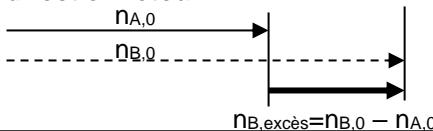


Soit A le réactif dont on veut déterminer la concentration : A est consommé par B selon la **réaction de titrage quantitative** : $v_A A + v_B B = v_C C + v_D D$.

- 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 : $\frac{n_{0,A}}{v_A} = \frac{n_{éq,B}}{v_B}$.
- 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^{nde} 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^{nde} réaction, la quantité de réactif en excès doit être **connue avec précision**. On parle de **titrage indirect en retour**.

Rmq : pour des coefficients $v_A = v_B$



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

$pK_{s1}(\text{CaCO}_3) = 8.3$; $pK_{s2}(\text{MgCO}_3) = 5.2$; $pK_a(\text{CO}_2\text{aq}/\text{HCO}_3^-) = 6.3$; $pK_a(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 10.3$

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

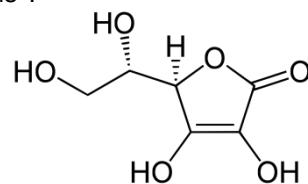
La vitamine C s'appelle aussi l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6\text{ (aq)}$.

Protocole du titrage :

A 10.00 mL de jus d'orange, on ajoute 10.0 mL d'une solution de diiode à 0.005 mol/L et 10 mL d'acide phosphorique à 1 mol/L . L'excès de diiode est dosé par 6.4 mL de solution de thiosulfate de sodium à 0.01 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
couple redox mis en jeu : $\text{I}_2\text{(aq)}/\text{I}^-\text{(aq)}$ Couple redox : $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6\text{(aq)}/\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6\text{(aq)}$
- o Equation totale et rapide de titrage de I_2 par le thiosulfate :
Couples redox mis en jeu : $\text{I}_2\text{(aq)}/\text{I}^-\text{(aq)}$ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}\text{(aq)}/\text{S}_4\text{O}_6^{2-}\text{(aq)}$



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 g de ce produit commercial dans une fiole jaugée de 50.0 mL et on dose, en présence d'un excès d'iodure de potassium, 10.0 mL de cette solution par une solution de thiosulfate de sodium à 0.10 mol/L . Le volume versé à l'équivalence est de 9.9 mL . En déduire la concentration de la solution préparée, la masse d'ions Cu^{2+} dans 1.3 g et donc le pourcentage massique d'élément cuivre dans ce produit. Conclure

- o Equation totale et lente de réaction des ions Cu^{2+} 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 : $\text{I}_2\text{(aq)}/\text{I}^-\text{(aq)}$ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}\text{(aq)}/\text{S}_4\text{O}_6^{2-}\text{(aq)}$

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

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