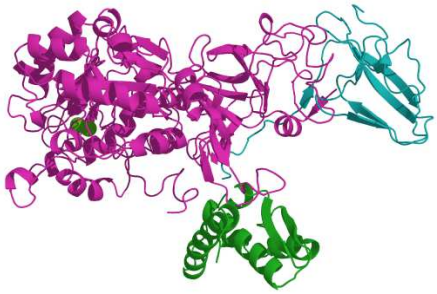
EXERICE I - UN CATALYSEUR ENZYMATIQUE, L'URÉASE (5 points)

L'uréase est une enzyme découverte par J-B Summer en 1926. Elle joue un rôle important au sein des organismes vivants dans la décomposition d'une molécule organique, l'urée. On trouve l'uréase dans des organismes végétaux (comme le haricot sabre) mais également dans des bactéries pathogènes (telles que Helicobacter pylori).



Haricot sabre

Une enzyme est une macromolécule. Les différentes parties de cette molécule sont liées entre elles notamment par des liaisons hydrogène qui se forment plus ou moins facilement suivant la température. Ces liaisons conduisent à la formation d'une structure tridimensionnelle présentant de nombreux replis (voir image ci-contre). La réaction, que catalyse l'enzyme, se produit au sein de l'un de ces replis appelé alors site actif.



Structure 3D de l'uréase

L'objectif de cet exercice est l'étude du rôle de l'uréase et de l'influence de certains paramètres sur son activité.

Données :

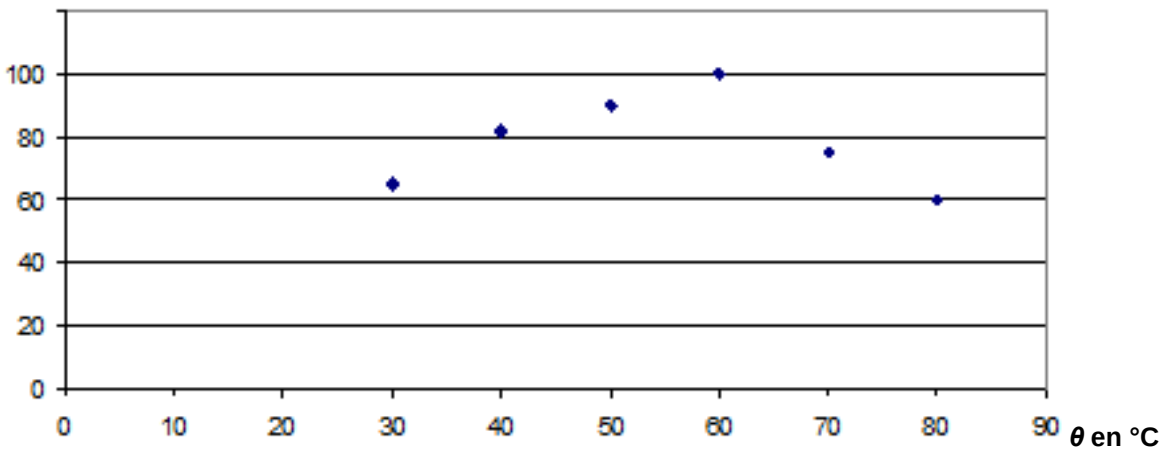
- couples acide/base : H_3O^+ (aq) / H_2O (l) ; NH_4^+ (aq) / NH_3 (aq)
- pK_a du couple NH_4^+ (aq) / NH_3 (aq) = 9,2

Document 1. Influence de la température sur l'activité enzymatique

La cinétique de la réaction catalysée est directement liée à l'activité de l'uréase : plus l'activité est grande, plus la réaction est rapide. L'activité relative, représentée sur le graphe ci-dessous, est le rapport de l'activité de l'enzyme sur son activité maximale, dans des conditions fixées de température, de pH et pour une quantité d'enzyme donnée.

Condition expérimentale :
pH = 7,0 (solution tampon au phosphate de concentration molaire 20 mmol.L^{-1})

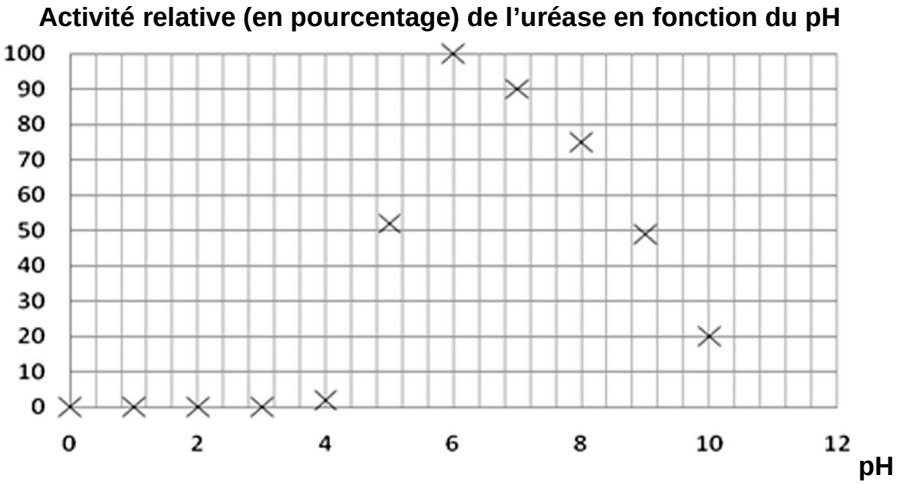
Activité relative (en pourcentage) de l'uréase en fonction de la température



D'après le site http://www.toyobospusa.com/enzyme-URH-201.html

Document 2. Influence du pH sur l'activité enzymatique

Condition expérimentale : température $\theta = 30°C$



D'après le site http://www.toyobospusa.com/enzyme-URH-201.html

1. Activité enzymatique de l'uréase

L'urée ($NH_2 – CO – NH_2$) réagit avec l'eau pour former de l'ammoniac NH_3 et du dioxyde de carbone.
Au laboratoire, on réalise deux expériences :

- On dissout de l'urée dans de l'eau. Aucune réaction ne semble avoir lieu. Le temps de demi-réaction est estimé à 60 ans.
- On dissout de l'urée dans de l'eau en présence d'uréase. Il se forme quasi-immédiatement les produits attendus. Le temps de demi-réaction vaut 2×10^{-5} s.

1.1. L'uréase, un catalyseur

1.1.1. Écrire l'équation de la réaction chimique entre l'urée et l'eau.

1.1.2. Rappeler la définition du temps de demi-réaction.

1.1.3. En quoi les résultats des expériences permettent-ils de considérer l'uréase comme un catalyseur ?

1.2. Effet de la température sur l'activité enzymatique

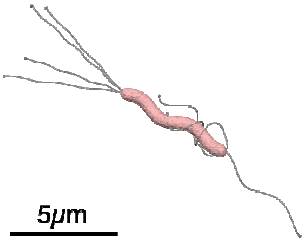
1.2.1. Quelle est en général l'influence de la température sur la cinétique d'une réaction chimique ?

1.2.2. En utilisant le **document 1**, décrire l'influence de la température sur la cinétique de la réaction catalysée.

1.2.3. À l'aide du texte introductif, comment peut-on expliquer la différence entre le cas général (question 1.2.1) et celui décrit à la question 1.2.2. ?

2. L'uréase dans le milieu stomacal

La bactérie Helicobacter pylori (H.pylori) est responsable de la plupart des ulcères de l'estomac chez l'Homme. On souhaite savoir comment elle réussit à survivre dans un milieu très acide, comme l'estomac, en attendant de rejoindre la muqueuse stomacale où elle pourra se développer.
Dans la H.pylori, la réaction de production de l'ammoniac à partir de l'urée se fait selon le processus présenté dans la première partie « Activité enzymatique de l'uréase ».



Helicobacter pylori

2.1. Le contenu de l'estomac est un milieu très acide qui peut être considéré comme une solution d'acide chlorhydrique de concentration $1{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}. Sachant que l'acide chlorhydrique est un acide fort, calculer le pH de ce milieu.

2.2. À ce pH, quelle espèce chimique du couple $NH_4^+(aq)$ / $NH_3(aq)$ prédomine ? Justifier la réponse.

2.3. La bactérie utilise son uréase pour catalyser la réaction de l'urée avec l'eau, ainsi elle sécrète de l'ammoniac dans son environnement proche. Dans l'estomac, l'ammoniac réagit avec les ions H_3O^+ selon l'équation chimique : $NH_3(aq) + H_3O^+_{(aq)} \rightleftarrows NH_4^+(aq) + H_2O(l)$.

Quelle est la conséquence de la sécrétion d'ammoniac par la bactérie sur le pH de la solution autour d'elle ?

2.4. L'enzyme sécrétée par la bactérie H.pylori n'est pas l'uréase seule mais une association de l'uréase avec d'autres entités chimiques. En quoi le **document 2** illustre-t-il le fait que l'uréase seule ne peut pas agir dans l'estomac ?