

# Dosage iodométrique de la vitamine C

## Objectifs

- ▷ Mettre en œuvre un titrage indirect ;
- ▷ Justifier le protocole d'un titrage en s'appuyant sur des données fournies ;
- ▷ Utiliser de la verrerie jaugée ;
- ▷ Utiliser un indicateur coloré de fin de titrage.

## Matériel sur votre paillasse :

- ▷ Pipette jaugée de 10,0 mL ;
- ▷ Fiole jaugée de 100 mL ;
- ▷ Burette graduée ;
- ▷ Cinq béchers de 100 mL et un de 500 mL ;
- ▷ Mortier et pilon ;
- ▷ Une spatule ;
- ▷ Entonnoir et support ;
- ▷ Agitateur magnétique.

## Matériel sur le bureau :

- ▷ Un tube de comprimés de vitamine C UPSA ;
- ▷ Diode à  $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dans l'iodure de potassium ;
- ▷ Thiosulfate de sodium à  $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
- ▷ Thiodène ;
- ▷ Papier filtre ;
- ▷ Baguettes de verre.

**Le port de la blouse et des lunettes de protection est obligatoire tant que vous êtes dans la salle.**

## Travail à réaliser

Vérifier que la masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé de vitamine C UPSA est bien de 500 mg, comme indiqué sur l'emballage.

Chaque binôme rédige un compte-rendu pour deux étudiants, en s'appuyant sur les documents. Vous commencerez par expliquer brièvement la nécessité d'un dosage en deux temps. Vous expliquerez avec soin les deux derniers points du protocole par l'écriture des équations de réaction dont vous justifierez les caractéristiques thermodynamiques (réaction favorisée ou non) et cinétiques. Les aspects « techniques » numérotés ① à ④ doivent également être justifiés. Vous présenterez enfin vos calculs permettant d'accéder à la masse cherchée. Une discussion de l'incertitude est attendue. Vous n'oublierez pas de structurer clairement le compte-rendu.

## Document 1 : Protocole expérimental

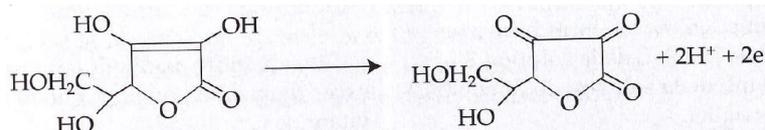
- ▷ Broyer un comprimé de vitamine C dans un mortier. Introduire la poudre dans un bécher de 100 mL et la dissoudre dans 20 à 30 mL ① d'eau distillée.
- ▷ Filtrer la solution obtenue en récupérant le filtrat dans une fiole jaugée de 100 mL. L'écoulement est lent, on peut donc agiter avec une baguette en verre en veillant à ne pas percer le filtre.
- ▷ Rincer ② le bécher, le mortier et le pilon au dessus du filtre ③. Compléter avec de l'eau distillée. La solution obtenue est appelée ( $S_1$ ).
- ▷ Réaliser une dilution au dixième de la solution ( $S_1$ ), ce qui forme la solution ( $S_2$ ).
- ▷ Dans un bécher, introduire à la pipette jaugée 20,0 mL de la solution ( $S_2$ ) et 10,0 mL de la solution de diode. La solution obtenue est appelée ( $S_3$ ). Placer sous agitation et attendre quelques minutes ④.
- ▷ Doser la solution ( $S_3$ ) par le thiosulfate de sodium.

## Document 2 : Acide ascorbique

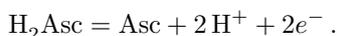
La molécule de vitamine C est appelée acide ascorbique. Sa formule brute est  $C_6H_8O_6$  et sa formule semi-développée est représentée ci-dessous. Pour faire plus simple, nous le noterons tout simplement  $H_2Asc$ . C'est une molécule très soluble dans l'eau : on peut en dissoudre plus de 300 g par litre d'eau.

Sur le plan chimique, il s'agit d'un diacide faible, de  $pK_a$  respectifs 4,17 et 11,57. Un comprimé de vitamine C est en fait un mélange d'acide ascorbique et d'ascorbate de sodium dans des quantités telles que la dissolution d'un comprimé donne un pH de 4,4, ce qui correspond environ au pH de l'estomac en début de digestion. On admet que ces propriétés ne jouent aucun rôle dans le dosage envisagé.

En effet, l'acide ascorbique possède également des propriétés d'oxydoréduction, plus intéressantes ici, pour lesquelles toutes les formes acido-basiques se comportent de la même façon. L'acide ascorbique est le réducteur du couple  $Asc/H_2Asc$  associé à la demi-équation redox



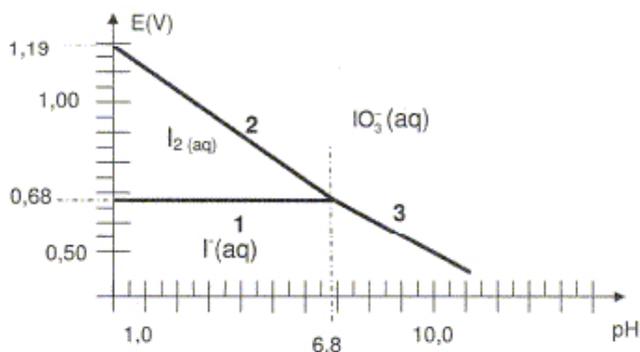
que l'on note sous forme symbolique



Le potentiel standard du couple vaut 0,13 V. En raison de la structure complexe de la molécule, les réactions d'oxydo-réductions dans lesquelles elle intervient sont généralement lentes : en laboratoire, elles se font en quelques minutes avec agitation.

## Document 3 : L'iode en solution aqueuse

Le diagramme potentiel-pH simplifié de l'iode est représenté ci-dessous. Il est obtenu pour une concentration de tracé  $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  avec égalité des concentrations en espèces dissoutes aux frontières.



Le potentiel standard du couple  $I_2/I^-$  vaut 0,62 V. C'est une valeur intermédiaire dans l'échelle des potentiels, ce qui permet au couple de réagir aussi bien dans le sens de l'oxydation que de la réduction.

Les solutions de diiode se caractérisent par leur couleur brune foncée. Lorsque la concentration en diiode est très faible, la teinte de la solution tend vers le jaune pâle. Pour mettre en évidence la présence du diiode, on peut alors utiliser de l'empois d'amidon ou du thiodène, qui est un mélange d'empois d'amidon et d'urée. Il se forme alors un complexe amidon-iode à la couleur bleue foncée caractéristique, beaucoup plus intense que la couleur du diiode dont le complexe dérive, et suffisante pour colorer nettement une solution qui semblait pratiquement incolore auparavant. Dans le cadre d'un dosage, l'empois d'amidon n'est à ajouter **qu'au voisinage de l'équivalence**, lorsque la solution est très pâle. Si une trop grande quantité de diiode réagit avec l'empois d'amidon, la cinétique de la réaction de complexation ralentit, ce qui peut fausser le repérage du changement de teinte.

**Document 4 : Thiosulfate de sodium**

Le thiosulfate (autrefois dit hyposulfite) est un ion qui a pour formule  $S_2O_3^{2-}$ . Pour le faire intervenir, le composé habituel est le thiosulfate de sodium,  $2Na^+ + S_2O_3^{2-}$ . C'est un composé très soluble dans l'eau.

En solution aqueuse, l'ion  $Na^+$  est inerte tant du point de vue acido-basique que du point de vue redox. Au contraire, l'ion thiosulfate intervient dans plusieurs couples d'oxydoréduction grâce aux deux atomes de soufre, ce qui lui confère des propriétés très riches.

Un seul couple suffit à décrire le comportement du thiosulfate en présence de réducteurs doux comme peut l'être le diiode et dans une solution basique ou modérément acide. Le thiosulfate est le réducteur du couple  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ , de potentiel standard égal à 0,08 V. En solution trop acide, d'autres réactions sont à prendre en compte et ce couple ne suffit plus à les prévoir.

**Grille d'évaluation :**

Savoir-faire	Compétence	Éval.
<b>Comprendre et s'approprier une problématique scientifique : 6 points</b> Énoncer une problématique d'approche expérimentale et définir les objectifs correspondants. Justifier un protocole ou un dispositif expérimental.	S'approprier, analyser  Analyser	
<b>Obtenir des résultats de mesure : 4 points</b> Mettre en œuvre un protocole avec précision et rigueur. Utiliser le matériel de manière adaptée (pipette, fiole, burette).	Réaliser Réaliser	
<b>Analyser des résultats de mesure : 4 points</b> Analyser les résultats de manière critique, maîtriser les unités et les ordres de grandeur. Identifier les sources d'erreur et estimer quantitativement les incertitudes. Confronter de manière argumentée un résultat expérimental à une valeur attendue.	Valider  Analyser, réaliser Valider	
<b>Présenter des contenus scientifiques dans un discours adapté : 4 points</b> Présenter les différentes étapes du travail : problématique, dispositif et protocole de mesure, exploitation des résultats, conclusion. S'appuyer sur des supports graphiques pertinents (schémas et courbes).	Communiquer  Communiquer	
<b>Faire preuve d'écoute et de réactivité : 2 points</b> Travailler en équipe, confronter son point de vue en faisant preuve d'écoute.  S'impliquer, prendre des décisions, anticiper.	Être autonome et faire preuve d'initiative Être autonome et faire preuve d'initiative	