

**EXERCICE 1 commun à tous les candidats (4 points)**  
(physique-chimie et mathématiques)

**Pouvoir virucide d'une eau de Javel.**

L'eau de Javel est une solution aqueuse contenant des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  et des ions chlorure  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  en quantité égale. L'ion hypochlorite lui confère des propriétés désinfectantes et virucides. En avril 2020, en lien avec l'épidémie de coronavirus, l'Institut Pasteur de Lille conseillait de nettoyer et de désinfecter le mobilier sanitaire avec une solution d'eau de Javel contenant une concentration minimale en ions hypochlorite  $C_{\min}$  égale à **0,076 mol.L<sup>-1</sup>**.

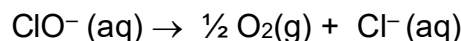
Données :

- Couples oxydant-réducteur :  $\text{ClO}^-(\text{aq}) / \text{Cl}^-(\text{aq})$  ;  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .
- Une eau de Javel à 2,6% de chlore actif est telle que la concentration initiale  $C_0$  en ions hypochlorite  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  est  **$C_0 = 0,380 \text{ mol.L}^{-1}$** .

On dispose d'informations extraites d'une étiquette d'eau de Javel présentée ci-dessous.

<p><b>Eau de javel à 2,6 % de chlore actif</b></p> <p><b>Composition</b> Solution aqueuse d'hypochlorite de sodium : 2,6% de chlore actif.</p> <p><b>Précautions d'emploi</b> Conserver hors de portée des enfants. Irritant pour les yeux et la peau. Attention : ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits, des gaz dangereux (dichlore) peuvent se libérer. À conserver dans son emballage d'origine au frais et à l'abri de la lumière et du soleil.</p> <p><b>Conseils d'utilisation</b> Rincer le matériel utilisé à l'eau froide. À utiliser dans les trois ans qui suivent la date de fabrication.</p>	<p><i>D'après <a href="https://www.bernard.fr/sans-eau-de-javel-2-6-nectra-5-l/cbs/158140.html">https://www.bernard.fr/sans-eau-de-javel-2-6-nectra-5-l/cbs/158140.html</a></i></p>
--	---

Dans une solution aqueuse d'eau de Javel, les ions hypochlorite se décomposent. Cette transformation chimique est lente et peut être modélisée par la réaction d'équation :



1. Donner l'expression de la vitesse  $v(t)$  de la réaction de décomposition des ions hypochlorite dans laquelle  $C(t)$  est la concentration, à l'instant  $t$ , en ions hypochlorite  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  présents dans la solution d'eau de Javel.

2. En faisant l'hypothèse que la réaction admet un ordre 1 par rapport aux ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  (aq), donner une autre expression de la vitesse de la réaction. On introduira la constante de vitesse  $k$  en précisant son unité.
3. En déduire que la concentration  $C(t)$  des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  (aq) vérifie :

$$\frac{dC(t)}{dt} + k \times C(t) = 0 .$$

4. En déduire que, dans le cadre de ce modèle, l'expression de la concentration  $C(t)$  est donnée par  $C(t) = C_0 \times e^{-k \times t}$ . Préciser ce que représente  $C_0$ .

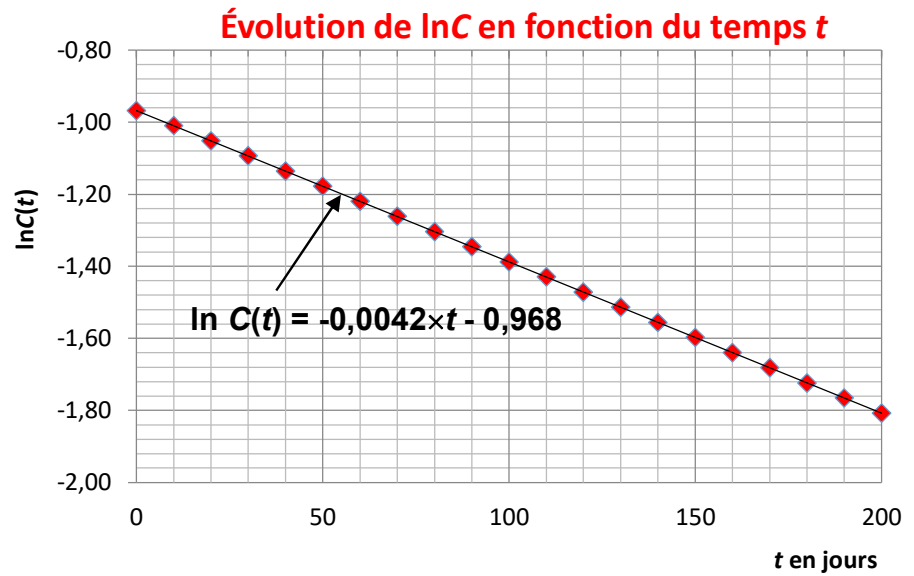
On réalise à présent une étude expérimentale de la cinétique de la réaction de décomposition des ions hypochlorite dans l'objectif de tester l'hypothèse de l'ordre 1.

À 20 °C, la concentration  $C(t)$  des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$ (aq) contenus dans la solution commerciale d'eau de Javel est suivie au cours du temps. Trois courbes expérimentales sont tracées et présentées ci-après (graphes 1,2 et 3).

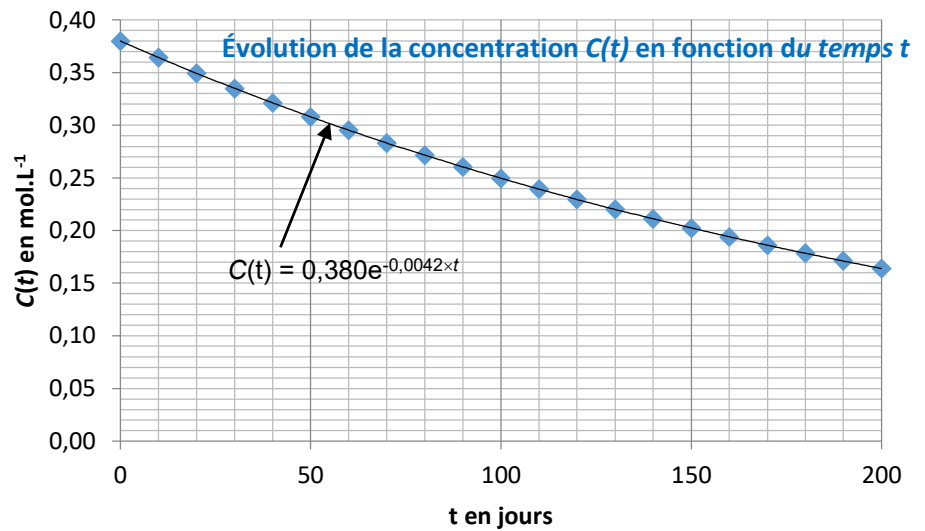
5. Expliquer en quoi ces résultats expérimentaux confirment l'ordre 1 de la réaction par rapport aux ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$  (aq).
6. Déduire, des résultats expérimentaux, la valeur  $k$  de la constante de vitesse de la réaction à 20 °C. Préciser son unité.
7. L'évolution de la concentration en ions hypochlorite dans cette solution commerciale est donnée par la fonction  $C$  définie sur l'intervalle  $[0 ; 400]$  par  $C(t) = 0,380 e^{-0,0042 t}$   
Montrer, par le calcul, que la durée  $t$  pour laquelle une eau de Javel à 2,6 % de chlore actif, reste virucide, pour le coronavirus (conformément aux conseils prodigués par l'Institut Pasteur de Lille) est d'environ 380 jours.
8. Porter un regard critique sur les conseils d'utilisation figurant sur l'étiquette de l'eau de Javel à 2,6 % de chlore actif.

## Valeurs expérimentales et modélisations mathématiques associées

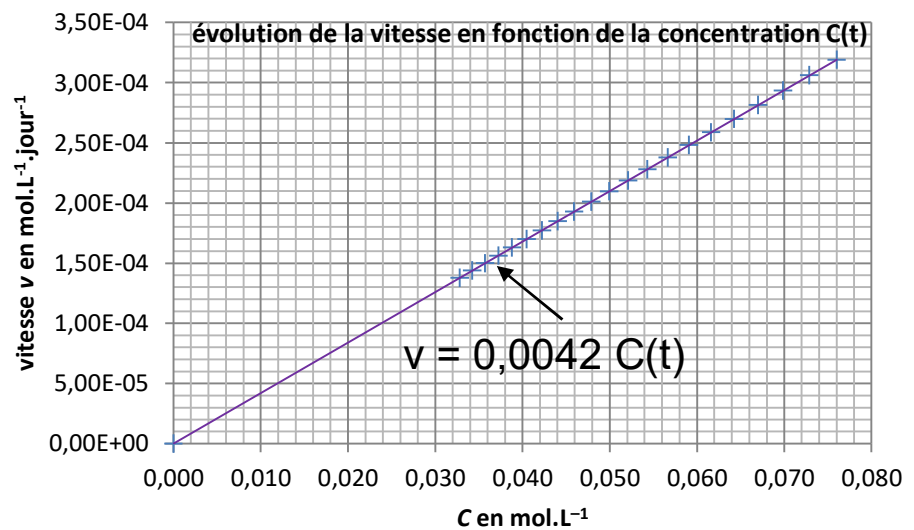
**Graphe 1 :**



**Graphe 2 :**



**Graphe 3 :**



Données :

- Intensité de la pesanteur à 25 000 m d'altitude :  $g = 9,7 \text{ N.kg}^{-1}$
- Masse volumique de l'air à 25 000 m d'altitude :  $\rho = 7,0 \times 10^{-2} \text{ kg.m}^{-3}$
- Vitesse de croisière de l'avion :  $v = 250 \text{ km.h}^{-1} = 69,4 \text{ m.s}^{-1}$
- Surface totale des ailes de l'avion :  $S$ .
- Expression de la force modélisant la portance :  $R_Z = \frac{1}{2} \times \rho \times C_Z \times v^2 \times S$
- Expression de la force modélisant la traînée :  $R_X = \frac{1}{2} \times \rho \times C_X \times v^2 \times S$
- Coefficient de portance de l'aile :  $C_Z = 1,1$
- Coefficient de traînée de l'aile :  $C_X = 2,0 \times 10^{-2}$

**2.1.** Qualifier, en le justifiant, le mouvement de l'avion lorsque celui-ci se maintient dans la stratosphère, à sa vitesse de croisière.

**2.2.** Énoncer la seconde loi de Newton.

**2.3.** Appliquer la seconde loi de Newton à l'avion en vitesse de croisière et déterminer les relations entre les forces de direction verticale, ainsi que les relations entre celles de direction horizontale. En déduire quelle doit être la valeur de la surface  $S$  des ailes de l'avion pour que ce mouvement dans la stratosphère puisse avoir lieu.

**2.4.** Indiquer, en expliquant la réponse, si la surface  $S$  des ailes de l'avion SolarStratos est suffisante pour accueillir les panneaux photovoltaïques nécessaires au fonctionnement de l'avion.

**EXERCICE 3 commun à tous les candidats (4 points)**  
(mathématiques)

Vous traiterez 4 questions au choix parmi les 6 questions proposées

**Pour les questions 1 et 2, on considère la fonction suivante :**

Soit  $g$  la fonction définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par :

$$g(x) = (2x - 1)e^{-x}.$$

**Question 1 :**

Calculer  $g(0)$ .

**Question 2 :**

On admet que la fonction  $g$  est dérivable sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  et on note  $g'$  sa fonction dérivée.

**2. a.** Montrer que, pour tout réel  $x$  appartenant à  $[0 ; +\infty[$ ,  $g'(x) = (-2x + 3)e^{-x}$ .

2. b. Justifier que  $g(x) < 2e^{-\frac{3}{2}}$  pour  $x > \frac{3}{2}$ .

**Question 3 :**

Sachant que  $\cos\left(\frac{9\pi}{5}\right) = \frac{\sqrt{5}+1}{4}$ , exprimer  $\cos\left(\frac{\pi}{5}\right)$  en fonction de  $\sqrt{5}$ .

**Question 4 :**

On considère l'intégrale  $I$  suivante :  $I = \int_0^2 (2x - 1) dx$

Montrer que  $I = 2$ .

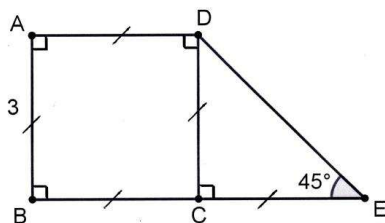
**Question 5 :**

Simplifier le nombre suivant en détaillant les calculs :

$$A = 5 \ln(e^3) - 4 \ln\left(\frac{1}{e^2}\right)$$

**Question 6 :**

ABCD est un carré de côté 3 cm et DCE est un triangle rectangle et isocèle en C.



Donner la valeur du produit scalaire  $\overrightarrow{EB} \cdot \overrightarrow{ED}$ .