

## Applications : les dosages par titrage (dosages colorimétriques)

### EX1/ Etude de la fraîcheur d'un lait

Le lactose est le sucre fermentable du lait ; lorsqu'on laisse du lait à température ambiante, le lactose se transforme en acide lactique. On mesure le degré de fraîcheur d'un lait en dosant l'acide lactique qu'il contient. L'acide lactique est un acide de formule  $C_3H_6O_3$

On dose  $V_a = 10,0 \text{ mL}$  de lait de concentration  $C_a$  en acide lactique par une solution d'hydroxyde de sodium ( $Na^+$ ,  $HO^-$ ) de concentration  $C_b = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  en présence d'un indicateur coloré, la phénolphtaléine. Le changement de couleur de l'indicateur coloré (indiquant le passage à l'équivalence) a lieu pour un volume versé de soude  $V_b = 9,0 \text{ mL}$

**1)** Au cours du dosage, il y a une réaction entre les ions  $HO^-$  de la soude et l'acide lactique  $C_3H_6O_3$  selon la réaction :  $HO^- + C_3H_6O_3 \rightarrow H_2O + C_3H_5O_3^-$

Etablir la relation existant entre les quantités d'ions  $HO^-$  et  $C_3H_6O_3$  introduits au moment de l'équivalence ; en déduire la concentration  $C_a$  de l'acide lactique dans le lait.

**2)** IL existe une échelle de référence appelée « échelle Dornic » :

1 degré Dornic (notée °D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait

- un lait frais a un titre inférieur à 18 °D

- si ce titre est supérieur à 40° D, le lait caille par simple chauffage

**2.1.** Calculer la masse d'acide lactique dans 1,0 L de lait ;  $M_{\text{acide lactique}} = 90 \text{ g.mol}^{-1}$

**2.2.** Déterminer le degré Dornic du lait ; que dire de sa fraîcheur ?

### EX2/ Teneur en dioxyde de soufre dans un vin blanc

La teneur maximale en dioxyde de soufre d'un vin est imposée par une réglementation européenne.

Réglementation européenne :

« La concentration massique en dioxyde de soufre ne doit pas dépasser 210  $mg.L^{-1}$  dans un vin blanc »

Un laboratoire départemental d'analyse doit déterminer la concentration de dioxyde de soufre  $SO_{2(aq)}$  dans un vin blanc. Un technicien dose ce dernier à l'aide d'une solution aqueuse de diiode aqueux  $I_{2(aq)}$ . Pour cela, il introduit dans un erlenmeyer, un volume  $V_1 = (20,00 \pm 0,05) \text{ mL}$  de vin blanc limpide très peu coloré en vert pâle, et 1 mL d'empois d'amidon également incolore.

La solution titrante, de concentration en diiode  $C_2 = (1,00 \pm 0,01) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  est ensuite ajoutée jusqu'à l'équivalence repérée par le changement de couleur du milieu réactionnel.

L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume  $V_{2(eq)} = (6,28 \pm 0,05) \text{ mL}$  de solution de diiode.

L'équation support du dosage est :  $I_2 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2I^- + SO_4^{2-} + 4H^+$

- En présence d'empois d'amidon, le diiode donne à une solution aqueuse une teinte violet foncé.
- Les ions iodure  $I^-$ , les ions sulfate  $SO_4^{2-}$  et le dioxyde de soufre en solution sont incolores.

- 1) Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.
- 2) Déterminer la concentration molaire  $C_1$  en dioxyde de soufre de ce vin et en déduire sa concentration massique  $C_m$  en dioxyde de soufre ;  $M(\text{SO}_2) = 64,1 \text{ g.mol}^{-1}$
- 3) Exprimer les valeurs de  $C_1$  et de  $C_m$  avec leurs incertitudes sachant :

$$\left(\frac{UC_1}{C_1}\right)^2 = \left(\frac{UV_2(\text{eq})}{V_2(\text{eq})}\right)^2 + \left(\frac{UC_2}{C_2}\right)^2 + \left(\frac{UV_1}{V_1}\right)^2 \text{ et } UC_m = M \times UC_1$$

Le vin est-il conforme à la réglementation européenne ? Justifier.

### EX3/ Produit anti-chlorose

La chlorose des végétaux est une décoloration plus ou moins prononcée des feuilles, due à un manque de chlorophylle. Le manque de chlorophylle peut provenir d'une insuffisance en magnésium, en fer, en azote, en manganèse ou en zinc, éléments chimiques indispensables à la synthèse de la chlorophylle.

Dans le commerce, on trouve des solutions dites « anti-chlorose » riches en ions fer (II) qu'il convient de pulvériser directement sur les plantes et les sols.

**On désire déterminer la teneur en fer d'un produit « anti-chlorose »**

#### Protocole du dosage

- Diluer 30 fois une solution « anti-chlorose » S contenant les ions  $\text{Fe}^{2+}$  de concentration molaire volumique  $C_1$  à déterminer. La solution ainsi obtenue est appelée S' ;
- Introduire dans un erlenmeyer un volume  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  de solution S' et de l'acide sulfurique ;
- Réaliser le titrage à l'aide d'une solution titrante de permanganate de potassium de concentration  $C_2 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  en ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$ .

Equation de la réaction du titrage:  $\text{MnO}_4^- + 5 \text{ Fe}^{2+} + 8 \text{ H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5 \text{ Fe}^{3+} + 4 \text{ H}_2\text{O}$

On admet que toutes les espèces chimiques mises en jeu au cours de ce titrage sont incolores ou peu colorées, à l'exception des ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  qui donnent au liquide une couleur violette.

- 1) Lors du titrage réalisé, l'équivalence est obtenue pour un volume versé  $V_2(\text{eq}) = 9,5 \text{ mL}$  de la solution de permanganate de potassium. Comment cette équivalence est-elle repérée ?
- 2) Déterminer la concentration des ions  $\text{Fe}^{2+}$  dans la solution anti-chlorose S' puis dans la solution S
- 3) Déterminer la concentration massique des ions fer dans la solution S ;  $M(\text{Fe}^{2+}) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$

### EX4/ Degré alcoolique du cidre

Pour vérifier le degré alcoolique porté par une bouteille de cidre, on dose l'éthanol (alcool de formule  $C_2H_6O$ ) qu'il contient. On utilise une solution oxydante de dichromate de potassium ( $2 K^+$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$ ) légèrement acidifiée de concentration  $C_o = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

On dose  $V_r = 10,0 \text{ mL}$  de cidre de concentration  $C_r$  en éthanol. Il faut verser  $V_o(\text{eq}) = 9,6 \text{ mL}$  de la solution oxydante de dichromate de potassium afin d'obtenir l'équivalence du dosage.

La réaction du dosage est :  $2 Cr_2O_7^{2-} + 3 C_2H_6O + 16 H^+ \rightarrow 4 Cr^{3+} + 11 H_2O + 3 C_2H_4O_2$

**1)** Déterminer la concentration molaire  $C_r$  de l'éthanol dans le cidre

**2)** Calculer la masse d'éthanol présente dans **100 mL** de cidre.  $M_{\text{éthanol}} = 46 \text{ g.mol}^{-1}$

**3)** Le degré alcoolique d'un cidre est le volume d'éthanol dans 100 mL de cidre :

- un cidre est "doux" lorsque son degré est inférieur à 3
- un cidre est "brut" lorsque son degré est compris entre 3 et 4,5

Quelle doit être l'indication portée sur l'étiquette? Justifier.  $\rho_{\text{éthanol}} = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$