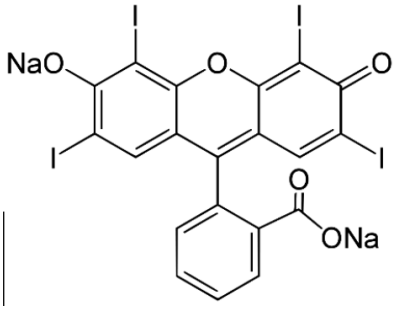
EXERCICE 2 (4,5 points)
L'ÉRYTHROSINE, COLORANT ALIMENTAIRE

L'érythrosine est un colorant synthétique rouge contenant de l'iode. Très soluble dans l'eau, ce colorant est utilisé pour colorer les aliments, notamment les cerises en conserve, ainsi que pour teinter des préparations microscopiques ou des médicaments. Les taches dues à ce colorant peuvent être traitées à l'eau de Javel.



Document

La DJA (Dose Journalière Admissible qu'un individu peut ingérer sans risque pour sa santé) est de 0,1 mg/kg de masse corporelle, par jour.

Extrait de : https://www.avenir-bio.fr/additif,E127

Dans la **partie A**, on souhaite savoir si une solution d'érythrosine contenue dans une boîte de conserve de cerises respecte la DJA. La seule espèce colorée dans cette solution est l'érythrosine.

Dans la **partie B**, on s'intéresse à la cinétique de la décoloration de l'érythrosine par l'eau de Javel.

Données

– Spectre d'absorption d'une solution aqueuse d'érythrosine de référence.

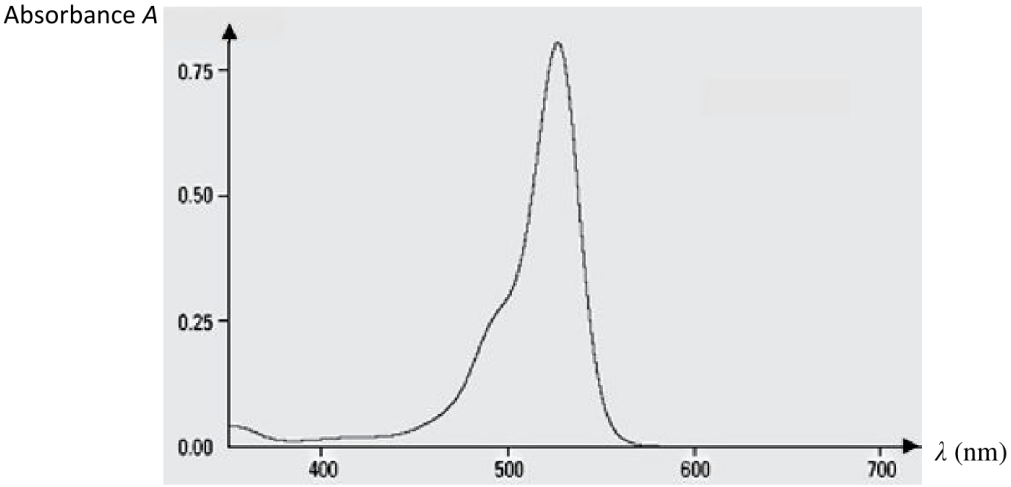


Figure 1 - Spectre d'absorption d'une solution aqueuse d'érythrosine

– Volume de la solution d'érythrosine extraite de la boîte de conserve de cerises : $V = 500$ mL
– Coefficient d'absorption molaire de l'érythrosine dans les conditions de l'expérience :
– $\varepsilon = 8{,}2 \times 10^4$ L·mol^{-1}·cm^{-1}
– Longueur de la cuve du spectrophotomètre : $\ell = 1{,}0$ cm
– Rappel de la loi de Beer-Lambert : $A = \varepsilon \times \ell \times c$
– Masse volumique de l'eau de Javel utilisée : $\rho_J = 1095$ g · L $^{-1}$
– Masse molaire de l'érythrosine : $M_E = 879{,}86$ g·mol^{-1}
– Autres masses molaires : M(Cl) = 35,5 g·mol^{-1} ; M(O) = 16,0 g·mol^{-1}.

On note [E] la concentration en quantité de matière d'érythrosine dans la solution.

Partie A – Concentration en érythrosine dans la solution contenue dans la boîte de cerises

1. Proposer une valeur de la longueur d'onde λ_m à laquelle régler le spectrophotomètre.
2. À partir de la loi de Beer-Lambert, montrer que la mesure de l'absorbance de la solution étudiée permet de déterminer la concentration en érythrosine.

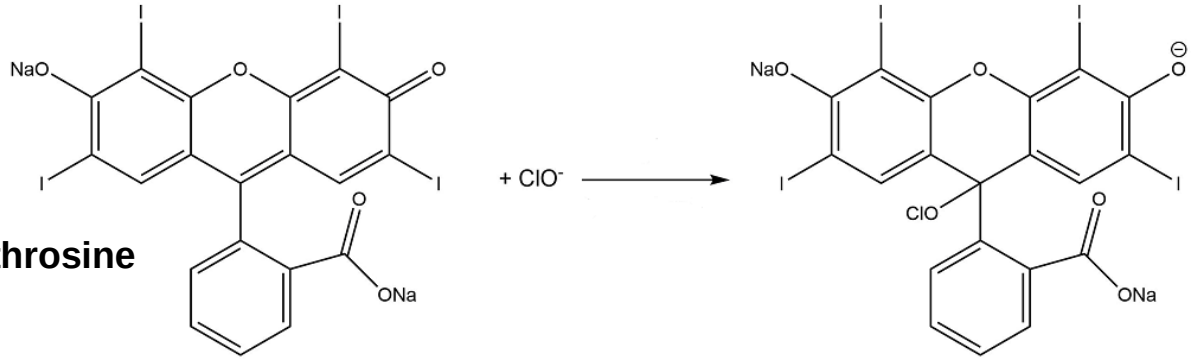
On mesure l'absorbance de la solution étudiée. La valeur obtenue est $A_{solution} = 0{,}44$.

3. Montrer que la concentration de la solution en érythrosine est :
   $[E] = 5{,}4 \times 10^{-6}$ mol · L^{-1}.
4. En s'appuyant sur la valeur de la DJA citée dans le **document** de l'introduction, montrer qu'une personne de 50 kg peut consommer la totalité de la solution contenue dans la conserve de cerises sans risque pour sa santé.

Partie B – Cinétique de la décoloration de l'érythrosine par l'eau de Javel

En cas de taches, l'érythrosine peut être décolorée par les ions hypochlorite ClO^- apportés par une solution d'eau de Javel. Un composé incolore se forme selon l'équation :

érythrosine



Avec les notations E pour l'érythrosine et P pour le composé formé, on peut écrire :

$$\underset{\text{rouge}}{E(aq)} + \underset{\text{incolore}}{ClO^-(aq)} \rightarrow \underset{\text{incolore}}{P(aq)} \qquad \textbf{(équation 1)}$$

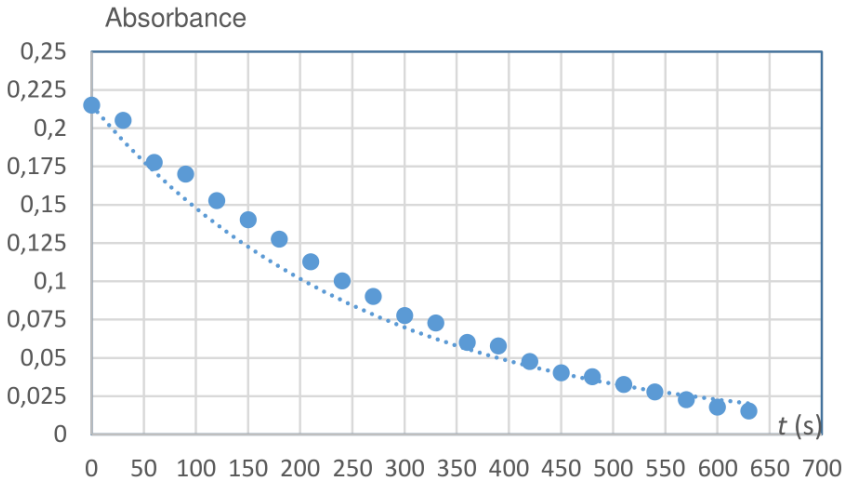
On s'intéresse à la rapidité avec laquelle l'eau de Javel permet d'effacer les taches d'érythrosine, dans le cas où l'ion hypochlorite est en excès.

Protocole

Pour préparer la solution en ions hypochlorite ClO^- , on utilise une solution commerciale S_0 d'eau de Javel contenant 4,8 % en masse d'ion hypochlorite.

On prélève $V_0 = 30$ mL de solution S_0 que l'on verse dans une fiole jaugée de volume $V_j = 100$ mL et on complète jusqu'au trait de jauge. On obtient ainsi une solution S_1 de volume $V_j = 100$ mL.

À la date t = 0 s, on mélange V_1 = 5 mL de solution S_1 avec V_E = 5 mL de solution d'érythrosine dont la concentration en érythrosine a été déterminée à la **question 3** et on mesure l'absorbance du mélange au cours du temps, voir **figure 2** ci-dessous.



Sur cette figure, on a superposé une modélisation, en pointillés, aux points expérimentaux. L'équation de la courbe de modélisation est donnée par le tableur :

$$A = 0{,}215\, e^{-0{,}0036\, t}$$

Figure 2 – Évolution temporelle de l'absorbance de la solution d'érythrosine

5. Montrer que la concentration de la solution S_1 en ion hypochlorite ClO^- est $C_1 = 3{,}1\times10^{-1}$ mol·L^{-1}.

6. En calculant les quantités de matière initiales en érythrosine n_{Ei} et en ion hypochlorite n_{Hi}, montrer que les ions hypochlorite sont effectivement en excès.

7. Définir la vitesse volumique de disparition de l'érythrosine en utilisant la notation [E].

8. Donner l'expression de la vitesse volumique de disparition v de l'érythrosine en fonction de la concentration [E] et d'une constante k positive dans le cas où la loi de vitesse est d'ordre 1.

Dans le cas où la loi de vitesse est d'ordre 1, l'équation différentielle satisfaite par la concentration [E] est donc : $\frac{d[E]}{dt} + k\times[E] = 0$. Les solutions de cette équation différentielle sont de la forme :

$$[\mathrm{E}](t) = [\mathrm{E}]_0 e^{-kt}$$

Par ailleurs, on rappelle que, pour la fonction logarithme népérien, on a les relations :

$$\ln(a \times b) = \ln(a) + \ln(b) \qquad \text{et} \qquad \ln e^x = x$$

9. Montrer que le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ pour une loi de vitesse d'ordre 1 est donné par la relation : $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$

10. Montrer, en utilisant le résultat de la **question 2**, que si la décoloration de l'érythrosine suit une loi de vitesse d'ordre 1, alors l'évolution de l'absorbance en fonction du temps est une exponentielle.

11. Déterminer la valeur de $t_{1/2}$ en indiquant la méthode utilisée et conclure sur la rapidité de l'action de l'eau de Javel sur l'érythrosine.