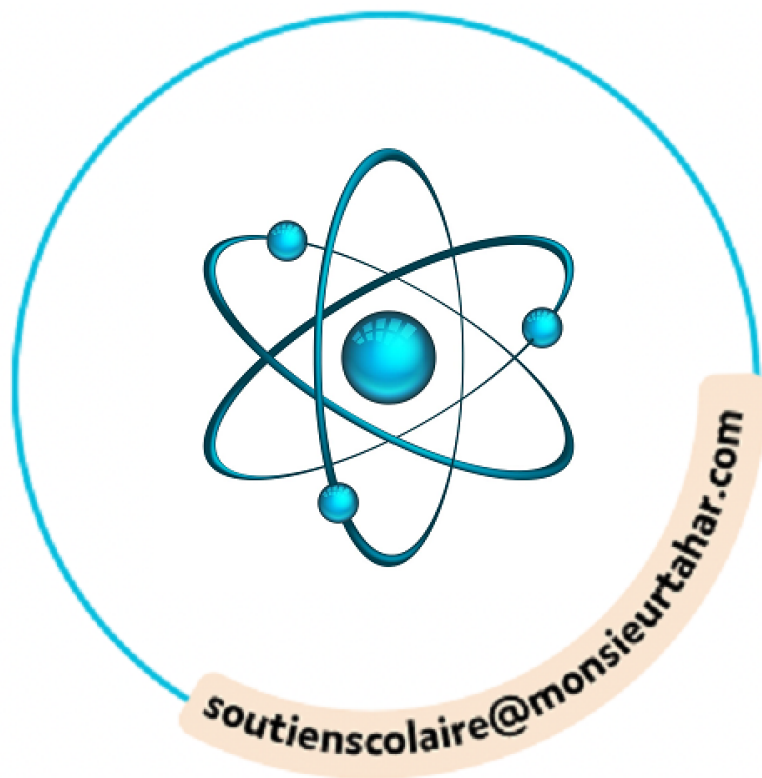


CHAPITRE 5

EXERCICES SERIE 1



Les enzymes, des protéines indispensables à la vie



QCU

Pour chaque question, indiquer la proposition exacte.

1 Une enzyme est :

- a. une protéine qui catalyse tout type de réaction.
- b. une molécule qui accélère une réaction puis est détruite.
- c. une protéine qui ne catalyse que des hydrolyses.
- d. une protéine dont la fonction est en relation avec sa forme tridimensionnelle.

2 La vitesse d'une réaction enzymatique :

- a. dépend de la concentration en enzyme.
- b. est indépendante de la concentration en substrat.
- c. peut être évaluée seulement à la fin de la réaction.
- d. est inchangée tout au long de la réaction.

3 Une enzyme est spécifique :

- a. de n'importe quel substrat.
- b. uniquement d'un substrat, quelle que soit la réaction.
- c. uniquement d'une réaction, quel que soit le substrat.
- d. d'un substrat et d'une réaction précise.

4 Le site actif d'une enzyme :

- a. correspond toujours aux premiers acides aminés de la chaîne protéique.
- b. a une forme complémentaire du substrat qu'elle catalyse.
- c. ne dépend pas de la structure de la protéine enzymatique.
- d. est modifié en fin de la réaction catalysée.

5 Définitions inversées

Retrouver le terme scientifique défini dans chacune des propositions suivantes.

- a. Résultat de la transformation d'un substrat.
- b. Région de l'enzyme chargée de la reconnaissance du substrat.
- c. Ensemble des enzymes présentes dans une cellule.
- d. Protéine responsable de la transformation d'une molécule.

6 Phrases à construire

Écrire une phrase qui contient les mots suivants.

- a. enzyme produit substrat
- b. substrat spécifique enzyme
- c. structure de l'enzyme site actif efficacité

7 Affirmations à corriger

Modifier ces fausses affirmations pour les transformer en phrases justes.

- a. La cinétique enzymatique est indépendante de la température.
- b. Une enzyme peut transformer un substrat en différents produits en fonction de l'environnement.
- c. L'équipement enzymatique est identique dans toutes les cellules du même organisme.
- d. Les enzymes ne sont pas déterminées par le patrimoine génétique d'un individu.

8 Phrases à compléter

Compléter les phrases suivantes.

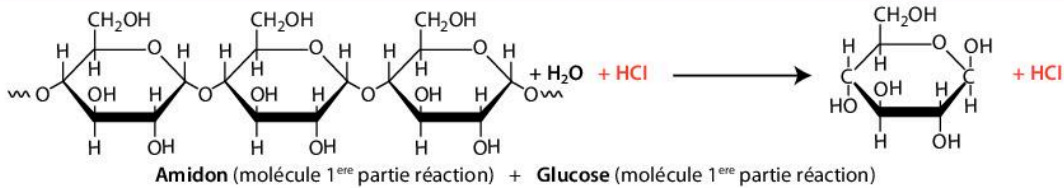
- a. La ... est l'étude la vitesse réactionnelle d'une enzyme.
- b. Dans une cellule, les ... synthétisées déterminent les réactions possibles.
- c. Le ... est le résultat de la catalyse d'un ... par une ...
- d. Une enzyme est spécifique d' ... et d' ...

9 L'action de la glucose oxydase

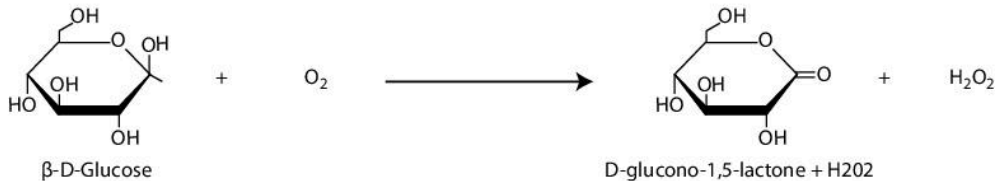
! Réaliser un graphique - interpréter des résultats et en tirer une conclusion

Après avoir évalué la cinétique enzymatique dans les deux expériences, **montrer** que la glucose oxydase est une enzyme spécifique.

À l'aide d'un dispositif d'expérimentation assistée par ordinateur, on suit l'action de la glucose oxydase sur deux substrats. Le premier est de l'amidon non hydrolysé (expérience 1), le second de l'amidon préalablement hydrolysé par de l'acide chlorhydrique (HCl) (expérience 2).



a. Simplification moléculaire de l'amidon par de l'acide chlorhydrique en présence d'eau



b. Mécanisme d'action de la glucose oxydase

1 Formules chimiques et réactions enzymatiques

Temps (secondes)	0	20*	40	60	80	100	120	140	160
Expérience 1	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Expérience 2	250	250	180	120	70	30	10	0	0

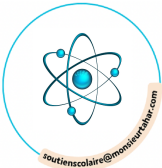
* L'enzyme est introduite au bout de 20 secondes

2 Mesure de la concentration en O₂ en $\mu\text{mol.mL}^{-1}$ dans le milieu

Méthode

- Comparer les réactions chimiques (Doc. 1) → **Analyse du Doc. 1** : La glucose oxydase agit sur le glucose issu de l'hydrolyse de l'amidon.
- Déterminer les vitesses initiales pour chaque réaction. Construire le graphique à partir des valeurs du tableau (Doc. 2) → **Analyse du Doc. 2** : Dans l'expérience 1, la vitesse de réaction est nulle. Dans l'expérience 2 on obtient une vitesse initiale de $210 \mu\text{mol.mL}^{-1}$ en 1 minute ($[(250 - 180) \times 3 = 210]$). L'enzyme n'agit donc que sur l'amidon hydrolysé.
- Conclure → **Conclusion** : La glucose oxydase ne peut pas catalyser une réaction enzymatique utilisant l'amidon comme substrat. Celui-ci doit être préalablement hydrolysé en glucose qui est le substrat spécifique de cette enzyme.

Solution

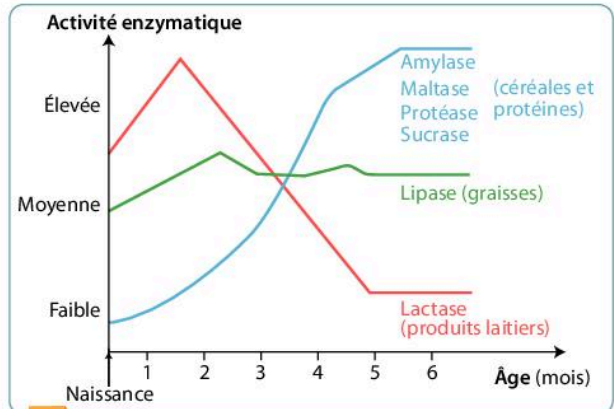


10 VERS L'ORAL L'équipement enzymatique du nourrisson

Mise en situation et recherche à mener

Un industriel voudrait mettre sur le marché un complément nutritionnel destiné aux nourrissons de moins de deux mois. Il s'interroge sur la composition de celui-ci car il souhaite introduire du lactose (sucre du lait) ou de l'amidon dans la formulation. Le lactose et l'amidon ne sont pas assimilables directement et nécessitent une digestion préalable par des enzymes intestinales. Si la simplification moléculaire n'a pas lieu, le complément alimentaire pourrait entraîner des troubles digestifs chez les nourrissons.

Afin de proposer un complément alimentaire parfaitement adapté à l'équipement enzymatique de nourrissons de moins de 2 mois, on se propose de vérifier les enzymes synthétisées à cet âge.



1 Évolution de l'activité des enzymes intestinales en fonction de l'âge

- L'amidon est un sucre complexe qui est transformé en maltose par l'amylase, puis en glucose.
- Le lactose est simplifié en glucose et galactose par la lactase.
- Glucose et galactose sont des sucres réducteurs.
- Amidon et lactose ne sont pas réducteurs.
- La liqueur de Fehling permet de caractériser les sucres réducteurs.

Vous avez à votre disposition tout le matériel permettant de réaliser les tests biochimiques nécessaires, ainsi qu'un extrait de sucs intestinaux de nourrisson.

2 Informations complémentaires

Concevoir une stratégie et l'exposer à l'oral

- Proposer** une démarche d'investigation afin de déterminer lesquels des deux glucides peuvent être intégrés dans le complément alimentaire.
- Présenter et argumenter** votre stratégie à l'oral.
- Préciser** le matériel dont vous aurez besoin pour mettre en œuvre votre stratégie.

11 VERS L'ÉCRIT La pancréatite aiguë, une maladie héréditaire ?

La digestion est un processus complexe qui fait intervenir de nombreuses enzymes. Les plus « agressives » d'entre elles sont le plus souvent produites sous forme inactive dans les cellules des organes exocrines et ne sont activées qu'une fois sécrétées dans la lumière de l'intestin. Cela évite une altération des cellules sécrétrices par les catalyseurs qu'elles synthétisent.

Le pancréas est un organe exocrine qui sécrète dans l'intestin plusieurs enzymes digestives. Parmi elles, la trypsine, une protéase très puissante. Comme souvent dans les mécanismes de production d'enzymes lytiques, celle-ci est produite sous forme inactive, le trypsinogène, dans les acini, cellules sécrétrices du pancréas. Lors de l'arrivée du suc pancréatique dans le duodénum, des enzymes intestinales permettent de couper une partie du trypsinogène et le rendent ainsi actif.

Dans le cas de la pancréatite aiguë, l'activation du trypsinogène en trypsine se fait directement dans les acini, entraînant ainsi leur destruction. Ce phénomène, qualifié d'autolyse, peut se produire spontanément dans une cellule saine, mais la trypsine est alors aussitôt inactivée par un inhibiteur qui la sépare en deux fragments au niveau du 122^e acide aminé.

1 La trypsine, une enzyme pancréatique

Une forme familiale de pancréatite héréditaire fut décrite pour la première fois en 1952 et représenterait environ 10 % des cas connus. En 1996, le gène de la trypsine a été localisé sur le bras long du chromosome 7 et plusieurs mutations ont été identifiées. Le site de la mutation en cause est au codon 122 : une histidine remplace une arginine lors de la traduction.

2 Une forme héréditaire de maladie pancréatique

Argumenter et résoudre un problème scientifique

En comparant avec un individu sain, **proposer** une explication à la forme familiale de pancréatite aiguë.

12 À chaque régime alimentaire ses enzymes

Les plantes de la famille des brassicacées (chou, moutarde, navet, etc.) sont des végétaux qui possèdent dans leurs cellules deux molécules stockées séparément : des sucres, les glucosinolates, et la myrosine, une enzyme. Un système de défense se déclenche dès lors qu'un insecte commence à grignoter une feuille d'une de ces plantes : la mise en contact de ces deux substances, inactives séparément, provoque une réaction chimique qui libère des composés dérivés très toxiques pour les insectes, des isothiocyanates à la saveur piquante (comme dans la moutarde).

La piéride du chou est un papillon dont les chenilles se nourrissent principalement des feuilles de ce végétal. Les chercheurs ont découvert qu'elles possèdent une enzyme, la glucosinolate sulfatase (GSS) qui transforme les glucosinolates en molécules sur lesquelles la myrosine ne peut plus agir ! Le gène de cette enzyme n'a été retrouvé chez aucun autre insecte.

La sangsue *Hirudo medicinalis* se nourrit, comme son nom l'indique, du sang des animaux qu'elle suce. Elle possède dans sa salive un facteur anti-coagulant, l'hirudine, qui inhibe l'activité de la thrombine, une enzyme essentielle dans la cascade de réactions de la coagulation sanguine.



a. La piéride du chou



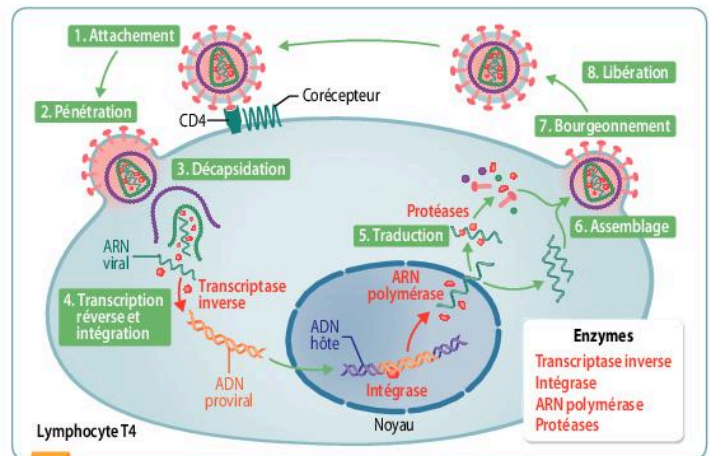
b. Une sangsue médicinale

Extraire et exploiter des informations

- Rappeler le mode d'action d'une enzyme.
- Expliquer le rôle de la GSS et celui de la collagénase chez les deux animaux.
- Montrer que l'équipement enzymatique détermine le régime alimentaire.

13 Le mode d'action des antirétroviraux

Le sida (Syndrome d'immunodéficience acquise) est une maladie qui se déclare après infection par un virus : le VIH (Virus de l'immunodéficience humaine). Pour se multiplier, le virus doit pénétrer dans les cellules porteuses de marqueurs CD4 (comme certains lymphocytes) et pouvoir multiplier son génome constitué d'ARN. Il n'existe aucun traitement pour guérir l'infection au VIH. Les différents traitements ont pour rôle de bloquer l'évolution du virus dans l'organisme et de maintenir l'équilibre entre la présence du virus dans le corps et le système de défense de l'organisme.



1 Le cycle du VIH

Source : planet-vie.ens.fr



a. Structure tridimensionnelle de la zidovudine



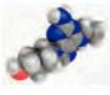

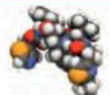


b. Structure tridimensionnelle de la thymine

3 Comparaison de la structure la zidovudine avec la thymine

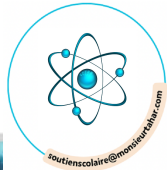
Raisonner avec rigueur et argumenter

- Montrer l'importance des enzymes dans la multiplication du VIH.
- Les traitements antirétroviraux sont généralement des associations de plusieurs médicaments (trithérapies ou quadrithérapies). Expliquer comment ces médicaments permettent de rendre quasiment nulle la quantité de virus dans le sang des malades.

➤ Questionnement différencié

Famille thérapeutique (classe de médicaments)	Nom de la molécule active (ou substance active) et structure 3D	
Inhibiteurs de la transcriptase inverse (inti)	 abacavir	 zidovudine
Inhibiteurs de la protéase	 ritonavir	 atazanavir
Inhibiteurs de l'intégrase	 raltégravir	

2 Quelques médicaments antirétroviraux



Limiter la pollution des industries textiles

Vendus à bas prix ou à plus de cent euros la pièce, les jeans bleus ont tous un point commun : leur tissu. Le denim est un coton teinté avec l'indigo, un colorant de type polyphénol qui présente beaucoup d'avantages. À faible dose, il n'est pas toxique, il résiste au lavage et il est facile d'en modifier l'aspect, par exemple pour le délayer. Chaque année, pas moins de 50 000 tonnes d'indigo sont produites dans le monde, dont plus de 90 % sont destinés aux jeans. Mais cette industrie peut être extrêmement polluante.



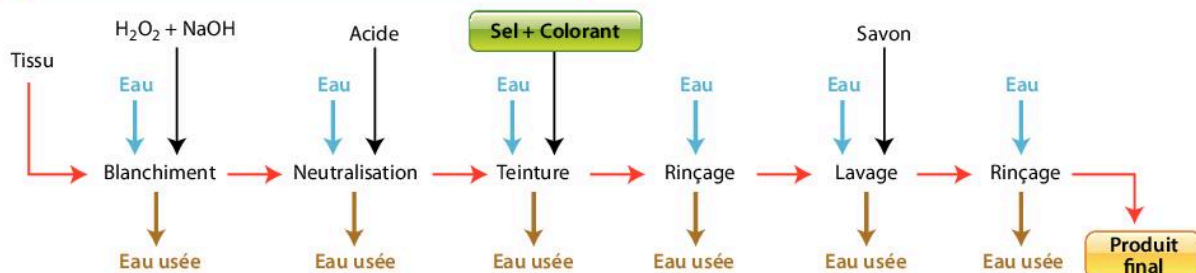
1 La Chine asphyxiée par la pollution de l'industrie textile

(Le Monde 28/02/2011)



Made in China. Ces étiquettes, nous les voyons sur une majorité de nos vêtements... Nous connaissons moins la pollution environnementale qu'entraîne cette industrie. Greenpeace, une Organisation non gouvernementale (ONG), révélait des taux de pollution élevés dans les eaux de Xintang, la « capitale du monde des jeans ». Pour l'ONG, les pollutions auxquelles sont confrontées cette ville sont emblématiques de l'industrie textile chinoise dans son ensemble, qui devrait revoir ses pratiques et sa réglementation. Les villageois se plaignent des usines qui effectuent l'impression et la teinture des jeans, dont les eaux usées sont rejetées dans la rivière de Xintang.

2 La chaîne de traitement du jeans



3 Un organisme décomposeur

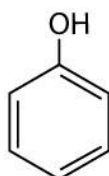
Les champignons lignivores sont responsables de la dégradation du bois mort de nos forêts. En effet, ils sont parmi les seuls êtres vivants à être capables de dégrader la lignine, structure polymère des plantes. Pour cela, ils produisent des enzymes, les laccases, dans le bois. Ces laccases catalysent des molécules complexes comme les polyphénols afin de les scinder en molécules assimilables par leurs cellules.



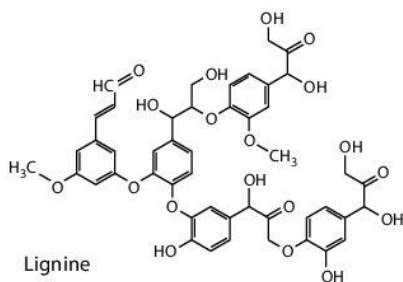
Un champignon lignivore

4 La dégradation des colorants

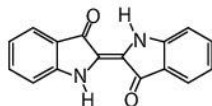
La dégradation des colorants par les champignons lignivores de type « White-rot fungi » a été rapportée pour la première fois par deux chercheurs américains, Glenn et Gold en 1983. Ces derniers ont étudié l'activité ligninolytique de *Phanerochaete chrysosporium* vis-à-vis d'un certain nombre de polymères colorants. Les études menées sur ce type de champignons se sont par la suite multipliées sur une gamme plus étendue et plus diversifiée de colorants synthétiques pour lesquels ces champignons se sont révélés particulièrement efficaces.



a. Le phénol : substrat des laccases



Lignine



Indigo

b. Deux exemples de polyphénols
Source: *Appl. Environ. Microbiol.*, 45 (1983)

Consigne

Résoudre un problème scientifique, raisonner avec rigueur et argumenter

À l'aide de vos connaissances et en utilisant les documents fournis, proposer une solution biologique pour réduire la pollution engendrée par les usines textiles.