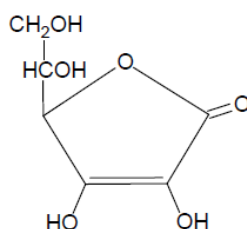


## TP – Dosage de la vitamine C d'un citron et du glucose contenu dans une boisson énergétique

### I. Dosage de la vitamine C dans un citron.

Le citron se caractérise par sa forte densité vitaminique. Il est l'un des fruits les plus riches en vitamine C. Tenant ce nom en ce qu'en son temps elle permit d'endiguer des épidémies de scorbut à bord de voiliers aux XVII<sup>ème</sup> et XVIII<sup>ème</sup> siècles, la vitamine C est aussi connue sous le nom d'acide L-ascorbique. Sa structure est présentée ci-après (Figure 1) :

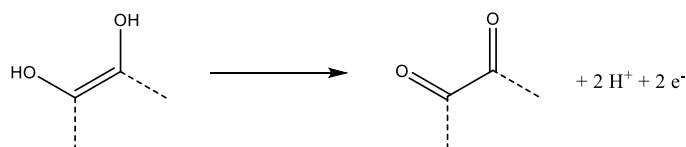


**Figure 1 :** Formule semi-développée de l'acide L-ascorbique (vitamine C)

La vitamine C étant un antioxydant majeur chez le sportif, le citron trouve une place justifiée dans l'alimentation du sportif, en récupération d'effort comme dans l'équilibre alimentaire au quotidien.

L'industrie agroalimentaire utilise l'acide L-ascorbique comme antioxydant sous la référence E300. C'est un réducteur qui réagit avec le dioxygène de l'air. Il empêche ainsi le dioxygène d'oxyder d'autres molécules organiques. C'est cette propriété d'antioxydant et donc de réducteur qui sera mise à profit pour son titrage par oxydoréduction. Si l'on veut qu'il nous soit profitable par son apport en vitamine C, il importe de se verser un verre de jus de fruit peu de temps avant de le boire. En effet, le fait de le laisser au contact de l'air une fois versé fera qu'une partie de l'acide L-ascorbique sera oxydé.

Lors de l'oxydation, les deux fonctions émol de cette molécule sont oxydées en cétones :



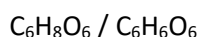
La vitamine C a pour formule brute  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ . Elle réagit avec le diiode selon l'équation suivante :

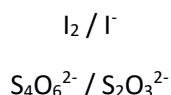


Cette réaction est totale mais lente, et ne peut donc pas servir pour un titrage. La solution est d'ajouter le diiode en excès de manière à augmenter la cinétique de la réaction (1). L'excès de diiode est ensuite dosé par les ions thiosulfate selon l'équation (2) ci-dessous :



Cette réaction est totale et rapide. Les couples rédox mis en jeu sont donc :





### Mode opératoire

- Presser complètement le citron dans un bécher de taille adaptée.
- Filtrer le jus à l'aide d'un entonnoir et d'un papier filtre pour en retenir la pulpe et les pépins. Mesurer le volume de jus obtenu avec une éprouvette graduée.
- Prélever précisément un volume  $V_1 = 5,0$  ml de jus de citron et le verser dans un Erlenmeyer. Ajouter exactement  $V_2 = 10,0$  ml de solution de diiode de concentration  $[I_2] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ . Placer l'Erlenmeyer sur l'agitateur magnétique et agiter pendant 15 minutes au moins.
- Pendant ce temps, préparer dans une fiole jaugée de 100 ml une solution de thiosulfate de sodium (par pesée du sel  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) de concentration  $[S_2O_3^{2-}] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ .
- Rincer et remplir la burette de la solution titrante de thiosulfate de sodium.
- Ajouter la solution titrante ml par ml jusqu'à l'obtention d'une coloration jaune clair puis ajouter quelques gouttes de thiodène dans l'Erlenmeyer. Le thiodène permet de mieux apprécier la présence de diiode par une coloration bleue. Ajouter alors la solution titrante goutte à goutte jusqu'à décoloration (le jus de citron étant jaune, la solution finale sera jaune très pâle à la limite de l'incolore). Noter le volume équivalent ( $V_E$ ).
- Effectuer un deuxième dosage concordant et proposer une valeur moyenne de  $V_E$  avec une incertitude.

**Question 1 :** *Calculer la masse molaire de l'acide L-ascorbique.*

**Question 2 :** *Écrire les demi-équations électroniques relatives aux réactions (1) et (2).*

**Question 3 :** *Calculer la masse de thiosulfate de sodium pentahydraté à peser pour préparer 100 mL de solution à  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ .*

**Question 4 :** *Calculer la quantité de matière :*

- $n_{I_2 \text{ ini}}$  de diiode introduit initialement dans le jus de citron
- $n_{I_2 \text{ ex}}$  de l'excès de diiode (dosé) à l'aide du volume équivalent obtenu

*En déduire :*

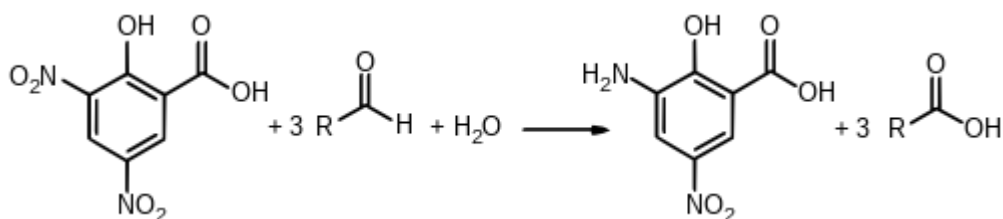
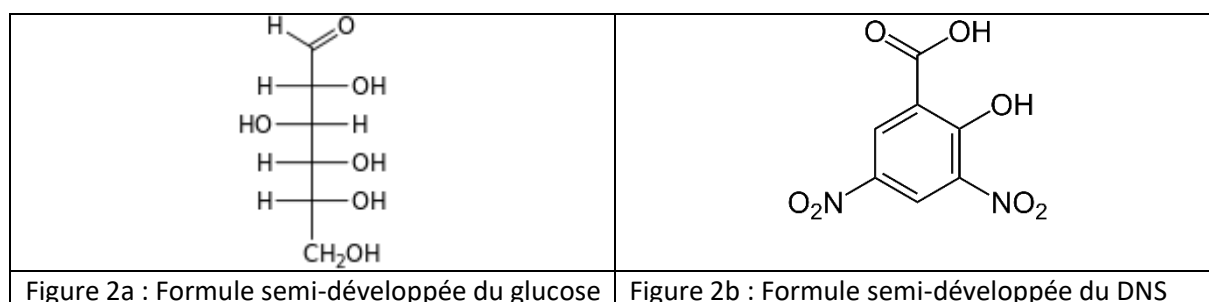
- La quantité de matière de diiode  $n_{I_2}$  qui a réagi avec l'acide ascorbique du jus de citron
- La quantité de matière  $n_C$  de vitamine C présente dans le citron.
- La masse  $m_C$  de vitamine C présente dans le citron

**Question 5 :** *L'apport quotidien recommandé en vitamine C est de 75 mg pour les femmes et de 90 mg pour les hommes. A combien de citrons frais cela correspond-t-il ?*

## II. Dosage du glucose contenu dans une boisson énergétique

Le glucose est le substrat énergétique majoritaire dans la dépense énergétique totale lors d'efforts à haute intensité. Dans le corps humain, il est principalement stocké sous forme de glycogène musculaire ainsi qu'en glucose plasmatique. Lors d'un effort soutenu et prolongé, le glucose est oxydé et libère de l'énergie. Les réserves en glycogène musculaire étant limitées, un apport exogène lors de l'effort devient indispensable. Aussi, dans le cas d'athlètes de haut niveau s'entraînant quotidiennement, la récupération énergétique est primordiale pour assurer la performance. Le but de l'expérience est de doser le glucose contenu dans une boisson énergétique Powerade.

Le glucose, de formule brute  $C_6H_{12}O_6$  est un sucre réducteur. Représenté sous sa forme linéaire, il présente une fonction aldéhyde (Figure 2a). Cette dernière peut être oxydée en acide carboxylique par réaction avec l'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNS, Figure 2b). Il s'agit d'une réaction d'oxydo-réduction entre le glucose et le DNS (Réaction 3).



**Réaction 3** : Equation bilan entre le glucose et le DNS

Une fois réduit par le glucose, le DNS prend une coloration orange et peut être quantifié par spectrophotométrie à 530 nm. La couleur sera plus ou moins intense en fonction de la concentration initiale en glucose (Loi de Beer Lambert).

### Mode opératoire

Effectuer une dilution au 100<sup>ème</sup> de la boisson énergétique en introduisant précisément 1 mL de Powerade dans une fiole jaugée de 100 mL.

### Préparation de la gamme étalon de glucose et de l'inconnu :

- Dans des tubes à essai, introduire la solution mère de glucose à 0,9 g.L<sup>-1</sup>, l'eau et la solution de DNS dans les proportions indiquées dans le tableau ci-dessous. Pour la préparation du tube contenant la boisson énergétique à doser (inconnu), introduire 1,2 mL de la solution de Powerade précédemment diluée au 100<sup>ème</sup>.

| Tube    | V <sub>glucose</sub> (mL) | V <sub>H<sub>2</sub>O</sub> (mL) | V <sub>DNS</sub> (mL) |
|---------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 0       | 0                         | 1,5                              | 1                     |
| 1       | 0,2                       | 1,3                              | 1                     |
| 2       | 0,4                       | 1,1                              | 1                     |
| 3       | 0,6                       | 0,9                              | 1                     |
| 4       | 0,9                       | 0,6                              | 1                     |
| 5       | 1,2                       | 0,3                              | 1                     |
| Inconnu | 1,2                       | 0,3                              | 1                     |

- Boucher les tubes et les mélanger au vortex
- Porter au bain marie à 100°C pendant 5 minutes exactement
- refroidir les tubes en les introduisant dans un bécher de 800 mL contenant de l'eau froide pendant 5 minutes puis ajouter précisément 7,5 mL d'eau avec une burette dans chaque tube (le volume total dans chaque tube est alors de 10 mL).
- homogénéiser au vortex et laisser reposer 15 minutes
- mesurer les absorbances à 530 nm contre le tube 0

**Question 6 :** *Calculer la concentration massique en glucose dans les tubes 0 à 5.*

**Question 7 :** *Tracer la courbe d'étalonnage Absorbance en fonction de la concentration massique de glucose sur papier millimétré.*

**Question 8 :** *Déterminer la concentration de glucose dans le tube « inconnu » à l'aide de son absorbance et de la droite d'étalonnage.*

**Question 9 :** *En déduire la concentration massique de glucose dans le Powerade non dilué. Comparer avec la valeur indiquée sur l'étiquette.*

#### Données physico-chimiques :

#### Masses molaires (g.mol<sup>-1</sup>)

C : 12

H : 1

O : 16

Na : 23

S : 32