

Titration de la vitamine C dans un comprimé de Vitascorbol®

1 Objectifs de la séance

L'objectif de cette séance est de déterminer les quantités d'acide L-ascorbique (noté A) et d'ascorbate de sodium (notée B), présentes dans un comprimé de Vitascorbol®, puis de les comparer aux valeurs référencées dans le Vidal. Le terme « vitamine C » désigne aussi bien l'acide ascorbique que les ions ascorbate.

Préparation de séance : Lire l'énoncé et rédiger les questions Q1 à Q3 et Q8 à Q13.

1.1 Composition d'un composé de vitascorbol® 500 mg (données issues du Vidal)

- Principes actifs :

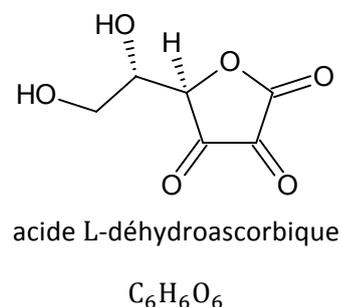
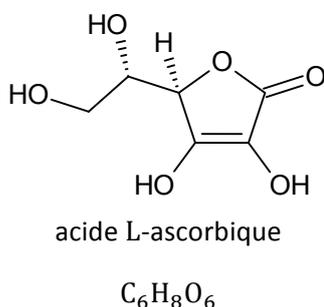
	Quantité par comprimé
Acide ascorbique (vitamine C)	200,0 mg
Ascorbate de sodium	337,5 mg

- Excipients : essence d'orange ;

• Autres excipients (spécifiques à certaines formes) : Acide citrique anhydre, Aspartam, Bicarbonate de sodium, Citral, Citron arôme, Citron essence, Glucose, Gomme arabique, Jaune orangé S, laque aluminique, Macrogol 6000, Magnésium stéarate, Maltodextrine, Orange arôme, Orange jus, Saccharine sodique, Saccharose, Silice colloïdale, Silice colloïdale anhydre, Sodium, Sodium benzoate, Sorbitol

1.2 La vitamine C

L'acide L-(+)-ascorbique et sa base conjuguée, l'ion ascorbate, sont les principes actifs des comprimés de vitamine C vendus dans le commerce. Ils peuvent être oxydés en acide L-(+)-déhydroascorbique.



Un peu de culture : L'acide L-ascorbique présente des propriétés indispensables au bon fonctionnement du corps humain, en particulier dans la **constitution des fibres collagènes** présentes dans de nombreux tissus de l'organisme, à commencer par la peau. L'homme ne pouvant le synthétiser, il est nécessaire de le trouver dans son alimentation.

Au niveau digestif et métabolique, la vitamine C permet une bonne **absorption du fer** dans le corps. D'ailleurs, des enfants manquant de fer et donc plus vulnérables aux infections, ne mangeraient peut-être pas assez de fruits et de légumes.

Enfin, la vitamine C possède une importante **activité anti-oxydante** (contre le « vieillissement » prématuré des cellules) et stimule nos défenses immunitaires. Elle est aussi utilisée dans l'industrie agroalimentaire en tant qu'antioxydant (répertoriée sous le code E300). C'est, en effet, un réducteur qui réagit avec le dioxygène de l'air. Il empêche ainsi le dioxygène d'oxyder d'autres molécules organiques, ce qui provoquerait un rancissement (mauvais goût) ou un changement de couleur (brunissement peu appétissant).

2 Données à 298 K

2.1 Informations sécurité

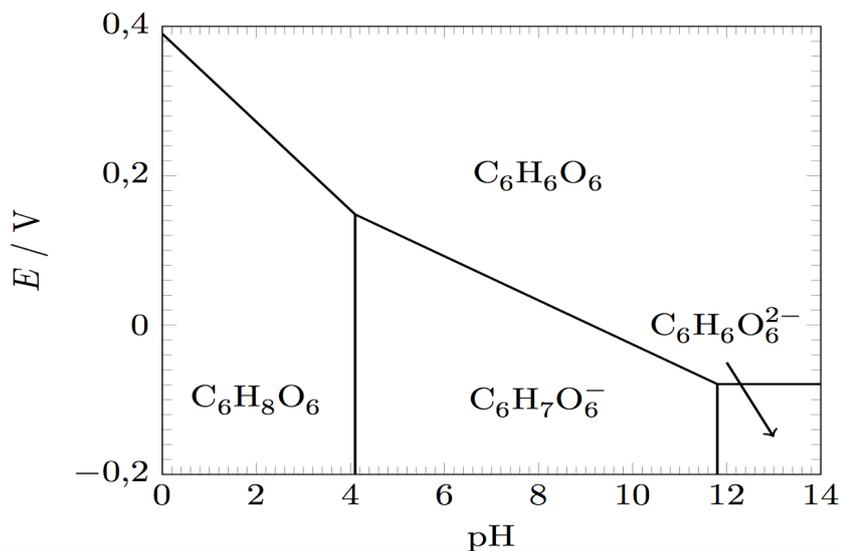
- *Acide chlorhydrique* : provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires. Peut irriter les voies respiratoires.
- *Diode* : nocif en cas d'ingestion ; provoque une irritation cutanée ; provoque une sévère irritation des yeux ; peut irriter les voies respiratoires
- *Hydroxyde de sodium* : provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires.

2.2 Données physico-chimiques

- Acide ascorbique : pK_A 4,1 et 11,8 ; $M(C_6H_8O_6)=176,12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Ascorbate de sodium : $M(C_6H_7O_6Na) = 198,12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Potentiels standard à 298 K et à $pH=0$:

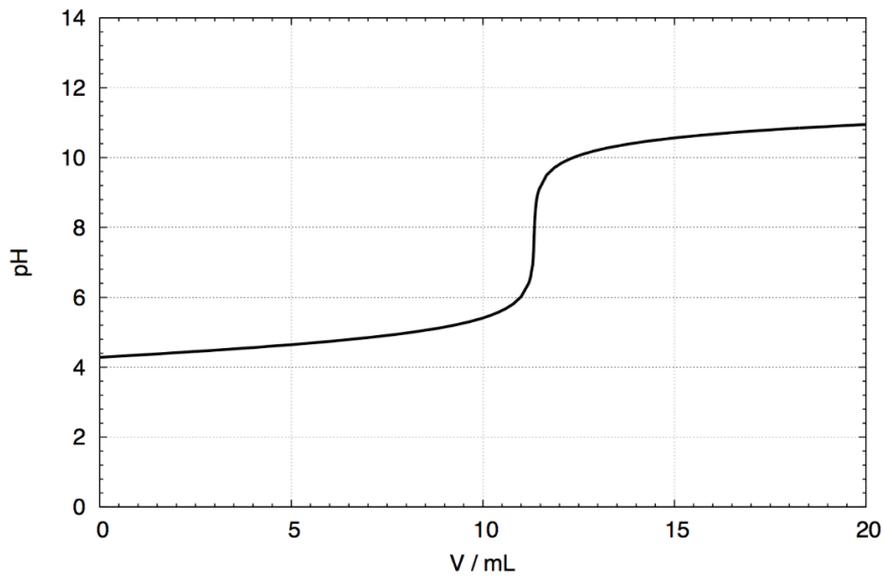
Couples	E° (V)
$I_3^-(aq)/I^-(aq)$	0,54
$S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$	0,08
$C_6H_6O_6(aq)/C_6H_8O_6(aq)$	0,39

- Diagramme E-pH de la vitamine C (concentration de tracé $c_t = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) :

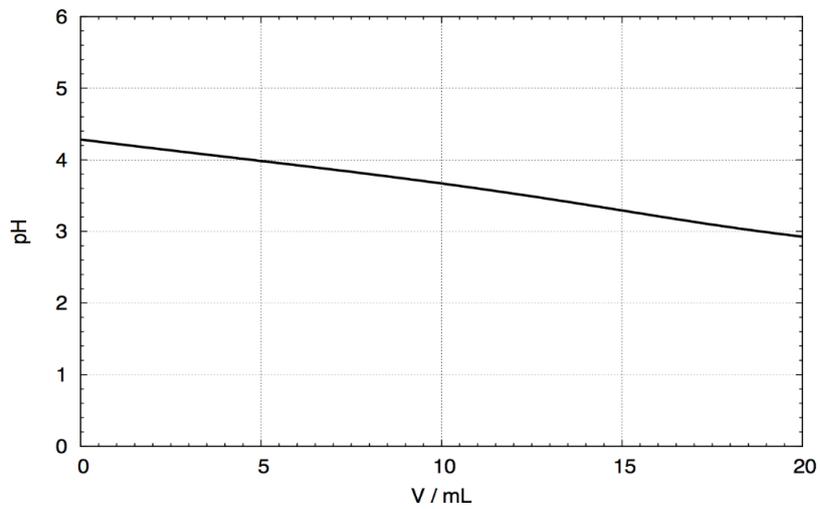


- Courbes simulées du titrage de 20,00 mL d'un mélange acide ascorbique / ascorbate de sodium par un acide fort ou une base forte à la concentration $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

i. Titrage par la soude :



ii. Titrage par l'acide chlorhydrique :



- Conductivités molaires à dilution infinie de différents ions à 298 K

	H_3O^+	HO^-	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$	Na^+
$\lambda^\circ / \text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$	35,0	20,0	2,8	>2,8	5,0

3 Contrôle qualité : détermination des masses des composés organiques présents dans un comprimé de Vitascorbol®

3.1 Exploitation des propriétés rédox, titrage indirect

Protocole 1

Le comprimé, préalablement pilé, est placé dans environ 80 mL d'eau permutée. Transvaser dans une fiole jaugée de 100 mL en filtrant sur coton les éventuelles impuretés solides. Compléter à 100 mL en rinçant d'abord avec un peu d'eau le récipient ayant contenu le comprimé et le coton.

Dans un erlenmeyer de 250 mL, on titre une prise d'essai de volume $V_0 = 10,0$ mL de la solution de vitamine C obtenue à laquelle on rajoute une quantité connue de diiode en excès ($V_1 = 20,0$ mL de solution d'ions triiodure de concentration $c_1 = 5,00 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹) par une solution de thiosulfate de sodium de concentration $c_2 = 1,00 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹. Le thiodène est utilisé comme indicateur de fin de réaction. L'indicateur n'est introduit que peu avant l'équivalence lorsque la solution devient jaune clair.

Q1. Placer sur le diagramme E-pH de l'acide ascorbique la droite d'équilibre relative au couple $I_{3(aq)}^-/I_{(aq)}^-$ (utiliser la convention moléculaire).

Q2. Rappeler le principe d'un dosage indirect en retour.

Q3. Analyser le protocole. Écrire notamment les équations de réactions qui modélisent les transformations impliquées dans le titrage.

Q4. Déterminer la quantité n_{VitC} d'acide ascorbique et d'ions ascorbate présente dans le comprimé étudié. En déduire la masse de vitamine C, m_{VitC} dans le comprimé.

Q5. Compléter le Notebook, évaluer l'incertitude-type sur m_{VitC} par composition des incertitudes.

Q6. Compléter le Notebook, évaluer l'incertitude-type sur m_{VitC} à l'aide de simulations MONTE-CARLO.

Q7. Comparer m_{VitC} à la valeur annoncée « Vitascorbol® 500 mg » par un calcul d'écart normalisé.

3.2 Exploitation des propriétés acido-basique

Protocole 2

Après avoir pilé grossièrement un comprimé dans un mortier, le dissoutre dans un bécher contenant environ 96 mL d'eau et 4 mL mesurés précisément d'acide chlorhydrique 1,00 mol.L⁻¹. Filtrer éventuellement les impuretés solides (excipients). Titrer la totalité avec de la soude de concentration $c_B = 2,50 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹ en effectuant un suivi pH-métrique et conductimétrique simultanément.

Q8. Quelle grandeur physique mesure-t-on avec un pH-mètre ? avec un conductimètre ?

Q9. Est-il nécessaire d'étalonner le pH-mètre ? le conductimètre ? Discuter.

Q10. Dans un titrage pH-métrique ou conductimétrique, l'ajout d'eau dans le bécher pour faciliter l'immersion des électrodes et de la cellule a-t-elle un impact sur les courbes de titrage ? Si oui détailler les modifications observées.

Q11. Identifier les deux atomes d'hydrogène acides de l'acide ascorbique. Donner, en les justifiant, les représentations topologiques des ions $C_6H_7O_6^-$ (aq) et $C_6H_6O_6^{2-}$ (aq)

Q12. Commenter les deux courbes de titrage présentées p3. Identifier quelle réaction support utiliser pour réaliser le titrage acido-basique de la vitamine C.

Q13. Analyser le protocole 2. Écrire les équations des réactions impliquées. Calculer les valeurs des constantes thermodynamiques correspondantes.

Q14. Interpréter les courbes expérimentales obtenues. Déterminer les quantités d'acide ascorbique n_A et d'ascorbate de sodium n_B présentes dans le comprimé.

Q15. Calculer la masse m_A d'acide ascorbique et la masse m_B d'ascorbate de sodium dans le comprimé.

Q16. Compléter le Notebook, évaluer l'incertitude-type sur m_A et m_B par composition des incertitudes.

Q17. Compléter le Notebook, évaluer l'incertitude-type sur m_A et m_B à l'aide de simulations MONTE-CARLO.

Q18. Comparer m_A et m_B aux valeurs annoncées par le Vidal à l'aide de leur écart normalisé.