TRADUCTION : ACTIVITE N°6

Au cours d'uns séance de travaux pratiques, on souhaite étudier la précipitation de l'hydroxyde d'aluminium **Al (OH)$_3$**. Pour cela, il est nécessaire de préparer des solutions de sulfate d'aluminium et d'hydroxyde de sodium.

I- Préparation de la solution de sulfate d'aluminium.

1- Quelle est la formule statistique du sulfate d'aluminium ?

- Le cristal contient des ions aluminium **III**, **Al $^{3+}$** et des ions sulfate **SO_4^{2-}**. Étant globalement électriquement neutre, le nombre de charges positivement est égal au nombre de charges négatives : Donc la formule : **$Al_2(SO_4)_3$.**

2- Écrire l'équation de dissolution du sulfate d'aluminium dans l'eau.

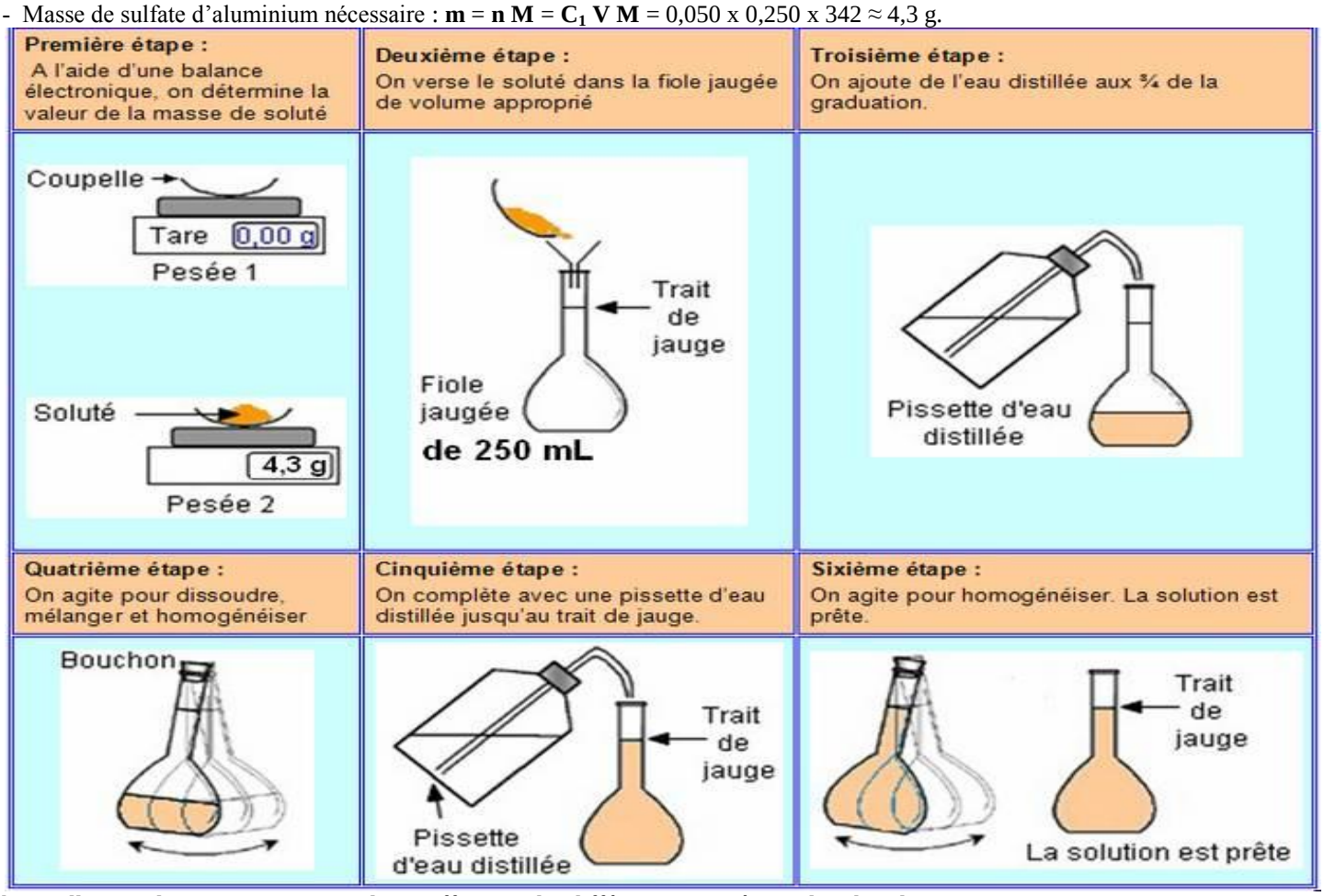
- Équation de dissolution du sulfate d'aluminium dans l'eau :

$$Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{eau} 2\,Al^{3+}(aq) + 3\,SO_2^{2-}(aq)$$

3- On souhaite disposer d'une solution **S_1** de sulfate d'aluminium de volume **V** = 250 mL et de concentration molaire en soluté apporté **C_1** = 0,050 mol/l.

a- Décrire le protocole opératoire de cette préparation.

- Protocole:
- Masse de sulfate d'aluminium nécessaire : **m** = **n M** = **C_1 V M** = 0,050 x 0,250 x 342 ≈ 4,3 g.



b- Quelles sont les concentrations molaires effectives des différents ions présents dans la solution?

$Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{eau}$	$2\,Al^{3+}(aq)$	+ $3\,SO_2^{2-}(aq)$
C_1	$2\,C_1$	$3\,C_1$

- Concentration effective en ion aluminium III : **[Al $^{3+}$]** = 2 **C_1** ≈ 0,10 mol/l.
- Concentration effective en ion sulfate : **[SO_4^{2-}]** = 3 **C_1** ≈ 0,15 mol/l.

II- Préparation de la solution d'hydroxyde de sodium.

On souhaite préparer une solution **S_2** d'hydroxyde de sodium de concentration **C_2** = 0,100 mol/l par dilution d'une solution mère de concentration **C** = 1,00 mol/l

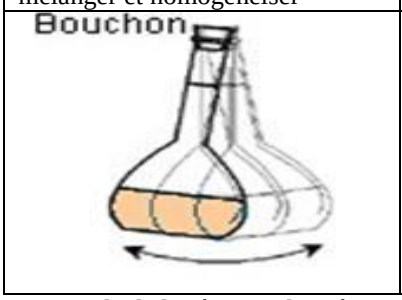
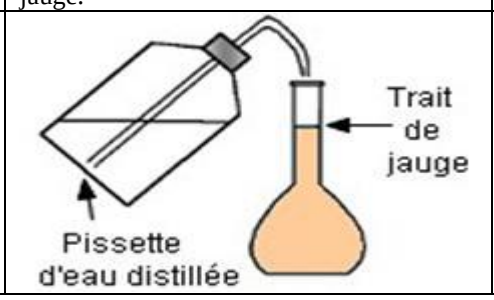
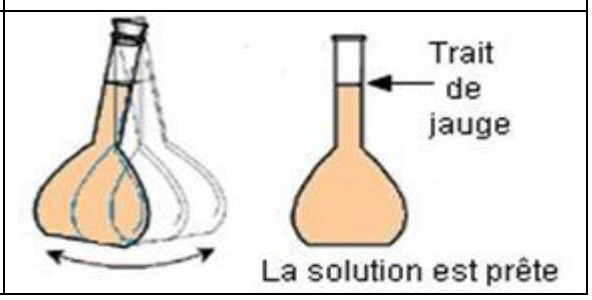
4- Décrire avec précision le protocole permettant d'obtenir un volume de 500 ml de solution diluée.

$$\text{Solution mère } S \begin{cases} C = 1{,}00 \text{ mol / L} \\ V = ? \end{cases} \xrightarrow{\text{Dilution}} \text{Solution fille } S_1 \begin{cases} C_2 = 0{,}100 \text{ mol / L} \\ V_2 = 500 \text{ mL} \end{cases}$$

- Au cours de la dilution, il y a conservation de la quantité de matière de soluté : **n** = **C** . **V** = **n_2** = **C_2** . **V_2**

AN :

$$V = \frac{C_2 \cdot V_2}{C} \Rightarrow V = \frac{0{,}100 \times 500}{1{,}00} \Rightarrow V = 50{,}0 \text{ mL}$$

Première étape: Verser suffisamment de solution Mère dans un bécher **On ne pipette jamais directement dans le flacon qui contient la solution Mère**	**Deuxième étape:** On prélève le volume nécessaire de solution Mère à l'aide d'une fiole jaugée de 50,0 mL ou une éprouvette graduée de 100 mL (moins précis	**Troisième étape:** On verse le volume nécessaire de solution dans le fiole jaugée de 500 mL
Quatrième étape: On ajoute de l'eau distillée et on agite mélanger et homogénéiser	**Cinquième étape:** On complète avec une pissette d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.	**Sixième étape:** On agite pour homogénéiser. La solution est prête.
		

III- Etude de la réaction de précipitation.

On introduit dans un bécher un volume $\mathbf{V_1}$ = 30,0 mL de solution $\mathbf{S_1}$ de sulfate d'aluminium et un volume $\mathbf{V_2}$ = 10,0 mL de solution $\mathbf{S_2}$ d'hydroxyde de sodium. On observe l'apparition d'un précipité blanc d'hydroxyde d'aluminium.

5- Ecrire l'équation de la réaction de précipitation.

- Equation de la réaction de précipitation :

$$Al^{3+}(aq) + 3\,HO^-(aq) \xrightarrow{eau} Al(OH)_3(s)$$

6- A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer l'avancement final, le réactif limitant et la composition, en quantité de matière, du système dans son état final.

Equation		Al^{3+} (aq)	+ 3 HO^- (aq)	→	$Al(OH)_3$ (s)
	Av.	mmol	mmol		
E.I	**0**	$n_1 = 2\,C_1 . V_1 = 3{,}0$	$n_2 = C_2 . V_2 = 1{,}0$		0
En cours	**x**	$n_1 - x$	$n_2 - 3\,x$		**x**
E.F	x_{max}	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - 3\,x_{max}$		x_{max}
Av max	0,33 mmol	2,7 mmol	0 mmol		0,33 mmol

- Il faut calculer la valeur de l'avancement maximal de la réaction:
- Détermination de x_{max}.
- Hypothèse 1 : on considère que le réactif est l'ion Al^{3+} (aq) :
- $n_1 - x_{max1} = 0 \Rightarrow x_{max1} = n_1 \Rightarrow x_{max1} \approx 3{,}0 \times 10^{-3}$ mol
- Hypothèse 2 : on considère que le réactif est le carbone :
- $n_2 - 3\,x_{max2} = 0 \Rightarrow x_{max2} = \frac{n_2}{3} \approx 3{,}3 \times 10^{-4}$ mol
- L'avancement maximal est égal à la plus petite des deux valeurs :
- $x_{max} = x_{max2} \approx 3{,}3 \times 10^{-4}$ mol
- Le réactif limitant est l'ion hydroxyde HO^- (aq).
- Quantité de matière des différentes espèces présentes:

Na^+ (aq)	Al^{3+} (aq)	SO_4^{2-}	$Al(OH)_3$ (s)
$n(Na^+) = C_2 . V_2$ $n(Na^+) = 0{,}10 \times 10 \times 10^{-3}$ $n(Na^+) = 1{,}0 \times 10^{-3}$ mol	$n(Al^{3+}) = 2{,}7 \times 10^{-3}$ mol	$n(SO_4^{2-}) = 3\,C_1 . V_1$ $n(SO_4^{2-}) = 3 \times 0{,}050 \times 30 \times 10^{-3}$ $n(SO_4^{2-}) = 4{,}5 \times 10^{-3}$ mol	$n = 3{,}3 \times 10^{-4}$ mol

7- En déduire les concentrations molaires des différentes espèces présentes dans la solution.

$[Na^+]$	$[Al^{3+}]$	$[SO_4^{2-}]$
$[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V_1 + V_2}$ $[Na^+] = \frac{1{,}0 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}}$ $[Na^+] \approx 2{,}5 \times 10^{-2}$ mol / L	$[Al^{3+}] = \frac{n(Al^{3+})}{V_1 + V_2}$ $[Al^{3+}] = \frac{2{,}7 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}}$ $[Al^{3+}] \approx 6{,}7 \times 10^{-2}$ mol / L $[Al^{3+}] \approx 6{,}8 \times 10^{-2}$ mol / L Si l'on a arrondi.	$[SO_4^{2-}] = \frac{n(SO_4^{2-})}{V_1 + V_2}$ $[SO_4^{2-}] = \frac{4{,}5 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}}$ $[SO_4^{2-}] \approx 1{,}1 \times 10^{-1}$ mol / L
Remarque: $[Na^+] + 3\,[Al^{3+}] \approx 2\,[SO_4^{2-}]$		

8- On filtre le mélange obtenu et on recueille le filtrat. Proposer deux expériences simples permettant de valider les résultats précédemment obtenus.

- Si on verse une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium dans le filtrat, on doit observer la formation d'un précipité blanc d'hydroxyde d'aluminium III.
- Si on verse une solution de sulfate d'aluminium III dans le filtrat, il ne se passe rien car tous les ions hydroxyde ont réagi.