COURS ET REPÈRES

# Enzymes : spécificité, catalyse et conditions d’activité

Première spécialité · 45 min

*Les séries de résultats de ces exercices sont construites pour l'activité et ne proviennent pas d'une étude réelle.*

## Les enzymes, catalyseurs du vivant

Une **enzyme** est une molécule, presque toujours une protéine, qui accélère une réaction chimique précise dans la cellule ou dans le milieu extracellulaire, par exemple dans le tube digestif. C’est un **catalyseur** : elle augmente la vitesse de la réaction, elle n’est pas consommée par celle-ci et elle ressort inchangée à la fin. Elle ne rend pas possible une réaction impossible et ne modifie pas le bilan de la transformation : elle abaisse seulement l’énergie d’activation, c’est-à-dire la barrière à franchir pour que les molécules réagissent.

## Une protéine à structure tridimensionnelle

La séquence des acides aminés, codée par un gène, détermine le repliement de la chaîne dans l’espace. Ce repliement, stabilisé par des liaisons faibles, crée une cavité appelée **site actif**. Seuls quelques acides aminés y participent, mais leur disposition précise est essentielle. La molécule transformée est le **substrat** ; les molécules formées sont les **produits**.

## Spécificité et mécanisme

Le site actif présente une forme et des propriétés chimiques complémentaires de celles du substrat. Cette complémentarité explique la **spécificité de substrat** : une enzyme reconnaît un substrat ou un petit groupe de substrats très proches. Elle explique aussi la **spécificité d’action** : parmi les transformations possibles, elle n’en catalyse qu’une. Le mécanisme s’écrit :

$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$

L’enzyme (E) et le substrat (S) forment un complexe enzyme-substrat (ES), puis le produit (P) est libéré et l’enzyme est de nouveau disponible.

## Les facteurs qui modifient l’activité

- **Concentration en substrat** : à quantité d’enzyme constante, la vitesse initiale augmente avec la concentration en substrat, puis atteint un plateau (vitesse maximale) quand tous les sites actifs sont occupés : l’enzyme est saturée.
- **Température** : une élévation modérée accélère les réactions, car les molécules se rencontrent plus souvent et avec plus d’énergie. Au-delà d’une valeur, les liaisons faibles qui maintiennent la structure se rompent.

- **pH** : il modifie les charges des acides aminés et donc la forme du site actif. Chaque enzyme a un pH optimal : environ 2 pour la pepsine de l’estomac, voisin de la neutralité pour l’amylase salivaire.

La perte de structure tridimensionnelle, et donc de fonction, s’appelle la **dénaturation**. Elle est souvent irréversible après un fort chauffage.

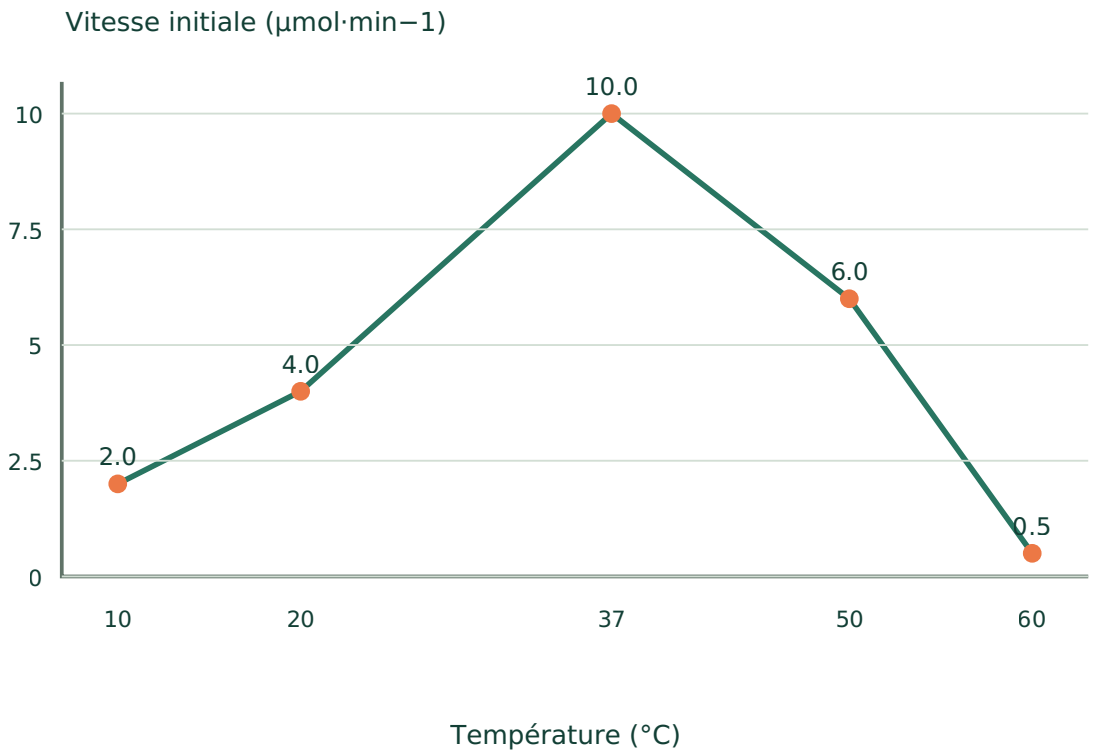
## Exemple analysé : l’amylase

L’amylase salivaire hydrolyse l’amidon en molécules plus petites, dont le maltose. Si l’on mélange de l’empois d’amidon et de la salive à 37 °C, l’amidon disparaît progressivement. Avec de la salive préalablement portée à ébullition, l’amidon persiste. Avec du saccharose à la place de l’amidon, il ne se passe rien. Trois informations en découlent : l’agent actif est thermosensible, ce qui est cohérent avec une protéine ; il accélère la transformation, puisque l’amidon persiste avec la salive bouillie (le fait qu’il ne soit pas consommé est une propriété des catalyseurs vue dans le cours, et il faudrait un test de réutilisation pour le vérifier ici) ; et il est spécifique, puisqu’il ne transforme pas tous les glucides. Ce raisonnement comparatif, qui change un seul paramètre à la fois, est la base de toute démonstration expérimentale sur les enzymes.

## Un piège à éviter

On lit souvent qu’une enzyme est « tuée » ou « détruite » par la chaleur, ou qu’elle est « inactive » au froid. Une enzyme n’est pas un être vivant. Le froid ralentit les mouvements moléculaires, mais la structure est conservée : l’activité reprend si la température remonte. La chaleur excessive, elle, *dénature* la protéine : la chaîne d’acides aminés est toujours là, mais le site actif n’a plus la bonne forme. Il faut donc distinguer une activité ralentie (réversible) d’une enzyme dénaturée (en général irréversible). Une autre erreur consiste à croire que la vitesse baisse à haute température parce que le substrat est épuisé : seul un test sans substrat pendant le chauffage permet de trancher.

**Vitesse initiale de la lactase selon la température**




Données fictives construites pour l'activité, non issues d'une étude réelle. Données pédagogiques simplifiées du document 1 : la vitesse initiale d'hydrolyse du lactose par la lactase augmente de 10 à 37 °C, puis diminue à 50 et 60 °C, ce qui évoque une perte de structure de la protéine.

---

Page de la ressource : https://svtlab.fr/ressources/enzymes-catalyse-1re/

Sources du cadre pédagogique :

Programme et ressources Éduscol : https://eduscol.education.gouv.fr/5835/programmes-et-ressources-en-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-voie-gt