

**BACCALAURÉAT BLANC - MARS 2024**

ÉPREUVE DE SPÉCIALITÉ

**PHYSIQUE - CHIMIE**

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30

COEFFICIENT : 16

**L'usage des calculatrices est autorisé :**

- soit avec une calculatrice programmable avec le mode examen activé,
- soit avec une calculatrice non programmable (calculatrice "collège").

**Le sujet comporte 11 pages numérotées de 1 à 11.**

**Les trois exercices sont indépendants les uns des autres :**

**Exercice A : Autour de Saturne (11 points)**

**Exercice B : Contrôle de l'ordre d'une réaction (4,5 points)**

**Exercice C : Teneur en ions salicylate dans une crème (4,5 points)**

**Indiquer le nom de votre professeur de spécialité en haut à droite de votre copie.**

**L'annexe en fin de sujet est à rendre avec la copie même si elle n'a pas été complétée.**

**Ne pas joindre le reste du sujet.**

**EXERCICE A : AUTOUR DE SATURNE (11 POINTS)**

La planète Saturne, connue pour ses anneaux, ne compte pas moins de 80 satellites naturels ou « lunes ».

La plus grande de ces lunes, Titan, n'est pas visible à l'œil nu. Elle a été découverte en 1655 par Christian Huygens (1629-1695) grâce à une lunette astronomique de sa conception.

L'une des lunes les plus proches de Saturne est Janus, découverte en 1966 par plusieurs astronomes dont le français Audouin Dollfus (1924-2010).

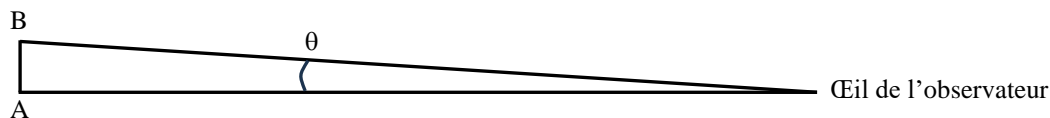
Cet exercice a plusieurs objectifs justifier l'utilisation d'une lunette astronomique pour observer Titan (parties I et II), étudier ses limites d'observation (partie III), puis étudier le mouvement des anneaux et de Janus (partie IV).



## Données :

### Document 1 : Diamètre apparent d'un objet et pouvoir séparateur de l'œil

Le **diamètre apparent** d'un objet, noté  $\theta$ , est l'angle sous lequel un objet AB est vu par un observateur (cf. figure).



Le **pouvoir séparateur de l'œil**, noté  $\varepsilon$ , est la valeur minimale de l'angle  $\theta$  sous lequel les deux points A et B peuvent être vus séparément. Pour l'œil humain,  $\varepsilon = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{rad}$ .

- Distance moyenne Titan - Terre :  $D = 1,43 \cdot 10^9 \text{km}$
- Diamètre de Titan :  $d = 5,2 \cdot 10^3 \text{km}$
- Angle sous lequel est vue la lune Janus depuis la Terre :  $\theta_J = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{rad}$
- Dans tout l'exercice les angles sont suffisamment petits pour que l'on puisse faire l'approximation :  $\tan \theta \approx \theta$ , avec  $\theta$  en radian.

## PARTIE I : OBSERVATION DE TITAN À L'ŒIL NU

1. Montrer que l'angle  $\theta$  sous lequel se présente Titan depuis la Terre vaut approximativement  $3,6 \cdot 10^{-6} \text{rad}$ .
2. Justifier que Titan n'est pas observable à l'œil nu.
3. En déduire la valeur  $G_{\min}$  du grossissement minimal que doit avoir un instrument d'optique, telle une lunette, pour observer Titan depuis la Terre.

## PARTIE II : OBSERVATION DE TITAN À L'AIDE D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE

Une élève se rend à l'Observatoire historique de Marseille pour observer Saturne et ses satellites. Elle fait ses observations à l'aide d'une lunette astronomique dont les caractéristiques sont données ci-dessous.

### Objectif :

Distance focale :  $f'_{ob} = 3,10 \text{ m}$

Diamètre :  $d_{ob} = 260 \text{mm}$

### Oculaire :

Pour l'oculaire, trois distances focales  $f'_{oc}$  sont possibles : 12,0mm / 25,0mm / 40,0mm.

Le schéma de principe modélisant cette lunette est présenté en annexe à la fin du sujet À RENDRE AVEC LA COPIE.

L'objet  $A_\infty B_\infty$  observé est situé à l'infini, il est perpendiculaire à l'axe optique ; le point  $A_\infty$  est sur l'axe optique. Seuls quelques rayons issus de  $B_\infty$  sont représentés. Les angles ne sont pas à l'échelle. On rappelle qu'un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

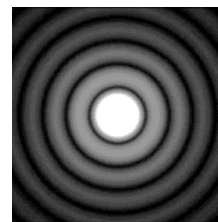
1. Identifier l'objectif et l'oculaire sur le schéma en annexe à la fin du sujet À RENDRE AVEC LA COPIE et positionner les foyers  $F_2$  et  $F_2'$  de la lentille  $L_2$  pour obtenir une lunette afocale.
2. Construire sur le schéma en annexe à la fin du sujet À RENDRE AVEC LA COPIE la marche complète des rayons lumineux incidents issus d'un point objet  $B_\infty$  situé à l'infini, en faisant apparaître l'image intermédiaire  $B_1$  donnée par la lentille  $L_1$ .
3. À partir de la définition du grossissement  $G$ , établir que dans le cas d'une lunette afocale :

$$G = \frac{f'_{ob}}{f'_{oc}}$$

4. Parmi les différents oculaires disponibles, indiquer en justifiant celui qui permet d'obtenir le grossissement maximal.
5. Indiquer s'il est possible d'observer chacune des deux lunes, Titan et Janus, à l'aide de cette lunette.
6. Donner une estimation de la longueur  $L$  de la lunette de l'observatoire de Marseille en s'appuyant sur le schéma de principe de la lunette représentée en annexe à la fin du sujet À RENDRE AVEC LA COPIE et sur les valeurs des distances focales.

### PARTIE III : LIMITES D'OBSERVATION DE LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

Le grossissement de la lunette n'est pas une donnée suffisante pour être assuré d'observer correctement Titan. En effet, la lunette astronomique devrait former, à partir d'un point objet, un point image. Mais le caractère ondulatoire de la lumière entraîne la formation d'une tache à la place du point image souhaité. Cette tache, provoquée par la monture de l'objectif de diamètre  $d_{ob}$  est constituée de cercles lumineux concentriques appelée tache d'Airy : voir ci-contre  $\Rightarrow$



Tache d'Airy

#### Document 2 : Pouvoir de résolution d'un Instrument optique

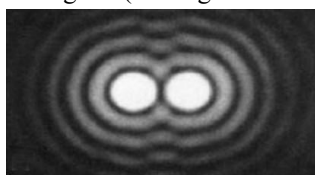
Le pouvoir de résolution est lié à la capacité à discerner les détails à travers un système optique (microscope, télescope, lunette, œil...). Il est caractérisé par un angle noté  $\alpha$ .

Pour une lunette, il a pour expression :

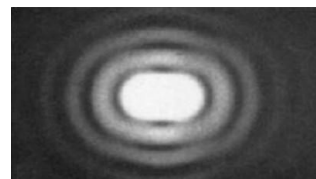
$$\alpha = \frac{1,22 \times \lambda}{d_{ob}}$$

où  $\lambda$  est la longueur d'onde du faisceau incident et  $d_{ob}$  le diamètre de l'objectif.

La lunette astronomique permet de distinguer deux points à condition que l'écart angulaire  $\theta'$  entre ces deux points soit supérieur ou égal à l'angle  $\alpha$  (voir figures ci-dessous).



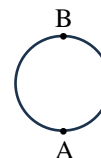
$\theta' > \alpha$  : les deux points peuvent être discernés



$\theta' \leq \alpha$  : les deux points ne peuvent pas être discernés

1. Nommer le phénomène physique qui limite le pouvoir de résolution de la lunette.

Un critère retenu pour voir correctement Titan est de pouvoir distinguer ses pôles, repérés par les points A et B : schéma ci-contre  $\Rightarrow$



2. Pour la longueur d'onde du visible  $\lambda = 550\text{nm}$  et pour un grossissement  $G = 260$ , vérifier que la lunette permet d'observer Titan correctement.
3. Expliquer pourquoi il est préférable d'utiliser des lunettes avec un objectif ayant un grand diamètre d'ouverture.

### PARTIE IV : AUTOUR DE SATURNE

Les anneaux de Saturne semblent continus depuis la Terre. En réalité, ils sont constitués de morceaux de glace et de poussières dont la taille maximale est de l'ordre de quelques centaines de mètres. Chacun de ces morceaux, tout comme les lunes en orbite autour de Saturne, obéissent aux lois du mouvement d'un satellite dans un champ de gravitation.

#### Données :

- Rayon de Saturne :  $R_S = 58,2 \cdot 10^3 \text{km}$
- Rayon intérieur du premier anneau :  $r_{int} = 6,69 \cdot 10^4 \text{km}$
- Rayon extérieur du premier anneau :  $r_{ext} = 7,45 \cdot 10^4 \text{km}$
- Rayon extérieur du dernier anneau :  $R_{ext} = 1,36 \cdot 10^5 \text{km}$
- Rayon de l'orbite de Janus :  $R_J = 1,51 \cdot 10^5 \text{km}$
- Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

La vitesse  $v$ , constante, d'un satellite de masse  $m$  en orbite circulaire autour de Saturne est donnée par la relation :

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_S}{r}} \quad (\text{relation } \textcircled{1})$$

où  $r$  est le rayon constant de l'orbite du satellite et  $M_S$  la masse de Saturne.

1. Retrouver la relation  $\textcircled{1}$  en utilisant la deuxième loi de Newton et la loi d'interaction gravitationnelle.
2. Montrer que l'expression de la vitesse du satellite permet de retrouver la troisième de Kepler qui relie la période  $T$  du satellite au rayon  $r$  de son orbite :

$$T^2 = k \times r^3 \quad \text{avec : } k = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S}$$

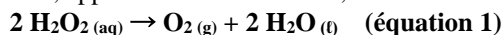
3. Déterminer la masse de Saturne sachant que la période de révolution de Janus est de 17h.
4. Justifier qualitativement que tous les corps du premier anneau ne tournent pas à la même vitesse autour de Saturne
5. Déterminer le nombre de tours effectués par la bordure interne du premier anneau, située à la distance  $r_{int}$  pendant que la bordure externe du dernier anneau, située à  $R_{ext}$ , réalise un tour complet.

## EXERCICE B : CONTRÔLE DE L'ORDRE D'UNE RÉACTION (4,5 POINTS)

Le peroxyde d'hydrogène a pour formule chimique  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène est appelée communément « eau oxygénée » et est utilisée comme désinfectant et détachant. En solution aqueuse, le peroxyde d'hydrogène peut se décomposer en eau et en dioxygène.

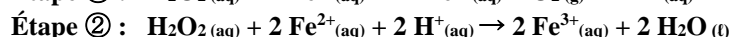
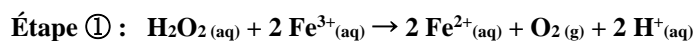
L'équation de la réaction de cette décomposition, appelée aussi dismutation, s'écrit :



L'objectif de cet exercice est de vérifier que la dismutation du peroxyde d'hydrogène suit une loi de vitesse d'ordre 1.

La dismutation de l'eau oxygénée est lente mais elle peut être accélérée en utilisant des ions fer(III),  $\text{Fe}^{3+}$ .

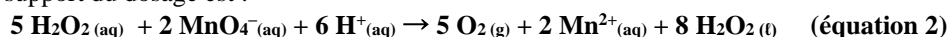
Dans ce cas, la réaction peut être décomposée en deux étapes rapides:



1. En analysant les étapes ① et ② de la dismutation du peroxyde d'hydrogène en présence d'ions fer, justifier que l'ion fer,  $\text{Fe}^{3+}$  joue un rôle de catalyseur.

Pour suivre l'évolution temporelle de la concentration en  $\text{H}_2\text{O}_2$  en présence d'ions  $\text{Fe}^{3+}$  on réalise le dosage par titrage, à différentes dates  $t$ , d'un échantillon du milieu réactionnel par des ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  d'une solution de permanganate de potassium acidifiée. Chaque dosage par titrage permet de déterminer la concentration  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  en peroxyde d'hydrogène restant à la date  $t$ .

L'équation de réaction support du dosage est :



La seule espèce chimique colorée est l'ion permanganate,  $\text{MnO}_4^-$ , rose-violet en solution aqueuse.

L'équivalence est donc repérée par un changement de couleur du mélange réactionnel.

### Protocole de suivi cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée

On dispose :

- d'une solution  $S_0$  d'eau oxygénée de concentration en peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$  inconnue ;
- d'une solution de chlorure de fer (III) ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $3\text{Cl}^-$ ) de concentration  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- solution  $S_P$  de permanganate de potassium ( $\text{K}^+$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ) dont la concentration est :  $C_P = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- d'une solution d'acide sulfurique.

### Préparation du dispositif de dosage par titrage

- Remplir la burette graduée de la solution  $S_P$  de permanganate de potassium ( $\text{K}^+$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ).
- Préparer sept erlenmeyers contenant chacun 40mL d'eau distillée glacée et 10mL de solution d'acide sulfurique.
- Placer ces sept erlenmeyers dans un cristalliseur contenant un mélange d'eau et de glace.

### Préparation du mélange réactionnel

- Dans un erlenmeyer de 150mL, verser 95,0mL de la solution  $S_0$  d'eau oxygénée.
- Introduire un barreau aimanté. Placer l'ensemble sur agitateur. Mettre en route l'agitation.
- Verser rapidement 5mL de solution de chlorure de fer(III) ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $3\text{Cl}^-$ ) et déclencher immédiatement le chronomètre.

### Dosage : détermination de la concentration en $\text{H}_2\text{O}_2$ à différentes dates $t$

- Le plus rapidement possible, prélever un volume  $V_R = 10,0 \text{ mL}$  du milieu réactionnel.
- Verser rapidement ce prélèvement dans l'un des sept erlenmeyers.
- Introduire un barreau aimanté et doser par titrage le peroxyde d'hydrogène présent dans le volume  $V_R$  cette date  $t$  par la solution de permanganate  $S_P$ .
- Noter  $V_E$  le volume équivalent alors versé.

Procéder de la même façon aux dates 4min, 6min, 8min, 12min, 20min, 30min, 40min et 80min.

### Résultats expérimentaux

t (min)	1,75	4	6	8	12	20	30	40	80
$V_E$ (mL)	16,0	15,0	13,8	12,9	11,4	8,6	5,9	4,2	1,2
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mmol.L <sup>-1</sup> )	80,0	75,0	69,0	64,5		43,0	29,5	21,0	6,0

2. Identifier les deux facteurs cinétiques mis en œuvre pour stopper la réaction de dismutation (**équation 1**) le temps du dosage.
3. Indiquer le changement de couleur observé à l'équivalence (**équation 2**).
4. À partir de l'équation de la réaction support du dosage, **équation 2**, et de la définition de l'équivalence, établir que la concentration en quantité de matière du peroxyde d'hydrogène est donnée par la relation suivante :

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{5 \cdot C_p \cdot V_E}{2 \cdot V_R}$$

5. Calculer la valeur de  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  manquante à la date  $t = 12 \text{ min}$  dans le tableau des résultats expérimentaux.
6. À partir de la définition de la vitesse de disparition de l'eau oxygénée, et en supposant que la dismutation du peroxyde d'hydrogène suit une loi cinétique d'ordre 1, retrouver la relation suivante :

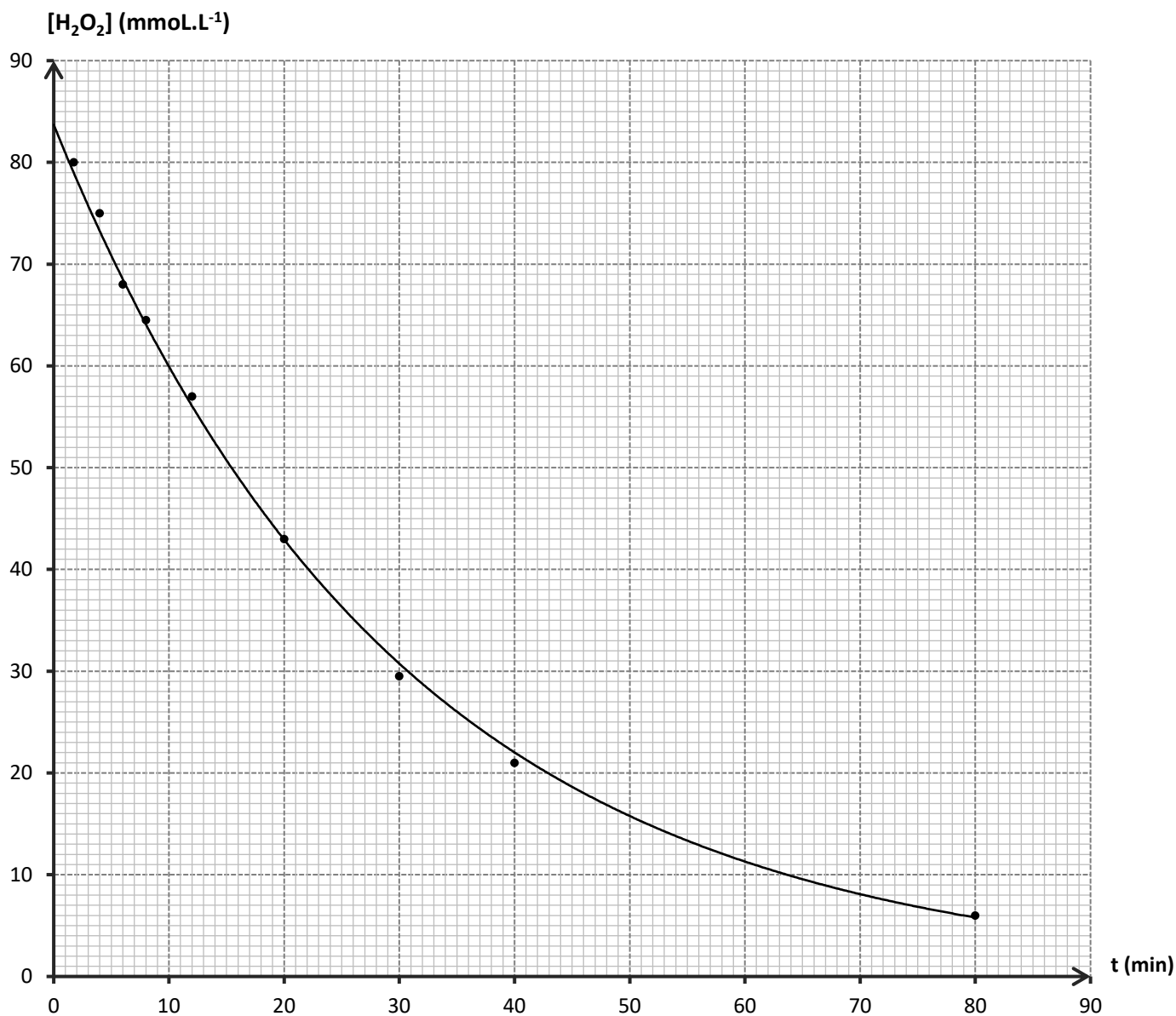
$$\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt} = -k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]$$

La relation ci-dessus, question 6, est une équation différentielle qui admet des solutions de la forme :

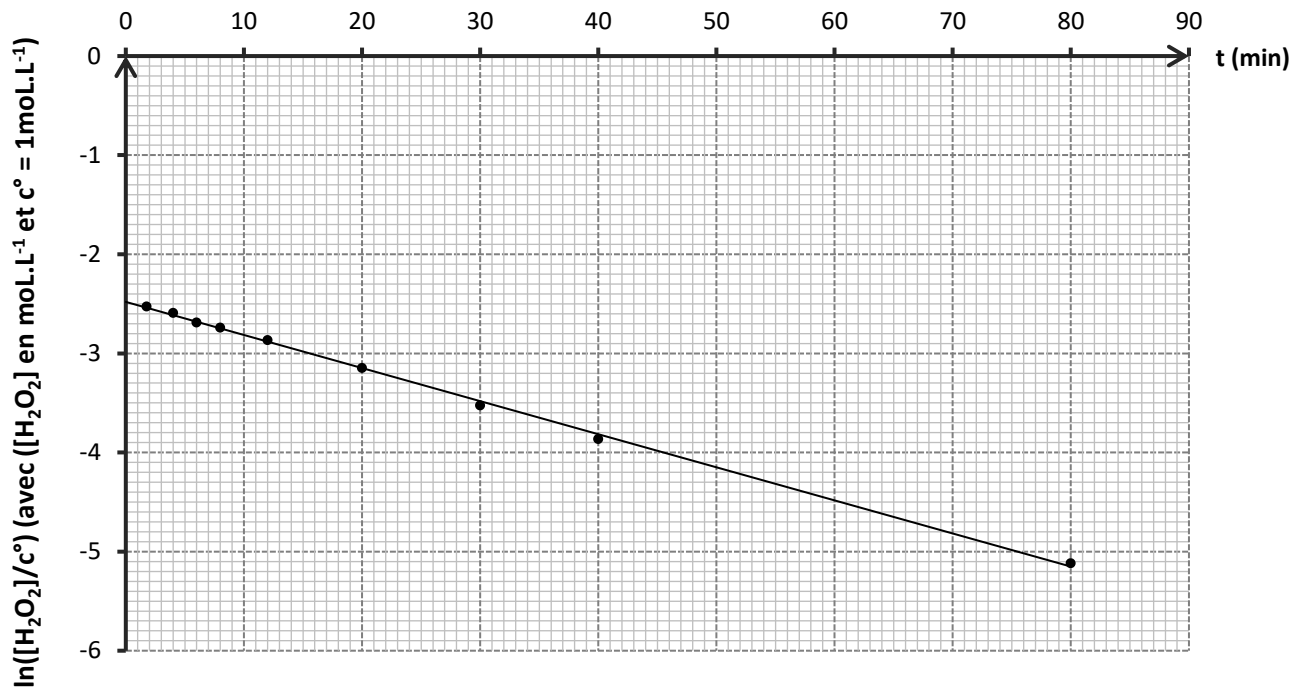
$$[\text{H}_2\text{O}_2](t) = B \cdot e^{-k \cdot t} \quad (\text{relation 1})$$

7. Donner la signification physique de B.

À partir des résultats expérimentaux obtenus, on a tracé les deux graphiques ci-après (**figure 1** et **figure 2**) :



**Figure 1** : Évolution temporelle de la concentration en  $\text{H}_2\text{O}_2$



**Figure 2** : Évolution temporelle de  $\ln([\text{H}_2\text{O}_2]/c^\circ)$  avec  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  en  $\text{mol.L}^{-1}$  et  $c^\circ = 1\text{mol.L}^{-1}$

Compte tenu des propriétés de la fonction logarithme népérien, il est possible d'écrire à partir de la **relation 1** :

$$\ln\left(\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]}{c^\circ}\right) = \ln\left(\frac{B}{c^\circ}\right) - k.t \quad (\text{relation 2})$$

8. En s'appuyant sur la **relation 2** et le graphique de la **figure 2**, montrer que l'hypothèse selon laquelle la dismutation du peroxyde d'hydrogène suit une loi cinétique d'ordre 1 est bien valide. En déduire la valeur de la constante  $k$ .
9. Définir puis déterminer le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  de cette réaction de dismutation à l'aide de la **figure 1**.

Pour une réaction qui suit une cinétique d'ordre 1, on peut montrer que le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  est indépendant de la concentration initiale et est relié à la grandeur  $k$  par la relation suivante :

$$k.t_{1/2} = \ln 2$$

10. Préciser si la valeur de la grandeur  $k$  varie si la concentration initiale  $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$  diminue.

## EXERCICE C : TENEUR EN IONS SALICYLATE DANS UNE CRÈME (4,5 POINTS)

L'ion salicylate a pour formule chimique  $C_6H_4OHCOO^-$ .

Il s'agit d'une espèce chimique que l'on retrouve dans certains médicaments utilisés pour traiter l'acné.

L'étiquette d'un flacon commercial de crème contenant des ions salicylate porte l'indication :

« ion salicylate formulé à 1000 mg pour 100 g de crème »

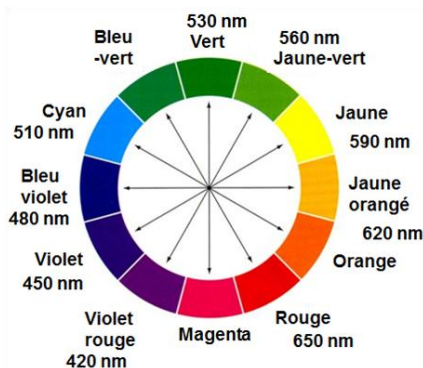
Cela correspond à un pourcentage massique  $w_{ref} = 1\%$ .

Le but de cet exercice est de contrôler cette indication d'une teneur massique de 1,00 % fournie par le fabricant.

Pour simplifier, on notera  $HL^-$  l'ion salicylate dans tout l'exercice.

### Données :

- Masse volumique de la crème :  $\rho(\text{crème}) = 860 \text{ g.L}^{-1}$
- L'ion salicylate en solution aqueuse est obtenu par dissolution du salicylate de sodium solide  $NaHL$  dans l'eau ;
- Masse molaire du salicylate de sodium :  $M(NaHL) = 160,1 \text{ g.mol}^{-1}$
- Masse molaire de l'ion salicylate :  $M(HL^-) = 137,1 \text{ g.mol}^{-1}$
- Concentration standard :  $c^\circ = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- Cercle chromatique :



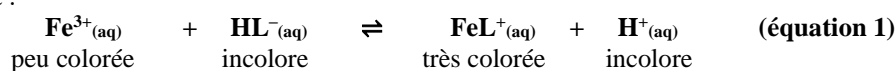
L'ion salicylate absorbe dans le domaine des ultraviolets et ne peut donc pas être détecté par un spectrophotomètre fonctionnant dans le visible. Mais lorsqu'il réagit avec des ions  $Fe^{3+}$ , l'ion salicylate  $HL^-$  forme une espèce colorée qu'il est possible de doser à l'aide du spectrophotomètre.

Dans la **partie I**, on cherche à vérifier que la réaction entre l'ion  $Fe^{3+}$  et l'ion  $HL^-$  en solution aqueuse est totale.

Dans la **partie II**, on réalise le dosage spectrophotométrique de l'espèce colorée obtenue.

### PARTIE I : ÉTUDE DE LA RÉACTION ENTRE L'ION $Fe^{3+}$ ET L'ION $HL^-$

L'équation de cette réaction est :



On note  $K = 10^{2,9}$  la constante d'équilibre de cette réaction à la température de  $25^\circ C$ .

On prépare une solution aqueuse  $S_{fer}$  contenant des ions  $Fe^{3+}$  en solution aqueuse de concentration  $C_{fer} = 10,0 \text{ mmol.L}^{-1} = [Fe^{3+}]$ .

Cette solution est de plus une solution tampon dont la valeur du pH est  $pH = 3,0$ .

On dispose d'une solution aqueuse « mère »  $S_0$  de salicylate de sodium ( $Na^+$ ,  $HL^-$ ) de concentration  $C_0 = 100 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

À partir de la solution  $S_0$ , on prépare une solution diluée  $S_1$  de concentration  $C_1 = 10,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

1. Déterminer la masse  $m$  de salicylate de sodium  $NaHL$  solide qu'il a fallu peser pour préparer un volume  $V_0 = 100,0 \text{ mL}$  de la solution aqueuse  $S_0$  de concentration  $C_0$ .
2. Identifier dans la liste ci-dessous la verrerie à utiliser pour préparer  $V_1 = 50,0 \text{ mL}$  de la solution  $S_1$  à partir de la solution mère  $S_0$ . Justifier à l'aide d'un calcul.  
Verrerie à disposition : fioles jaugées de 10,0 mL / 50,0 mL  
pipettes jaugées de 2,0 mL / 5,0 mL / 10,0 mL / 20,0 mL

Le milieu réactionnel est obtenu en mélangeant dans un bécher :

- un volume  $V_{fer} = 10,0 \text{ mL}$  de la solution  $S_{fer}$  tamponnée de concentration  $C_{fer}$  ;
- un volume  $V = 0,100 \text{ mL}$  de la solution diluée  $S_1$  de concentration  $C_1$  ;

3. Après avoir rappelé les propriétés d'une solution tampon, justifier que la valeur du pH du milieu réactionnel ne varie pas.

4. Compléter littéralement le tableau d'avancement de la réaction en annexe à la fin du sujet **À RENDRE AVEC LA COPIE**.  
On note  $x_{\text{éq}}$  l'avancement à l'état d'équilibre, exprimé en mol.

5. Montrer qu'à l'équilibre du système chimique, la constante d'équilibre  $K$  de cette réaction peut se mettre sous la forme :

$$K = \frac{x_{\text{éq}} \cdot [\text{H}^+] \cdot (V + V_{\text{fer}})}{(C_{\text{fer}} \cdot V_{\text{fer}} - x_{\text{éq}}) \cdot (C_1 \cdot V - x_{\text{éq}})}$$

L'application numérique conduit à l'égalité suivante (qui n'est pas à démontrer) :

$$K = 10^{2,9} = \frac{x_{\text{éq}} \times 1,01 \cdot 10^{-5}}{(1,00 \cdot 10^{-6} - x_{\text{éq}}) \cdot (1,0 \cdot 10^{-4} - x_{\text{éq}})}$$

Mathématiquement, cette équation en  $x_{\text{éq}}$  admet deux solutions que l'on peut écrire :

$$x_1 = 9,999 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \quad \text{et} \quad x_2 = 9,999 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

6. Indiquer pourquoi il convient de ne retenir que la valeur  $x_1$  et déduire de cette valeur que la réaction peut être considérée comme totale.

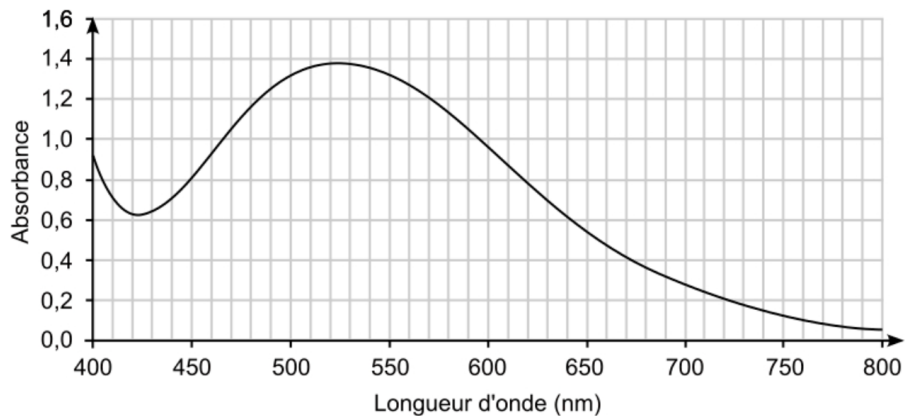
## **PARTIE II : DOSAGE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DES IONS SALICYLATE $\text{HL}^-$**

La partie I a permis de conclure que la réaction entre l'ion  $\text{Fe}^{3+}$  et l'ion  $\text{HL}^-$  peut être considérée comme totale.  
Pour la réaction d'équation 1, on a donc l'égalité :

$$n(\text{FeL}^+)_{\text{produit}} = n(\text{HL}^-)_{\text{réagi}}$$

L'espèce produite  $\text{FeL}^+$  est dosée par spectrophotométrie et étalonnage.

Le spectre d'absorption de l'espèce  $\text{FeL}^+$  est présenté sur la **figure 1** ci-dessous.

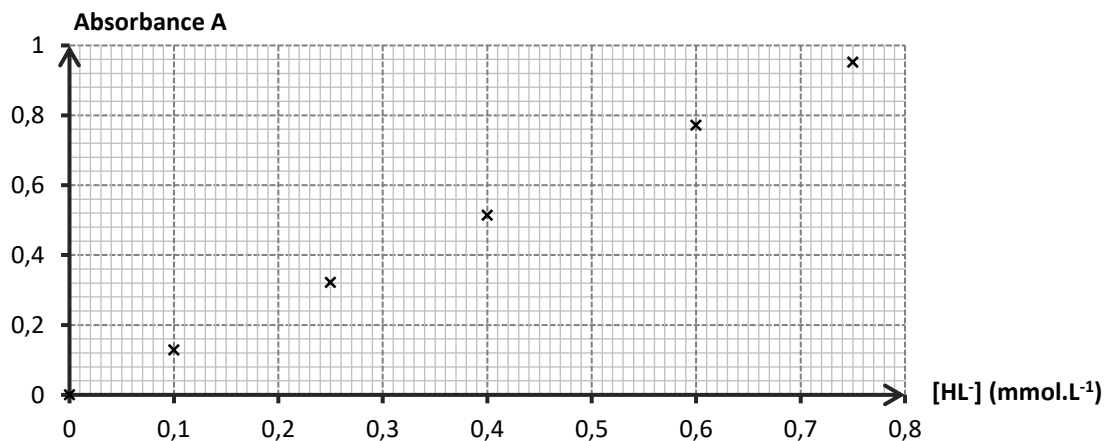


**Figure 1** : Spectre d'absorption de l'espèce  $\text{FeL}^+$

Pour tracer la courbe d'étalonnage, on a préparé cinq solutions étalons en mélangeant :

- un volume  $V_{\text{fer}} = 10,0 \text{ mL}$  de solution  $S_{\text{fer}}$  ;
- un volume  $V = 0,100 \text{ mL}$  d'une solution de salicylate de sodium de concentration  $C_i$  connue ;

Pour  $\lambda_{\text{max}} = 535 \text{ nm}$ , on a mesuré l'absorbance de chaque solution étalon, ce qui a permis de tracer le graphique en **figure 2** présentant l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration en ion  $\text{HL}^-$ .



**Figure 2** : Courbe d'étalonnage de l'espèce  $\text{HL}^-$



Pour déterminer la teneur en ion salicylate  $\text{HL}^-$  dans la crème étudiée, on mesure l'absorbance d'une solution test préparée de la même manière que les solutions étalons, soit en mélangeant :

- un volume  $V_{\text{crème}} = 0,100\text{mL}$  de la crème étudiée contre l'acné ;
- un volume  $V_{\text{fer}} = 10,0\text{mL}$  de solution  $S_{\text{fer}}$ .

L'absorbance mesurée à  $\lambda = 535\text{nm}$  de cet échantillon a pour valeur :  $A_{\text{crème}} = 0,83$ .

- 1.** Indiquer la couleur de l'espèce chimique  $\text{FeL}^+$  à partir de son spectre d'absorption (**figure 1**).
- 2.** À partir de la **figure 2**, déterminer la quantité de matière en ion salicylate  $\text{HL}^-$  présente dans la crème et en déduire le pourcentage massique mesuré  $w_{\text{mes}}$  en ions salicylate dans la crème contre l'acné.

Il est possible de comparer une valeur expérimentale ( $w_{\text{mes}}$ ) à la valeur de référence ( $w_{\text{ref}}$ ) en utilisant le quotient :

$$\frac{|w_{\text{mes}} - w_{\text{ref}}|}{u(w)} \quad \text{où } u(w) \text{ est l'incertitude-type sur le résultat expérimental.}$$

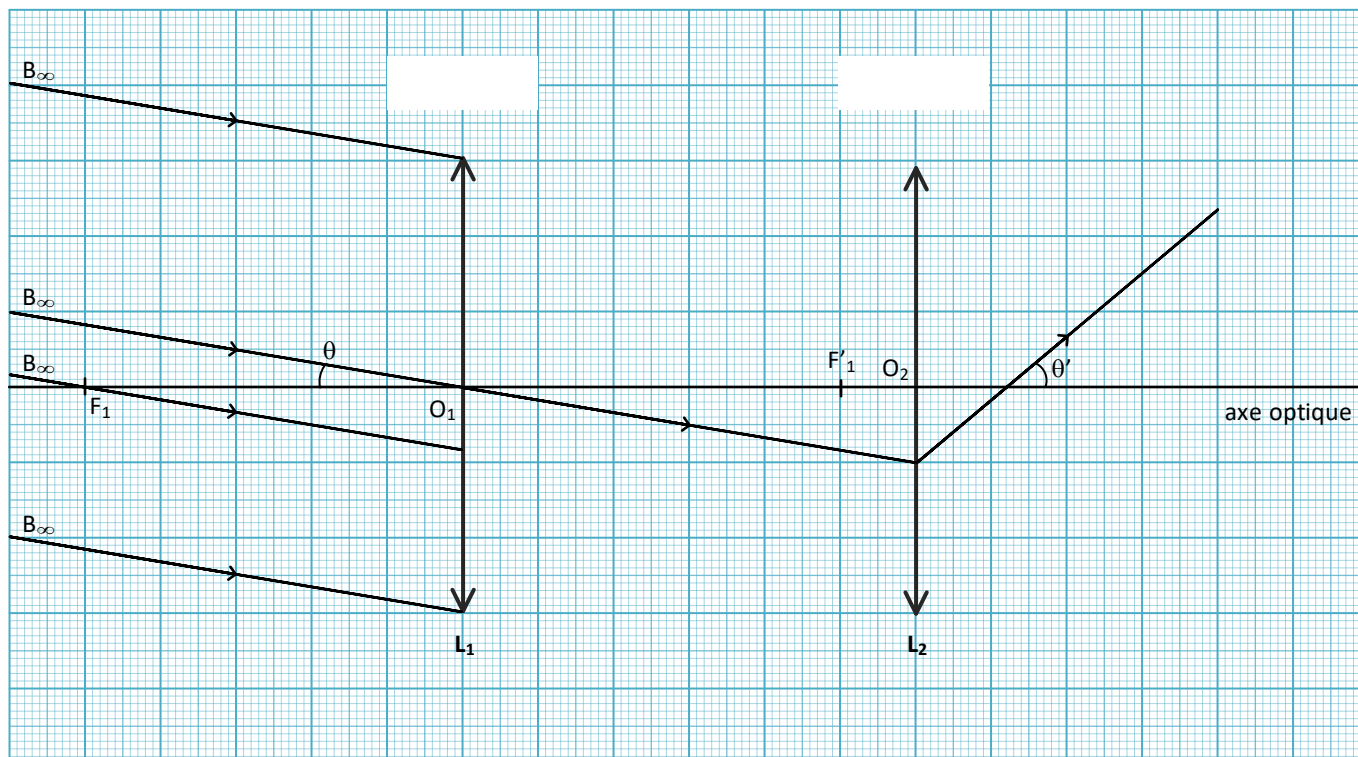
Dans le cas présent, on considère que la valeur mesurée  $w_{\text{mes}}$  est compatible avec la valeur  $w_{\text{ref}}$  si le quotient est inférieur ou égal à 2. On admet que, pour ce dosage,  $u(w) = 0,02\%$ .

- 3.** Comparer le résultat obtenu expérimentalement à celui indiqué sur l'étiquette du flacon.

**PAGE BLANCHE LAISSÉE  
INTENTIONNELLEMENT.  
NE RIEN INSCRIRE DESSUS.**

**ANNEXE DE L'EXERCICE A : À RENDRE AVEC LA COPIE**

Questions 1 et 2 de la partie II :



**ANNEXE DE L'EXERCICE C : À RENDRE AVEC LA COPIE**

Tableau d'avancement en quantité de matière du milieu réactionnel (réaction d'équation 1).  
On note  $x_{\text{éq}}$  l'avancement à l'état d'équilibre, en mol.

Équation	$\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$	+	$\text{HL}^{-}_{(\text{aq})}$	$\rightleftharpoons$	$\text{FeL}^{+}_{(\text{aq})}$	+	$\text{H}^{+}_{(\text{aq})}$
État initial	$C_{\text{fer}} \cdot V_{\text{fer}}$		$C_1 \cdot V$		0		$n(\text{H}^+)$
État d'équilibre							constante