

**But de l'activité : Comprendre ce qu'est l'équivalence d'un titrage.**

Le titrage est une technique expérimentale permettant de déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution (dite solution titrée) en la faisant réagir avec une autre espèce chimique en solution dont on connaît précisément la concentration (dite solution titrante). Dans cette activité, nous allons découvrir comment fonctionne cette technique.

**Partie I : Un petit jeu de lego**

Commençons par jouer à un petit jeu de devinette avec des lego.

Un joueur, que nous appellerons joueur E, a en sa possession un nombre  $N$  de briques de lego bleues de taille  $1 \times 2$ .

L'autre joueur, que nous appellerons B, doit déterminer combien le joueur E a de briques bleues.

Pour cela, il possède un grand nombre de briques de lego jaunes de taille  $1 \times 1$  qu'il peut passer au joueur E, une à une.

Le joueur E utilise ces briques jaunes pour les empiler sur ses briques bleues afin de faire des blocs parfaitement rectangulaires avec le moins de briques possible (donc ici, empiler 2 jaunes sur 1 bleue).

Lorsque les  $N$  briques bleues en sa possession ont été utilisées, il annonce « Equivalence ! ». Le joueur B doit alors donner le nombre  $N$  de briques bleues.

Briques du joueur E	Briques du joueur B	Empilement du joueur E
		

**I.1.** Donner « l'équation de réaction » entre les briques bleues et jaunes, formant un bloc.

**I.2.** Supposons que, lorsque le joueur E annonce « Equivalence ! », le joueur B venait de faire passer 84 de ses briques jaunes au joueur E.

Quel était alors le nombre  $N$  de briques bleues que possédait le joueur E à l'origine ? Généraliser le raisonnement dans le cas où le joueur B venait de faire passer  $X$  briques jaunes.

On considère maintenant le même jeu, mais E possède des briques vertes de taille  $1 \times 3$  et B des briques bleues de taille  $1 \times 2$ .

**I.3.** Combien de briques de chaque couleur faut-il pour former un bloc parfaitement rectangulaire avec le moins de briques possible ? En déduire « l'équation de réaction » entre les briques vertes et bleues.

Briques du joueur E	Briques du joueur B
	

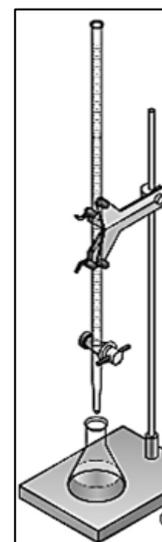
**I.4.** Le joueur E annonce « Equivalence ! », le joueur B a fait passer  $X$  de ses briques bleues. Donner alors la relation entre  $X$  et  $N$ .

**Partie II : Fer et permanganate**

L'exploitation d'un titrage en chimie fonctionne globalement sur le même principe : on cherche à déterminer la quantité de matière inconnue d'une espèce chimique (nommée espèce titrée) placée dans un erlenmeyer (joueur E) en y introduisant une autre espèce chimique (nommée espèce titrante) avec laquelle elle réagit. Cette autre espèce, de concentration connue, est placée dans une burette (joueur B) afin de pouvoir en mesurer le volume (et donc la quantité) versé. A l'équivalence, cela permet de déterminer la quantité de matière inconnue présente à l'origine dans l'erlenmeyer.

Etudions un peu plus en détail l'influence du volume d'espèce titrante versé avec un exemple en particulier : le titrage des ions fer II par les ions permanganate :

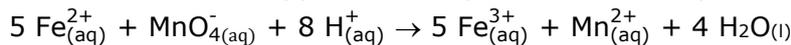
- Dans un erlenmeyer, on dispose un volume  $V_{Fe} = 20 \text{ mL}$  de solution de sel de Mohr, contenant des ions fer II de concentration effective  $C_{Fe} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- A l'aide d'une burette graduée, on verse alors un certain volume  $V_{MnO_4}$  de solution de permanganate de potassium  $KMnO_4$ , de concentration effective  $C_{MnO_4} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .



Données : Couples oxydant/réducteur mis en jeu :  $MnO_4^-/Mn^{2+}$   $Fe^{3+}/Fe^{2+}$

<b>Ions</b>	Permanganate ( $MnO_4^-$ )	Magnésium ( $Mn^{2+}$ )	Fer II ( $Fe^{2+}$ )	Fer III ( $Fe^{3+}$ )
<b>Couleur</b>	Violette	Incolore	Incolore	Incolore

**II.1.** Montrer que l'équation de la réaction support du titrage des ions fer II par les ions permanganate est :



Dresser le tableau d'avancement de la réaction.

Note : Etant en solution aqueuse, on peut considérer que les ions  $H^+$  et l'eau sont en fort excès.

On ouvre la burette et on laisse couler la solution d'ion permanganate dans l'erenmeyer contenant les ions fer II (volume  $V_{MnO4}$  de plus en plus grand). Le titrage peut alors se découper en 3 étapes distinctes : avant l'équivalence, à l'équivalence, après l'équivalence.

**II.2.** Donner les expressions littérales des quantités de matière d'ions fer II initialement dans l'erenmeyer et d'ions permanganate versé et en fonction de  $C_{Fe}$ ,  $C_{MnO4}$ ,  $V_{Fe}$  et  $V_{MnO4}$ .

**II.3.** Comment va évoluer la couleur de la solution dans l'erenmeyer ? Quel sera à chaque fois le réactif en excès ?

**II.4.** Que peut-on dire des ions permanganate et des ions fer II au moment exact du changement de couleur (l'équivalence) ? Comment qualifie-t-on un tel mélange ?

**II.5.** Quelle est alors la relation entre les quantités de matière des ions permanganate et des ions fer II à l'équivalence ? En déduire le volume  $V_E$  de solution d'ions permanganate versé à l'équivalence.

**Ce qu'il faut retenir**

❖ **Equivalence dans un titrage**

A l'équivalence d'un titrage, le mélange est .....

.....

.....

**Savoir faire**

❖ **Trouver la relation entre les quantités de matière des réactifs pour un mélange stœchiométrique**