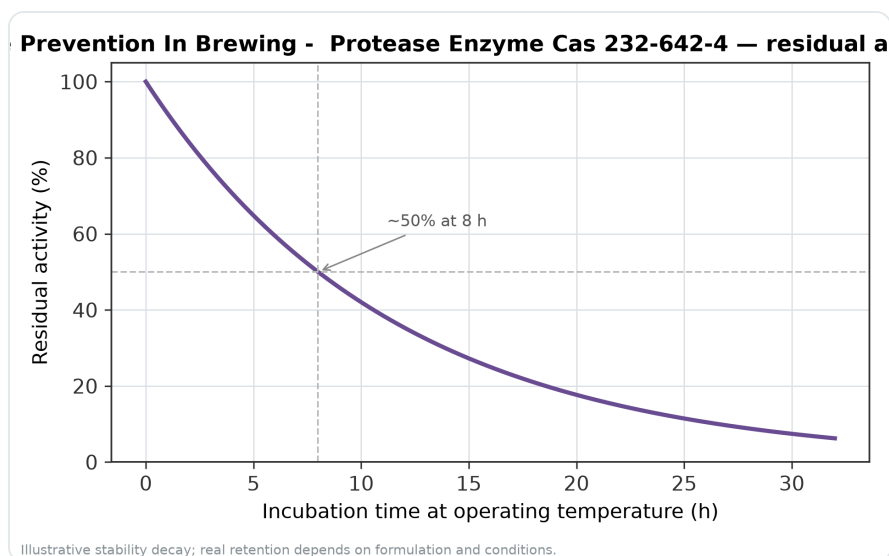
Les endoprotéases spécifiques de la proline sont particulièrement pertinentes pour les protéines de céréales riches en proline. Ces enzymes sont étudiées en brasserie pour leur capacité à réduire le potentiel de trouble tout en limitant les effets indésirables sur la mousse lorsque les conditions sont adaptées. Les données disponibles soutiennent leur rôle dans la prévention du *chill haze* par modification ciblée de protéines impliquées dans les interactions avec les polyphénols [6].

Les travaux sur la stabilisation colloïdale des lagers complètent cette base mécanistique. Le fait que le retrait simultané des protéines sensibles et des proanthocyanidines améliore la stabilité montre que le système est gouverné par l'interaction entre ces deux fractions. Une protéase intervient sur l'une des deux, tandis que le PVPP, la silice et la filtration interviennent par d'autres voies [1].

Les recherches plus récentes sur les procédés combinés confirment que l'enzyme peut s'intégrer dans des lignes modernes de clarification. Les études associant traitement enzymatique, centrifugation, PVPP régénérable et microfiltration tangentielle illustrent une tendance industrielle : réduire le risque colloïdal par une séquence de transformations et de séparations complémentaires [9].

## Produit Enzymes.bio : protéase de procédé disponible en unité de 1 kg

La protéase CAS 232-642-4 proposée pour la prévention du *chill haze* en brasserie est destinée aux usages professionnels où la stabilisation colloïdale et la clarté au froid sont des objectifs de procédé. Enzymes.bio la met à disposition en ligne par unité de 1 kg ; le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande .



**Figure 8.** 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 예시적 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 낮아지는 것을 보여줍니다.

Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne, et non comme fabricant ni laboratoire. Le rôle du fournisseur est de rendre le produit disponible pour les brasseries et utilisateurs professionnels, avec les documents associés à la commande. Les informations produit d'Enzymes.bio présentent les protéases comme des enzymes utilisées dans de nombreuses applications de transformation, dont les boissons et procédés alimentaires lorsque la dégradation contrôlée des protéines est recherchée .

Pour la brasserie, l'usage attendu est une stabilisation ciblée du trouble à froid, non une correction universelle de toutes les turbidités. Le produit doit être compris comme un auxiliaire de procédé qui agit sur une famille de précurseurs colloïdaux : les protéines sensibles au trouble. Les autres causes de voile, notamment les polysaccharides, les particules de houblon, les levures résiduelles ou les défauts microbiologiques, nécessitent des réponses distinctes [\[11\]](#).

## **Conclusion : un outil enzymatique ciblé pour la stabilité visuelle des bières claires**

---

La protéase CAS 232-642-4 pour la prévention du *chill haze* en brassage répond à un problème technique précis : limiter la formation de complexes protéine–polyphénol visibles au froid. Son mécanisme repose sur l'hydrolyse des protéines sensibles au trouble, afin de réduire leur capacité à s'agréger avec les proanthocyanidines et autres composés phénoliques pendant le stockage réfrigéré [\[1\]](#).

Les preuves disponibles montrent que la stabilité colloïdale de la bière dépend à la fois des protéines, des polyphénols, des variables de procédé et des technologies de clarification. Les protéases s'inscrivent dans cet ensemble comme une solution biochimique complémentaire aux adsorbants et aux séparations physiques, avec un intérêt particulier pour les lagers, pilsners et bières filtrées où la brillance reste un attribut de qualité [\[3\]](#).

Enzymes.bio fournit cette protéase en vente directe en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande. Pour les brasseries qui cherchent à réduire le risque de trouble à froid sans modifier radicalement leur procédé, la protéase constitue un levier technique cohérent, à condition de l'intégrer dans une stratégie globale de maîtrise de la stabilité colloïdale .

## Commander Chill-Haze Prevention In Brewing - Protease Enzyme Cas 232-642-4 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 Chill-Haze Prevention In Brewing - Protease Enzyme Cas 232-642-4 →](#)

## 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. Mcmurrough, I., Kelly, R., Byrne, J., & O'Brien, M. (1992). Effect of the removal of sensitive proteins and proanthocyanidins on the colloidal stability of lager beer. *Journal of The American Society of Brewing Chemists*, 50, 67-76.
2. Siebert, K., Lynn, P. Y., Clark, D. F., & Hatfield, G. (2005). Comparison of methods for assessing colloidal stability of beer.
3. Peterson, S. M. (2003). Filtration and use of silica hydro gel and polyvinylpolypyrrolidone for removal of haze-active proteins and polyphenols in beer.
4. Madigan, D., Byrne, H., Matthews, S., Kelly, R., Mckenroe, C., & Harmey, D. (2000). Studies on the Effects of Common Process Variables on the Colloidal Stability of Beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 58, 160 - 164.
5. Kennedy, J., & Pike, V. (1981). Papain, chymotrypsin and related proteins—a comparative study of their beer chill-proofing abilities and characteristics. *Enzyme and Microbial Technology*, 3, 59-63.
6. [9Dfe575848135Eaf30B3Cbb36Db9434126A55A9](#). *Semantic Scholar*.
7. Cimini, A., & Moresi, M. (2018). Combined enzymatic and crossflow microfiltration process to assure the colloidal stability of beer. *Lwt - Food Science and Technology*, 90, 132-137.
8. Mcmurrough, I., Madigan, D., & Kelly, R. (1997). Evaluation of rapid colloidal stabilization with polyvinylpolypyrrolidone (PVPP). *Journal of The American Society of Brewing Chemists*, 55, 38-43.
9. Cimini, A., Marconi, O., Perretti, G., & Moresi, M. (2014). Novel Procedure for Lager Beer Clarification and Stabilization Using Sequential Enzymatic, Centrifugal, Regenerable PVPP and Crossflow Microfiltration Processing. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 3156-3165.
10. Cimini, A., & Moresi, M. (2018). Towards a Kieselguhr- and PVPP-Free Clarification and Stabilization Process of Rough Beer at Room-Temperature Conditions. *Journal of Food Science*, 83 1, 129-137 .
11. Bai, Y., Wang, J., Zhang, Z., Shi, P., Luo, H., Huo-Huang, Luo, C., ... et al. (2010). A novel family 9  $\beta$ -1,3(4)-glucanase from thermoacidophilic Alicyclobacillus sp. A4 with potential applications in the brewing industry. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 251-259.

12. er, I., Casey, G. P., & Ph., D. (1996). Primary versus secondary gushing and assay procedures used to assess malt/beer gushing potential.
13. Cimini, A., & Moresi, M. (2015). Novel cold sterilization and stabilization process applied to a pale lager. *Journal of Food Engineering*, 145, 1-9.
14. Dienstbier, M., Gabriel, P., Sladký, P., & Sigler, K. (2011). Prediction of Colloidal Stability of Highly Stabilized Beers by a Modified Chapon Tannoid Content Test. *Journal of The Institute of Brewing*, 117, 329-334.

## 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.