

DM 2

On s'intéresse aux effets de l'absorption d'éthanol par l'homme.

Nous adopterons le modèle suivant :

- l'estomac et l'intestin sont considérés comme un ensemble unique dénommé « estomac », de volume V_1 égal au volume de liquide absorbé et constant pour une expérience donnée ;
- le sang et les autres liquides contenus dans le corps sont considérés comme un ensemble unique dénommé « sang », de volume $V_2 = 40$ L, le même pour toutes les expériences.

Le phénomène peut alors se décomposer en trois étapes :

Étape 1. – Un homme boit de l'éthanol ; on admet que l'introduction du liquide dans l' « estomac » est instantanée et que la concentration y est uniforme ;

Étape 2. – L'estomac laisse passer sélectivement l'éthanol dans le sang. Bien que purement physique, ce processus peut se représenter par une loi du même type que celles de la cinétique chimique. D'autre part, la concentration de l'éthanol dans le sang est constamment uniforme ;

Étape 3. – Les enzymes (catalyseurs biologiques) présents dans le sang permettent l'oxydation de l'éthanol.

On se propose tout d'abord d'étudier les étapes 2 et 3 séparément.

1. Passage de l'éthanol à travers la paroi stomacale

Un homme boit $V_1 = 250$ cm³ d'un liquide contenant $n = 1$ mole d'éthanol. Les données regroupées dans le tableau I représentent la concentration en éthanol dans son estomac au cours du temps.

Tableau I

t en min	0	1,73	2,80	5,50	18,0	22,0
c_1 en mol/L	4,0	3,0	2,5	1,6	0,2	0,1

- Rechercher si $c_1(t)$ obéit à une loi du type $-dc_1/dt = k_1 c_1^m$; si tel est le cas, déterminer m et k_1 .
- Exprimer $c_1(t)$ en fonction de la quantité n d'éthanol ingéré, du volume V_1 ingéré et de k_1 .
- Exprimer la vitesse d'apparition de l'éthanol dans le sang dc_2/dt en fonction de V_1 , V_2 et dc_1/dt , en supposant que l'organisme n'oxyde pas l'éthanol.

2. Oxydation de l'éthanol dans le sang.

On injecte directement une certaine quantité d'éthanol dans le sang et on en détermine sa concentration c_2 en fonction du temps (on supposera, comme pour l'absorption, que l'injection est instantanée et que la concentration est uniforme). Les données expérimentales sont présentées dans le tableau II.

Tableau II

t en min	0	120	240	360	480	600	720
c_2 en mol/L	0,0500	0,0413	0,0326	0,0239	0,0152	0,0065	0,0000

- Définir la vitesse d'oxydation de l'éthanol dans le sang.
- Déterminer la loi de vitesse de l'oxydation (ordre) et la valeur de la constante de vitesse k_2 (avec son unité).

3. Problème de l'automobiliste.

Lorsqu'un automobiliste boit de l'éthanol, il ne peut conduire que si la teneur en éthanol de son sang est inférieure à $c_{2\text{lim}} = 1,09 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹ (0,5 g.L⁻¹). On est donc amené à étudier le phénomène *absorption-oxydation* de l'éthanol dans son ensemble. Pour cela, on fera l'hypothèse que les lois de vitesse étudiées séparément restent vérifiées. La concentration d'éthanol dans l'estomac évolue conformément à la loi de la question 1, tandis que la vitesse de variation de la concentration d'éthanol dans le sang dc_2/dt est la somme des deux expressions obtenues dans les deux questions précédentes.

Un conducteur absorbe $V_1 = 600$ cm³ de liquide contenant $n = 1,2$ mole d'éthanol à l'instant 0.

- Exprimer dc_2/dt en fonction de t et des données.
- Calculer numériquement dc_2/dt tout de suite après l'instant 0.
- Cette vitesse est positive ; si le résultat du calcul numérique avait été négatif, comment aurait-il fallu l'interpréter ?
- Exprimer c_2 en fonction de t et des paramètres du problème.
- Montrer que c_2 passe par un maximum et calculer l'instant t_m de ce maximum.
- Calculer la valeur c_{2m} de ce maximum.
- Montrer qu'au bout d'un temps suffisant $c_2 \approx n/V_2 - k_2 t$.
- Justifier par une explication qualitative cette expression de c_2 .
- Jusque quand cette expression reste-t-elle valable ? Que se passe-t-il après ?
- Quand l'automobiliste peut-il reprendre la route ?