

TSpé	Devoir surveillé N°5	Mercredi 24/01/24
------	----------------------	-------------------

Nom et Prénom : .....

**EXERCICE 1 : La vitamine C**

L'acide ascorbique, communément appelé vitamine C, est un antioxydant présent dans de nombreux fruits et légumes. La vitamine C est parfois utilisée dans des cosmétiques pour ses propriétés antioxydantes. Elle est aussi prescrite en complément alimentaire car elle joue un rôle important dans le métabolisme de l'être humain. Elle se dégrade à l'air, à la lumière et en présence d'oxydants.

L'objectif de l'exercice est d'étudier la dégradation de la vitamine C laissée à l'air libre dans un comprimé (partie A) ou dans un jus de fruit (partie B).

**Données :**

- L'acide ascorbique  $C_6H_8O_6$  est un diacide possédant deux couples acido-basiques notés  $AH_2/AH^-$  et  $AH^-/A^{2-}$ .
- Masse molaire de l'acide ascorbique :  $M(AH_2) = 176,1 \text{ g.mol}^{-1}$
- Conductivités molaires ioniques  $\lambda^\circ$  à  $25^\circ\text{C}$  :

ions	$Na^+$	$HO^-$	$AH^-$
$\lambda^\circ$ en $mS.m^2.mol^{-1}$	5,01	19,9	3,42

- On rappelle que la conductivité d'une solution se calcule à partir de la loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \sum \lambda_j^0 \times [X_j]$$

Où  $X_j$  désigne un espèce chimique ionique et  $\lambda_j^0$  la conductivité molaire ionique de cette espèce.

**Partie A - Dégradation de la vitamine C dans un comprimé.**

La vitamine C est commercialisée sous forme de comprimés à croquer. Ces comprimés sont conditionnés dans des tubes hermétiques et sous emballage protecteur. Cet emballage indique que chaque comprimé contient 250 mg d'acide ascorbique. Un comprimé de vitamine C a été laissé plusieurs jours à l'air libre. La vitamine C qu'il contient a réagi avec le dioxygène de l'air. On souhaite déterminer la masse d'acide ascorbique restant dans le comprimé à l'aide d'un titrage avec suivi conductimétrique d'une réaction acido-basique. Une solution aqueuse  $S_A$  est préparée par dissolution complète d'un comprimé de vitamine C dans l'eau. Le volume de la solution  $S_A$  est  $V = 200,0 \text{ mL}$ .

**Préparation de la solution titrante.**

Au laboratoire, on dispose d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_0 = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$ .

1. Déterminer le volume  $V_0$  de solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_0$  à prélever afin d'obtenir un volume  $V_B = 200,0 \text{ mL}$  de solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$ .

2. Préciser la verrerie nécessaire pour mesurer  $V_0$  et  $V_B$ .

1
0,5

### Titration de la solution S<sub>A</sub>.

On prélève un volume  $V_A = 20,0$  mL de la solution aqueuse S<sub>A</sub> que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ) de concentration  $C_B = 1,00 \times 10^{-2}$  mol / L.

Les couples acide-base mis en jeu sont  $\text{AH}_2/\text{AH}^-$  pour l'acide ascorbique et  $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$ .

Le titrage acido-basique des 20,0 mL de solution S<sub>A</sub> par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 1,00 \times 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> est réalisé. La conductivité de la solution est relevée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé. La courbe de titrage est tracée figure ci-après.

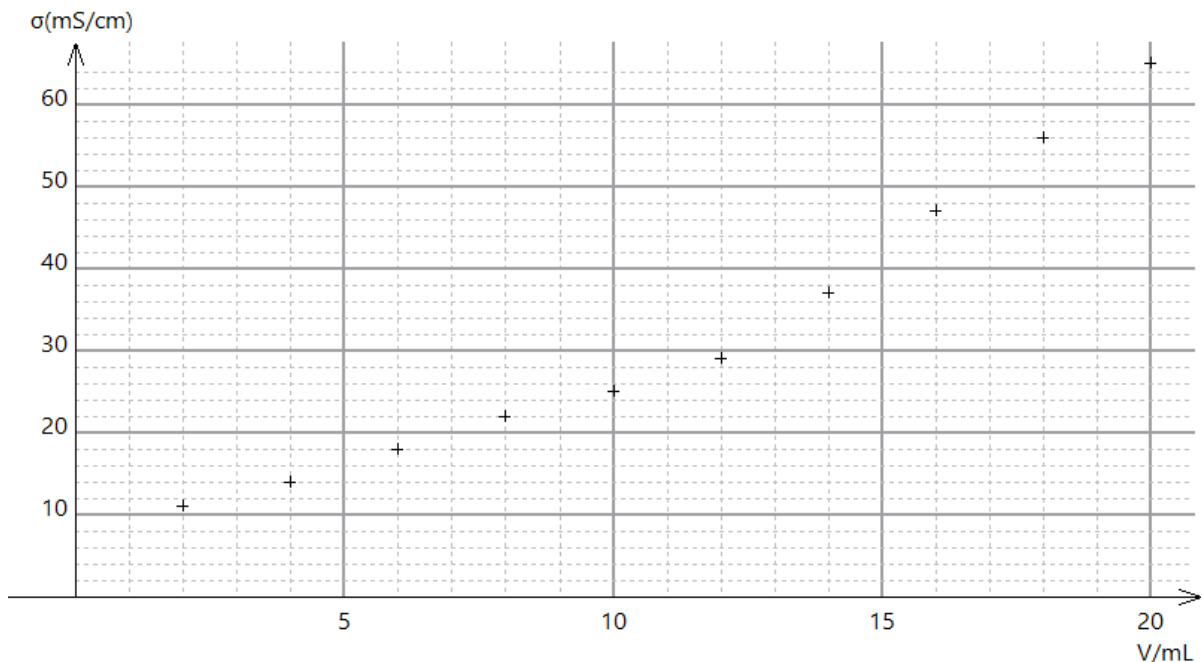


Figure 1 - Conductivité de la solution en fonction du volume de solution d'hydroxyde versé

3. Ecrire l'équation de la réaction support du titrage avec les notations simplifiées et justifier qu'il s'agit d'une transformation acide-base au sens de Bronsted.
4. Justifier le changement de pente observé sur le graphique, en s'appuyant sur les conductivités molaires ioniques.
5. Déterminer le volume à l'équivalence.
6. En déduire la valeur de la masse  $m$  de vitamine C dans le comprimé resté à l'air libre et vérifier que cette valeur est comprise entre 190 mg et 230 mg.
7. Justifier, à partir de l'information fournie par l'emballage au sujet de chaque comprimé, qu'une réaction de la vitamine C a bien eu lieu.

1,5

2

1

2

1

### Partie B - Etude cinétique de la dégradation de la vitamine C dans un jus d'orange.

La vitamine C est la plus fragile de toutes les vitamines : elle se dégrade rapidement à la chaleur, à l'eau, à l'air et à la lumière. Par exemple, à température ambiante, la moitié de la teneur en vitamine C d'un jus de fruit peut être perdue en 24 heures. En conséquence, les modes de stockage doivent être adaptés de manière à limiter les pertes : les industriels conservent les produits à basse température (inférieure à 5°C) en y adjoignant des agents actifs.

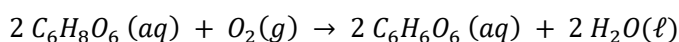
D'après l'AFSSA - Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

On dispose d'un jus d'orange filtré à la température  $T_1 = 25^\circ\text{C}$ . A partir de données expérimentales, on a modélisé le suivi cinétique de la dégradation de la vitamine C, ou acide ascorbique, dans ce jus d'orange et à cette température.

#### Données :

- L'acide ascorbique est aussi un réducteur et fait partie du couple  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6(\text{aq}) / \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$ .
- Le dioxygène est l'oxydant du couple  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$ .

8. Ecrire les demi-équations correspondant aux couples mis en jeu lors de la dégradation de la vitamine C par le dioxygène de l'air et montrer que l'équation de l'oxydation de la vitamine C s'écrit :



9. Définir la vitesse volumique de disparition de la vitamine C.

1,5

1

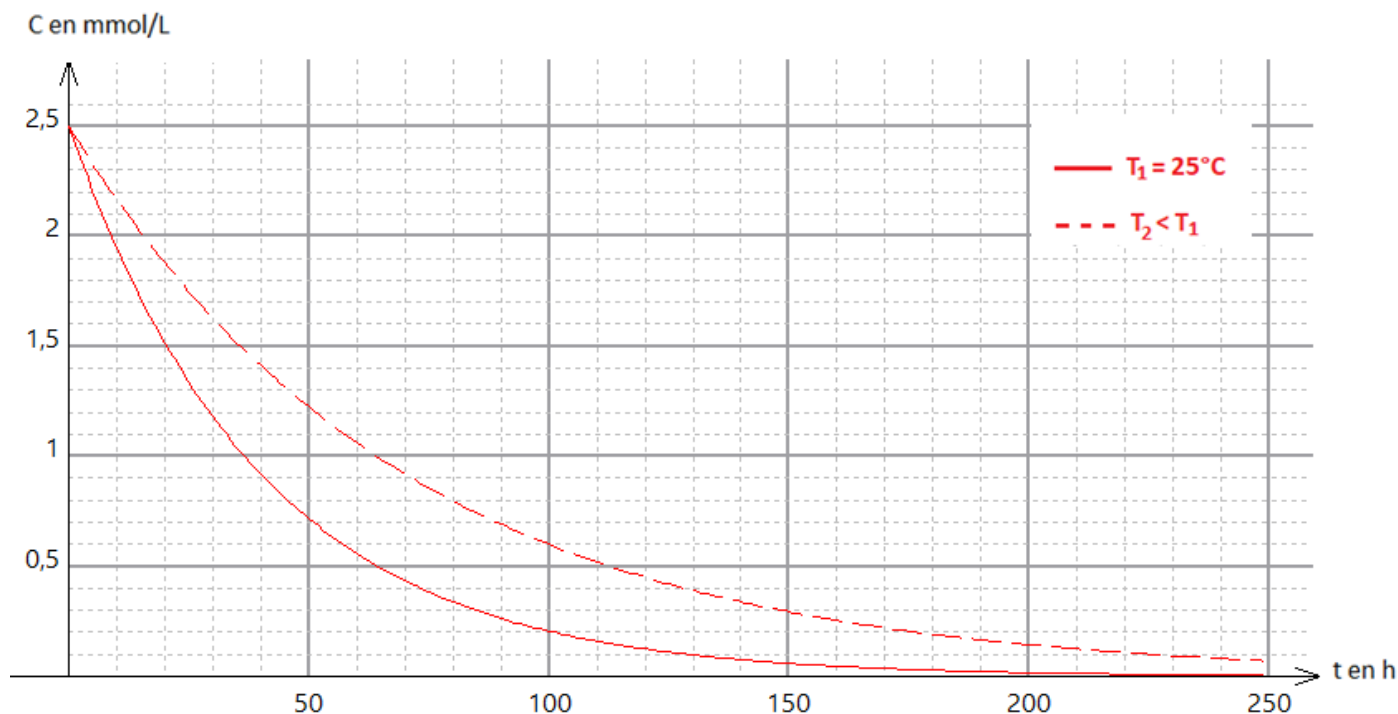


Figure 2 - Modélisation de l'évolution de la concentration en vitamine C au cours du temps dans le jus d'orange pour deux températures différentes

10. A partir du graphique de la figure, décrire qualitativement l'évolution de la vitesse de disparition de la vitamine C en fonction du temps, à une température donnée, et faire le lien avec un facteur cinétique à préciser.

2

11. Déterminer graphiquement la vitesse volumique de disparition de la vitamine C à la température  $T_1 = 25^\circ\text{C}$  à la date  $t_1 = 60$  h. L'exprimer en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ .

2

12. Déterminer graphiquement le temps  $t_{1/2}$  de demi-réaction à la température  $T_1 = 25^\circ\text{C}$  et vérifier que cette valeur est cohérente avec celle annoncée dans le texte introductif de la partie B.

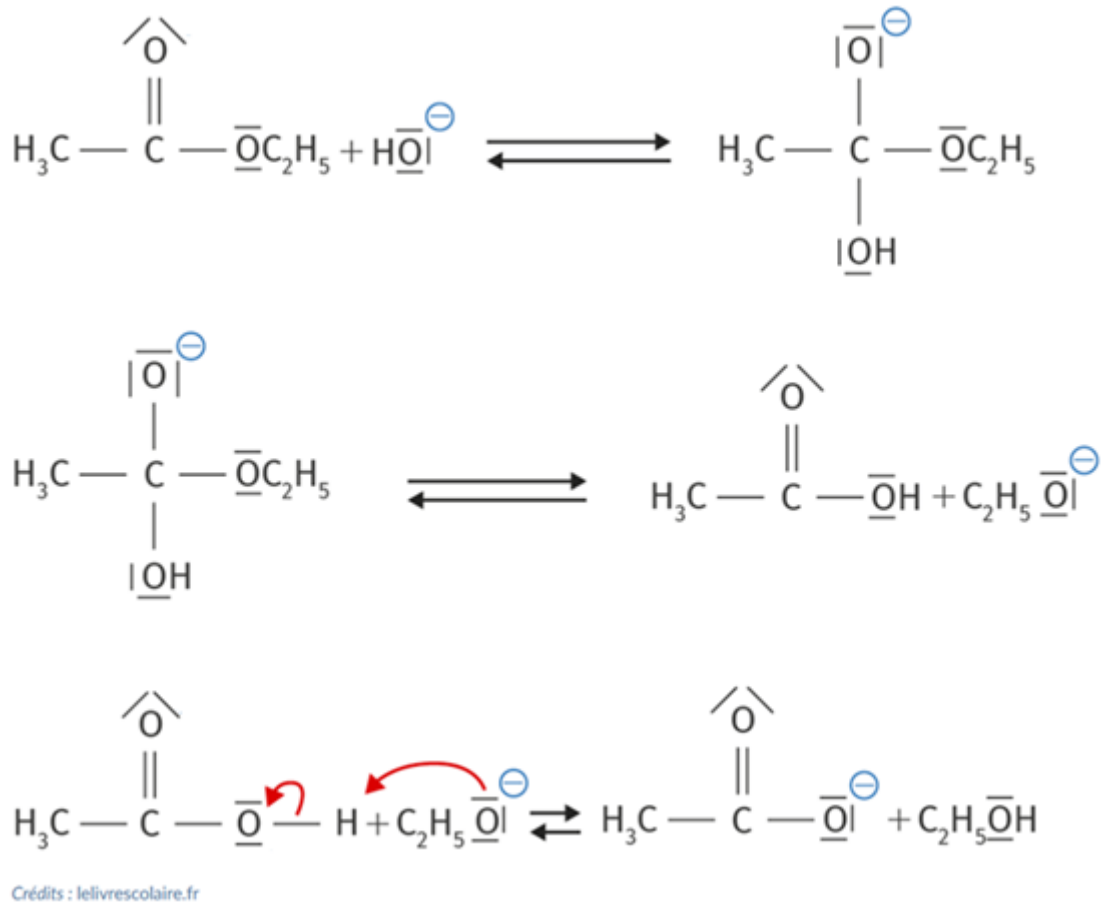
1,5

13. A partir de la figure, en comparant les deux courbes, donner un deuxième facteur cinétique, et indiquer pourquoi il est préférable de ne pas laisser le jus d'orange sur la table du petit déjeuner.

1

## EXERCICE 2 : La saponification

La transformation suivante est une saponification permettant de produire un anion à la base de certains savons. Il s'agit de l'un des mécanismes réactionnels les plus étudiés en cinétique chimique.



1. Identifier, en les entourant, les intermédiaires réactionnels.
2. Représenter les flèches courbes du mécanisme sur les 2 premiers actes élémentaires.

1

1