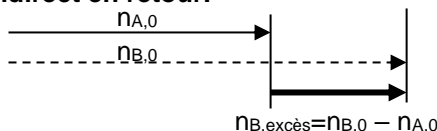


Soit A le réactif dont on veut déterminer la concentration : A est consommé par B selon la **réaction de titrage quantitative** : $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C + \nu_D D$.

- Si la réaction est **rapide** et si on peut facilement détecter le point d'équivalence, on réalise un **titrage direct**. A est le réactif titré, B le réactif titrant. A l'équivalence, on a introduit les réactifs en proportions stoechiométriques : $\frac{n_{o,A}}{\nu_A} = \frac{n_{eq,B}}{\nu_B}$.
- Sinon, on réalise un **titrage indirect** qui nécessite au moins 2 réactions. Il existe 2 types de titrage indirect, dans les 2 cas un excès de B est introduit :
 - o on titre **C** par une 2^{de} réaction, alors quelque soit l'excès de B, la quantité de C ne dépend que de celle de A. La quantité B en excès peut être **inconnue**. On parle de **titrage indirect**.
 - o on titre l'excès de B par une 2^{de} réaction, la quantité de réactif en excès doit être **connue avec précision**. On parle de **titrage indirect en retour**.

Rmq : pour des coefficients $\nu_A = \nu_B$



Ex 1 : On souhaite vérifier, par un titrage indirect, la composition en ions carbonate CO_3^{2-} d'un médicament (le Rennie®) qui soulage les douleurs dues aux brûlures d'estomac, aux remontées acides ou aux aigreurs d'estomac.

Composition du cachet : Carbonate de calcium 680 mg, carbonate de magnésium 80 mg.

Données : $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{MgCO}_3) = 84.3 \text{ g.mol}^{-1}$

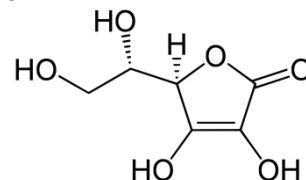
$\text{pKs}_1(\text{CaCO}_3) = 8.3$; $\text{pKs}_2(\text{MgCO}_3) = 5.2$; $\text{pKa}(\text{CO}_2\text{aq}/\text{HCO}_3^-) = 6.3$; $\text{pKa}(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 10.3$

Protocole : A l'aide d'une pipette jaugée, placer un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de solution aqueuse d'HCl à $C_1 = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$ dans un erlenmeyer. Puis introduire un comprimé Rennie® dans la solution précédente. Mettre sous agitation forte. Une effervescence a lieu. A la fin de la transformation, retirer le barreau aimanté puis le rincer en récupérant l'eau de rinçage.

Transvaser dans une fiole jaugée de $100,0 \text{ mL}$, ajouter l'eau de rinçage et compléter avec de l'eau distillée ou déminéralisée. On appelle S la solution obtenue.

On réalise le dosage colorimétrique d'un volume $V_a = 20,0 \text{ mL}$ de la solution S par une solution de soude à $C_b = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. On trouve un volume à l'équivalence $V_E = 9,23 \text{ mL}$.

1. Ecrire les deux équations de réaction modélisant la transformation observée lors de la mise en solution du comprimé dans l'acide chlorhydrique en excès. Comment repérer la fin de la transformation ?
2. Donner l'équation support de titrage. Quel indicateur coloré proposeriez-vous ?
3. Qualifier ce dosage : direct, indirect, indirect en retour ?
4. Déterminer la quantité de carbonate du comprimé. Conclure



Ex 2 Dosage de la vitamine C d'un jus d'orange

La vitamine C s'appelle aussi l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$.

Protocole du titrage :

A $10,00 \text{ mL}$ de jus d'orange, on ajoute $10,0 \text{ mL}$ d'une solution de diiode à $0,005 \text{ mol/L}$ et 10 mL d'acide phosphorique à 1 mol/L . L'excès de diiode est dosé par $6,4 \text{ mL}$ de solution de thiosulfate de sodium à $0,01 \text{ mol/L}$. En déduire la concentration de jus d'orange en vitamine C et la masse de vitamine C contenue dans 1 orange fournissant 55 mL de jus.

Données :

- o Equation lente de réaction de l'acide ascorbique avec I_2
- couples redox mis en jeu : $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$ Couple redox : $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6(\text{aq})/\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$
- o Equation totale et rapide de titrage de I_2 par le thiosulfate :
- Couples redox mis en jeu : $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$ $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$

Ex 3. Titrage d'ions cuivre dans un produit pour jardin

L'étiquette d'un produit pour jardin contenant du sulfate de cuivre indique : 25% d'élément cuivre.

On dissout $1,3 \text{ g}$ de ce produit commercial dans une fiole jaugée de $50,0 \text{ mL}$ et on dose, en présence d'un excès d'iodure de potassium, $10,0 \text{ mL}$ de cette solution par une solution de thiosulfate de sodium à $0,10 \text{ mol/L}$. Le volume versé à l'équivalence est de $9,9 \text{ mL}$. En déduire la concentration de la solution préparée, la masse d'ions Cu^{2+} dans $1,3 \text{ g}$ et donc le pourcentage massique d'élément cuivre dans ce produit. Conclure

- o Equation totale et lente de réaction des ions Cu(II) avec les ions iodures :

Couples redox mis en jeu : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$ $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$

- o Equation totale et rapide de titrage de I_2 par le thiosulfate :

Couples redox mis en jeu : $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$ $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$

Données de ex 2 et 3 : $M(\text{Cu}) = 63.5 \text{ g/mol}$

couple	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6(\text{aq})/\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$	$\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$
$E^\circ (\text{V})$	0.13	0.62	0.08	0.88