

BCPST 1C - Devoir Surveillé n°6 - CHIMIE

Mercredi 11 mars 2026 – 1h30

Usage de la calculatrice : autorisé

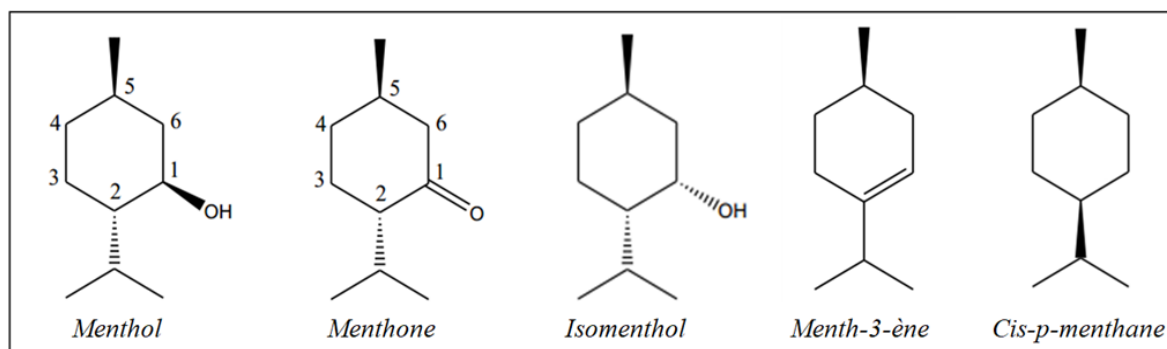
Toute réponse doit être justifiée. Tout résultat final doit être mis en valeur.

On attend un résultat littéral préalablement à toute application numérique, ainsi que des réponses concises mais précises.

EXERCICE 1 : AUTOUR DU MENTHOL

(45 MINUTES)

On s'intéresse dans cet exercice à différents composés organiques autour du menthol, un composé organique covalent obtenu soit par synthèse, soit par extraction à partir de l'huile essentielle de menthe poivrée ou d'autres huiles essentielles de menthe. Toutes les molécules évoquées dans l'exercice sont celles représentées en convention de Cram topologique dans le **Document 1** ci-dessous.



Document 1 : Menthol et molécules dérivées

Le menthol est doué de propriétés anti-inflammatoires et antivirales. Il est d'ailleurs utilisé pour soulager les irritations mineures de la gorge. C'est également un anesthésique local. Le stéréoisomère le plus courant du menthol est celui représenté dans le **Document 1**.

1. Déterminer, en détaillant votre démarche, les descripteurs stéréochimiques de tous les atomes de carbone asymétriques du menthol.

Au laboratoire, on peut synthétiser le menthol à partir de la menthone. Lors de la synthèse, le menthol n'est pas le seul produit de la réaction ; en effet, on isole également de l'isomenthol.

2. Quelle relation de stéréoisomérisation de configuration lie le menthol et l'isomenthol ?
3. Sera-t-il facile de séparer le menthol de l'isomenthol par des techniques classiques de chimie à l'issue de la synthèse ?

En chauffant en milieu acide, le menthol peut se déshydrater en menth-3-ène.

4. Déterminer, en détaillant votre démarche, le stéréodescripteur de la double liaison C=C du menth-3-ène.
5. En comptant celui déjà représenté, combien de stéréoisomères de configuration peut-on envisager pour le menth-3-ène ?

Le menth-3-ène peut subir une réaction d'hydrogénation en présence de nickel : l'un des produits obtenus est le cis-p-menthane.

6. Parmi les molécules du **Document 1**, lesquelles sont chirales ?

Le menthol représenté au **Document 1** est noté (-)-menthol. On réalise une étude polarimétrique d'une solution de concentration totale en menthol $c_{tot} = 500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$: cette solution contient le (-)-menthol et son énantiomère. On a mesuré le pouvoir rotatoire de cette solution à l'aide d'un polarimètre avec une cuve de longueur $l = 10,0 \text{ cm}$, pour la raie D du sodium à $20 \text{ }^\circ\text{C}$. On a obtenu un pouvoir rotatoire $\alpha = -23,4^\circ$.

7. Que signifie le signe (-) ? Donner précisément la définition de ce terme.

Le pouvoir rotatoire spécifique du (-)-menthol vaut $[\alpha]_D^{20} = -49,7^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{g}^{-1}$.

8. Quelle serait la valeur du pouvoir rotatoire mesuré si la solution contenait uniquement du (-)-menthol ?

9. Calculer les proportions x_1 du (-)-menthol et x_2 de son énantiomère dans la solution étudiée.

EXERCICE 2 : AUTOUR DE L'UREE

(45 MINUTES)

L'urée est un solide blanc, soluble dans l'eau, qui se forme dans le foie par dégradation des acides aminés. L'urée est filtrée par les reins et éliminée de l'organisme par l'urine.

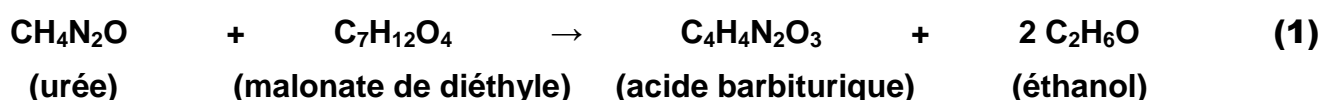
L'urée peut servir à la synthèse de l'acide barbiturique nécessaire à l'élaboration des médicaments barbituriques, agissant comme dépresseurs du système nerveux central et exerçant des effets allant de la sédation légère à l'anesthésie générale.

Les deux parties de cet exercice sont indépendantes

PARTIE A : De l'urée à l'acide barbiturique

(25 MINUTES)

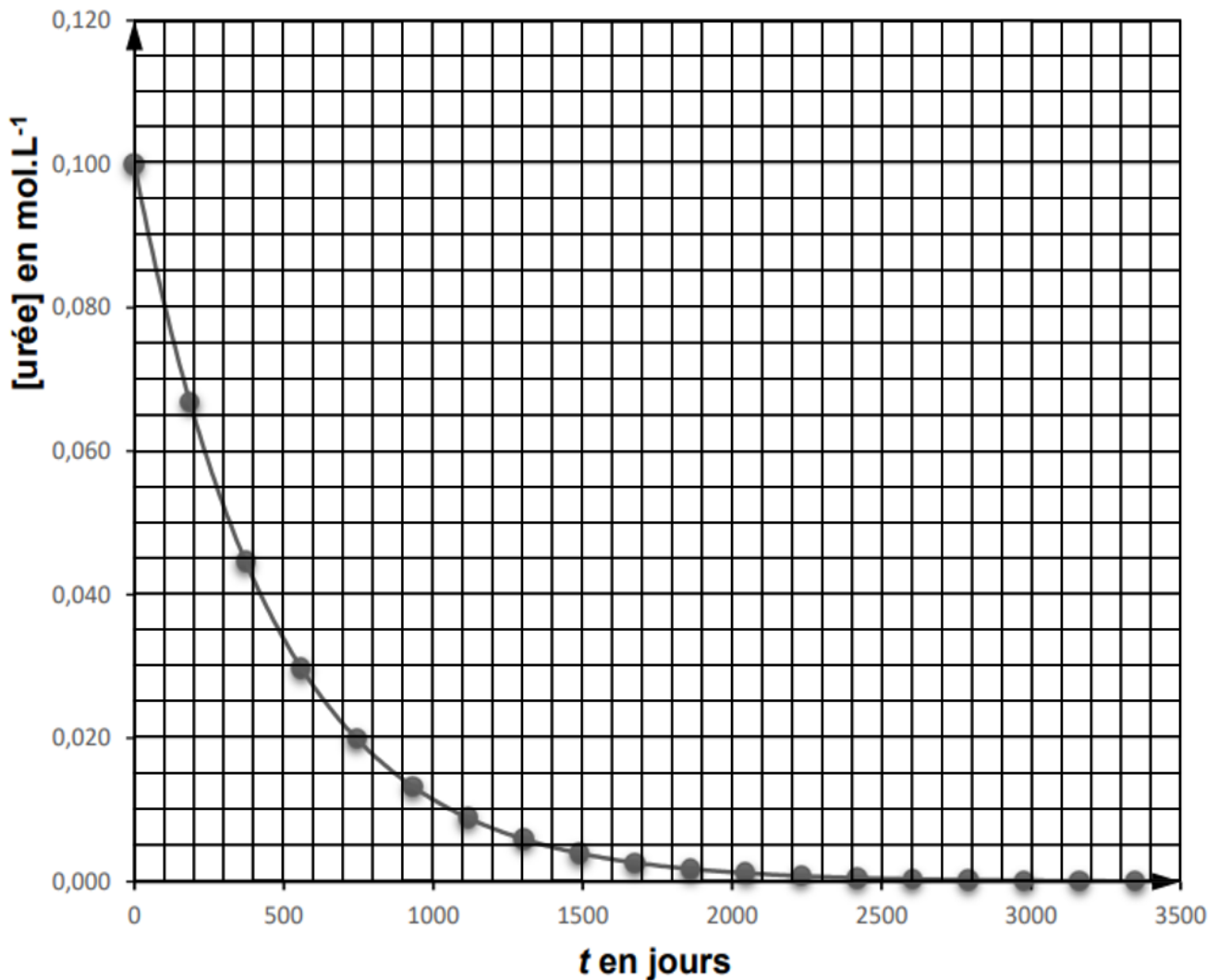
La synthèse de l'acide barbiturique est modélisée par la réaction totale **(1)** d'équation :



On suit le protocole expérimental ci-dessous :

- Dans un ballon sec, dissoudre $m_u = 1,5 \text{ g}$ d'urée et $m_{\text{Na}} = 0,5 \text{ g}$ de sodium dans $V_{\text{ét}} = 10 \text{ mL}$ d'éthanol, puis ajouter $V_m = 6,5 \text{ mL}$ de malonate de diéthyle.
- Réaliser un chauffage à reflux du mélange.
- Après chauffage et refroidissement, ajouter de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) concentré jusqu'à ce que le pH de la solution soit d'environ 1, puis refroidir en plongeant le ballon dans un bain eau/glace : des cristaux blancs (légèrement jaunâtres) apparaissent lentement.
- Réaliser une filtration sous vide puis rincer les cristaux avec de l'eau glacée.
- Récupérer les cristaux dans un erlenmeyer, les dissoudre dans un minimum d'eau distillée bouillante et laisser refroidir lentement le mélange.
- Filtrer à nouveau, rincer à l'eau glacée, sécher les cristaux et les mettre à l'étuve sur un verre de montre taré.
- Peser les cristaux secs.

Les mesures ont permis de tracer la représentation graphique ci-dessous.



Document 2 : évolution temporelle de la concentration en urée, $[urée]_t$

7. L'hydrolyse de l'urée est-elle une transformation totale ou limitée ?
8. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ puis estimer graphiquement sa valeur.
9. Déterminer graphiquement la valeur de la vitesse volumique v de cette réaction à l'instant de date $t = 500$ jours.

La loi de vitesse de la réaction d'hydrolyse de l'urée se met sous la forme $v = k \cdot [urée]^a$ avec k la constante de vitesse et a l'ordre partiel associé à l'urée, supposé entier.

On donne le tableau de valeurs ci-dessous :

t (en jours)	0	400	800	1200	1600
[urée] (en mol.L ⁻¹)	0,100	0,042	0,0175	0,0075	0,003
v (en mol.L ⁻¹ .jour ⁻¹)	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$

10. Déterminer la valeur de l'ordre partiel a par la méthode différentielle.

Fin du sujet