



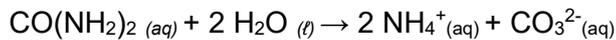
Hydrolyse de l'urée

Parties du programme *Cinétique chimique ; réactions acido-basiques*

Apportée au sol, l'urée, de formule $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ doit être transformée en ions ammonium (NH_4^+) puis en ions nitrate (NO_3^-) avant que les plantes ne puissent l'absorber.

Les enzymes uréases du sol sont des vecteurs de ce processus qui comporte une étape d'hydrolyse.

La réaction d'hydrolyse de l'urée libère des ions ammonium NH_4^+ et carbonate CO_3^{2-} selon l'équation suivante :



L'objectif de cet exercice est d'étudier la cinétique de cette réaction d'hydrolyse de l'urée.

On réalise pour cela trois expériences de suivi cinétique de celle-ci, où l'eau est toujours en large excès.

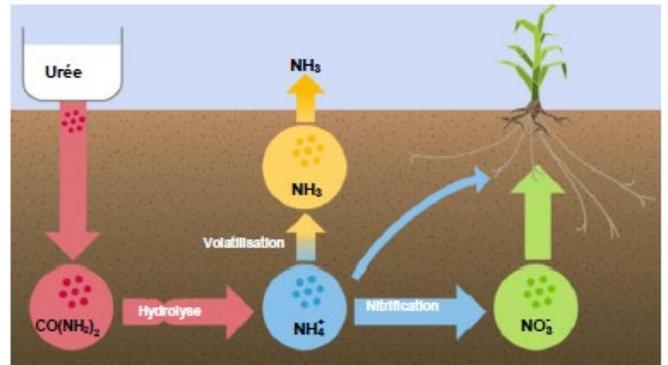
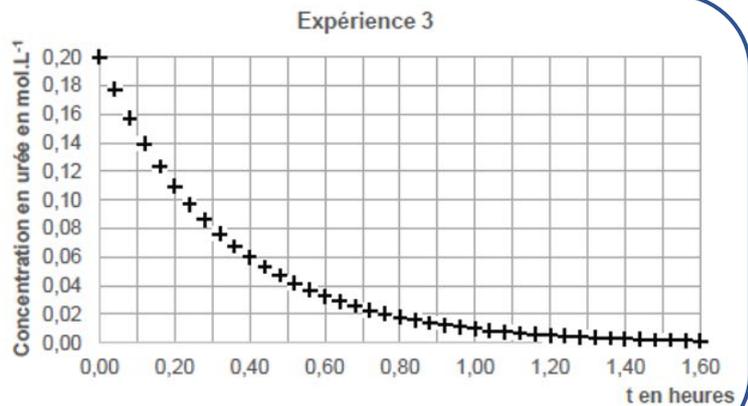
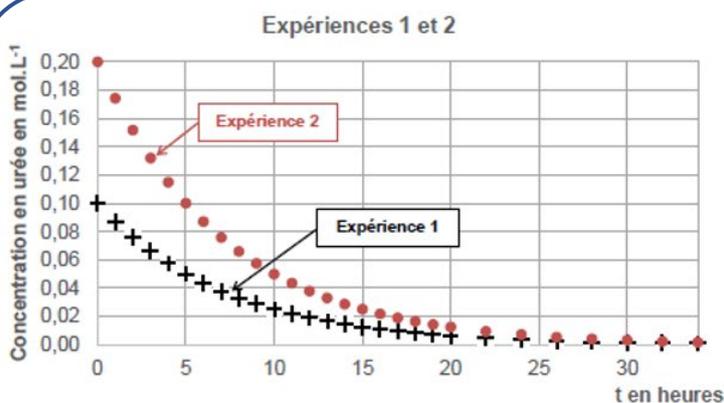


Schéma représentant le processus de transformation de l'urée dans le sol

Expérience	Concentration initiale en urée	Température
1	0,10 mol·L ⁻¹	75°C
2	0,20 mol·L ⁻¹	75°C
3	0,20 mol·L ⁻¹	95°C

Les courbes tracées grâce à ces expériences sont présentées ci-dessous



- 1) Définir le temps de demi-réaction.
- 2) À l'aide des courbes précédentes, déterminer graphiquement la valeur du temps de demi-réaction pour chacune des trois expériences. Les traits de construction apparaîtront sur chaque courbe.
- 3) En déduire l'influence de la concentration initiale en urée sur la durée de la transformation chimique. Justifier.

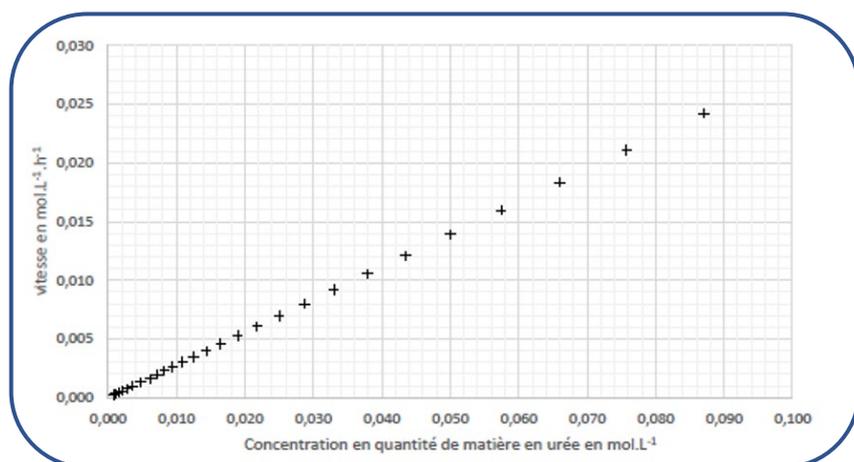
4) À l'aide des résultats de la **question 2**, déterminer l'influence de la température sur la durée de la transformation chimique. Justifier.

5) Expliquer pourquoi la température peut être qualifiée de « facteur cinétique ».

6) On s'intéresse désormais **uniquement à l'expérience 1**.

6.1. Écrire la relation de définition de la vitesse de disparition de l'urée au cours du temps.

6.2. La courbe ci-dessous présente l'évolution de la vitesse de disparition de l'urée en fonction de la concentration en urée.



À l'aide de la courbe ci-dessus, montrer que la réaction d'hydrolyse de l'urée suit une loi de vitesse d'ordre 1 par rapport à l'urée.

6.3. À partir de la relation écrite à la **question 6.1**, établir la loi d'évolution de la concentration en urée au cours du temps en fonction de la constante de vitesse k et de la concentration initiale en urée notée $[\text{urée}]_0$.

6.4. Déterminer graphiquement la constante de vitesse k en h^{-1} .

6.5. On reproduit l'expérience 1 en présence d'une enzyme naturellement présente dans les sols : l'uréase. On détermine alors un temps de demi-réaction égal à $2 \mu\text{s}$. Indiquer le rôle joué par l'uréase. Expliquer la réponse.

7) La dissolution de granulés d'urée dans le sol entraîne localement une augmentation temporaire du pH du sol liée à la formation d'ions hydroxyde HO^- . L'ion ammonium, lié aux particules du sol, se transforme alors en ammoniac gazeux (NH_3) qui s'échappe dans l'atmosphère, augmentant les pertes en élément azote par volatilisation

7.1. La transformation des ions ammonium NH_4^+ en ammoniac gazeux NH_3 fait intervenir les couples acide-base $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ et $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$. Écrire les équations de réactions acido-basiques associées à chacun de ces deux couples acide-base.

7.2. En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre les ions ammonium NH_4^+ et les ions hydroxyde HO^- .

7.3. Justifier que cette réaction est bien une réaction acido-basique.