

UE 8 Pharmacie

TD 1 Chimie Analytique

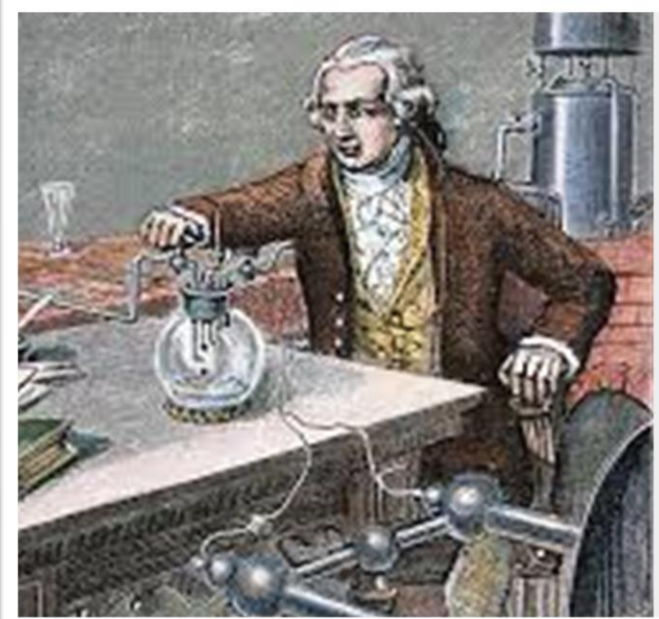
Dr Marylène CHOLLET-KRUGLER / UFR Pharmacie / Rennes/ Janvier 2023

UNIVERSITÉ DE
RENNES 1



UFR Pharmacie - Rennes

"Ce document est la propriété exclusive de Marylène CHOLLET-KRUGLER et ne saurait être utilisé, reproduit, représenté, transmis ou divulgué sans son accord préalable et explicite"



A. Lavoisier
(1743-1794)

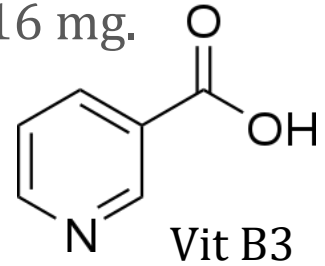
« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »

TD1 : Expression des concentrations, dilutions, calculs stœchiométriques

- **Savoir calculer une masse molaire (Exos 1 à 8)**
- **Savoir pondérer une réaction (Exos 3 et 9)**
- **Savoir calculer une grandeur à partir de données : quantité de matière n , masse m , concentration molaire et massique, % m/V, % m/m, rendement d'une réaction (Exos 1 à 8)**
- **Connaître les relations entre la masse m et la quantité de matière n , entre la concentration molaire et la concentration massique (Exos 1 à 6)**
- **Savoir calculer la concentration d'une solution diluée et le facteur de dilution, savoir préparer une solution diluée à partir d'une solution concentrée, (Exos 5, 7 à 9)**
- **Connaître les correspondances mL-cm³, L-dm³...et les conversions mL, μ L en L, mmol en mol...**
- **Savoir calculer une concentration à partir d'un titrage (Exo 9)**

Exercice 1 : Énoncé

- L'apport journalier recommandé de Fer s'élève à 14 mg et celui de la Vitamine B3 (niacine) à 16 mg.



- Parmi les propositions suivantes, laquelle correspond à ces doses quotidiennes ?
 - **A** Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
 - **B** Fer : $2,5 \cdot 10^{-4}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-4}$ mol
 - **C** Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mmol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
 - **D** Fer : 2,5 mol et Vitamine B3 : 1,3 mol
 - **E** Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mmol

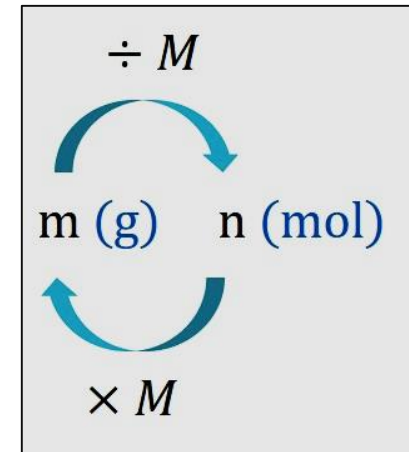
Exercice 1 : Correction

- Relation **fondamentale** entre le nombre de moles **n**, la masse **m** et la masse molaire **M** de la substance :

$$m \text{ (g)} = n \text{ (mol)} \times M \text{ (g/mol)}$$

↑ ↑ ↑
masse nombre de moles masse molaire

soit $n \text{ (mol)} = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$



mol = unité de la quantité de matière

1 mole = $6,022 \cdot 10^{23}$ entités = **Nombre d' Avogadro**

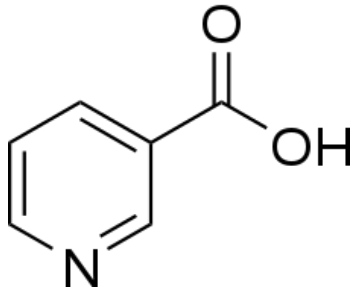
Exercice 1 : Correction

• Masse molaire ?

- Fer

$$M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$$

- Vit B3:



Formule brute : $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = (6 \times 12,0) + (5 \times 1,0) + 14,0 + (2 \times 16,0) = 123,0 \text{ g/mol}$$

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Numéro atomique → Z **Masse molaire atomique** (g.mol⁻¹) → M

Symbole atomique → X **Famille**

Nom

Dmitri Ivanovitch Mendeleïev (1834 - 1907) est un chimiste russe connu pour ses travaux sur la classification périodique des éléments. En 1869, il publia une première version de son tableau périodique des éléments appelé aussi tableau de Mendeleïev. Il déclara que les éléments chimiques pouvaient être arrangés selon un modèle qui permettait de prévoir les propriétés des éléments non encore découverts.

Exercice 1 : Correction

- *Nombre de moles?*

Fer:
$$n = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{14 \cdot 10^{-3}}{55,8} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ mmol}$$

Vit B3:
$$n = \frac{m(Vit B3)}{M(Vit B3)} = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{123,0} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,3 \cdot 10^{-1} \text{ mmol}$$

$$n \text{ (mol)} = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$$

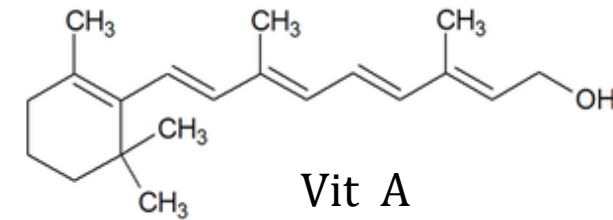
(1 mmol = 10^{-3} mol)

- A Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
- ✗ B Fer : $2,5 \cdot 10^{-4}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-4}$ mol
- C Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mmol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
- D Fer : 2,5 mol et Vitamine B3 : 1,3 mol
- E Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mmol

➔ Réponse B

Exercice 2 : Énoncé

- L'apport journalier recommandé de phosphore s'élève à 700 mg et celui de la vitamine A à 750 µg.



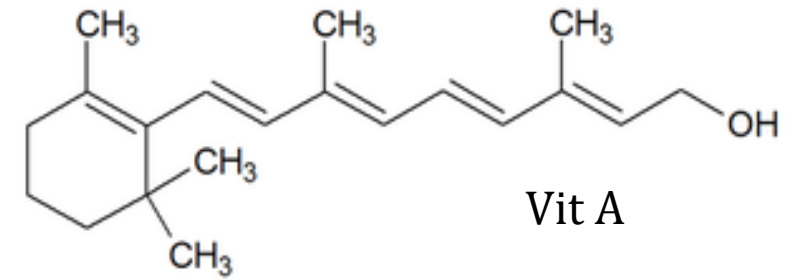
- Parmi les propositions suivantes, laquelle correspond à ces doses quotidiennes ?
 - **A** Phosphore : $22,6 \cdot 10^{-3}$ mmol et Vit A : $26,4 \cdot 10^{-7}$ mol
 - **B** Phosphore : $17,9 \cdot 10^{-3}$ mol et Vit A : $26,2 \cdot 10^{-4}$ mmol
 - **C** Phosphore : $17,9 \cdot 10^{-3}$ mmol et Vit A : $26,4 \cdot 10^{-4}$ mol
 - **D** Phosphore : $22,6 \cdot 10^{-3}$ mol et Vit A : $26,2 \cdot 10^{-7}$ mol
 - **E** Toutes les propositions précédentes sont fausses

Exercice 2 : Correction

- *Masse molaire?*

Phosphore : $M(\text{P}) = 31 \text{ g/mol}$

$M(\text{Vit A}) = M(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = (20 \times 12,0) + (30 \times 1,0) + 16,0 = 286 \text{ g/mol}$



- Ne pas confondre le symbole du Potassium **K** avec celui du Phosphore **P**
- Calcul de la masse molaire: ne pas oublier des atomes!

Exercice 2 : Correction

- *Nombre de moles?*

Phosphore $n = \frac{m(P)}{M(P)} = \frac{0,7}{31} = 22,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 22,6 \text{ mmol}$

Vit A: $n = \frac{m(\text{VitA})}{M(\text{VitA})} = \frac{750 \cdot 10^{-6}}{286} = 2,62 \cdot 10^{-6} \text{ mol} = 26,2 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$

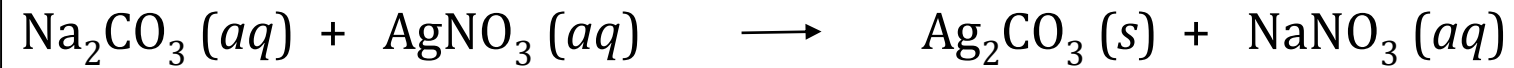
- **A** Phosphore : $22,6 \cdot 10^{-3} \text{ mmol}$ et Vit A : $26,4 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$
- **B** Phosphore : $17,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et Vit A : $26,2 \cdot 10^{-4} \text{ mmol}$
- **C** Phosphore : $17,9 \cdot 10^{-3} \text{ mmol}$ et Vit A : $26,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
- D** Phosphore : $22,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et Vit A : $26,2 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$
- **E** Toutes les propositions précédentes sont fausses



Réponse D

Exercice 3 : Énoncé

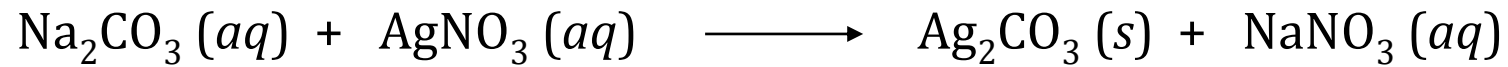
- 1) Quelle masse de AgNO_3 est nécessaire pour transformer totalement 2,33 g de Na_2CO_3 en Ag_2CO_3 selon la réaction non pondérée :



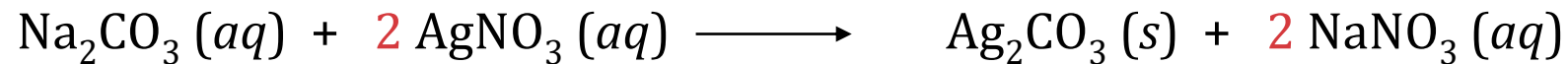
- 2) Quelle masse théorique de Ag_2CO_3 se formera ?

Exercice 3 : Correction

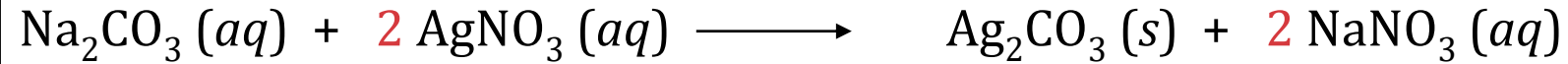
- 1) Quelle masse de AgNO_3 est nécessaire pour transformer totalement 2,33 g de Na_2CO_3 en Ag_2CO_3 selon la réaction non pondérée :



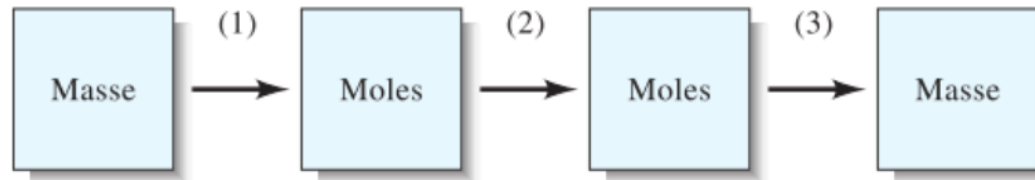
- Conservation de la matière : ajout de coefficients stœchiométriques



Exercice 3 : Correction



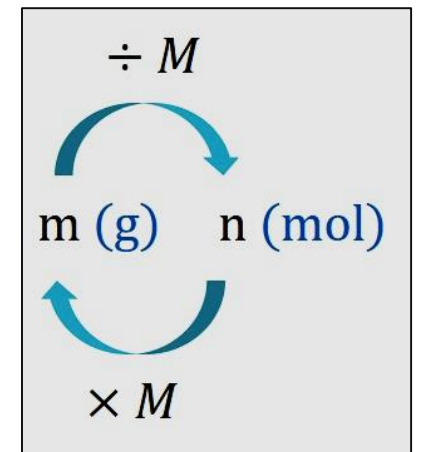
- Calcul en 3 étapes :



- étape 1 : Convertir la masse de Na_2CO_3 (2,33 g) en nombre de moles

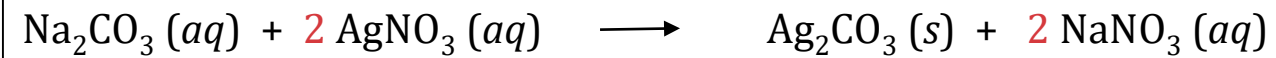
$$M (\text{Na}_2\text{CO}_3) = (2 \times 23,0) + 12 + (3 \times 16,0) = 106,0 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{2,33}{106,0} = 0,02198 \text{ mol}$$



Exercice 3 : Correction

- étape 2 : Détermination n_{AgNO_3} , tenir compte de la stœchiométrie

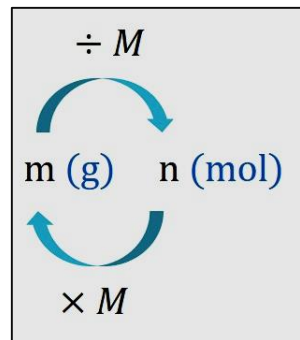


$$\frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{1} = \frac{n_{\text{AgNO}_3}}{2} \quad \Rightarrow \quad n_{\text{AgNO}_3} = 2 n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,04396 \text{ mol}$$

- étape 3 : Convertir le nombre de moles en masse correspondante

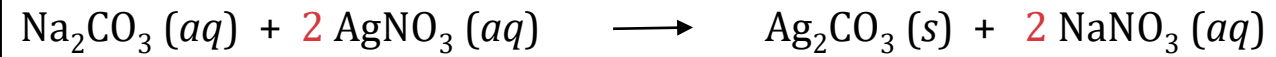
$$M (\text{AgNO}_3) = 107,9 + 14,0 + (3 \times 16,0) = 169,9 \text{ g/mol}$$

$$m (\text{AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) \times M(\text{AgNO}_3) = 0,04396 \times 169,9 = 7,47 \text{ g}$$



Exercice 3 : Correction

- 2) Quelle masse théorique de Ag_2CO_3 se formera ?



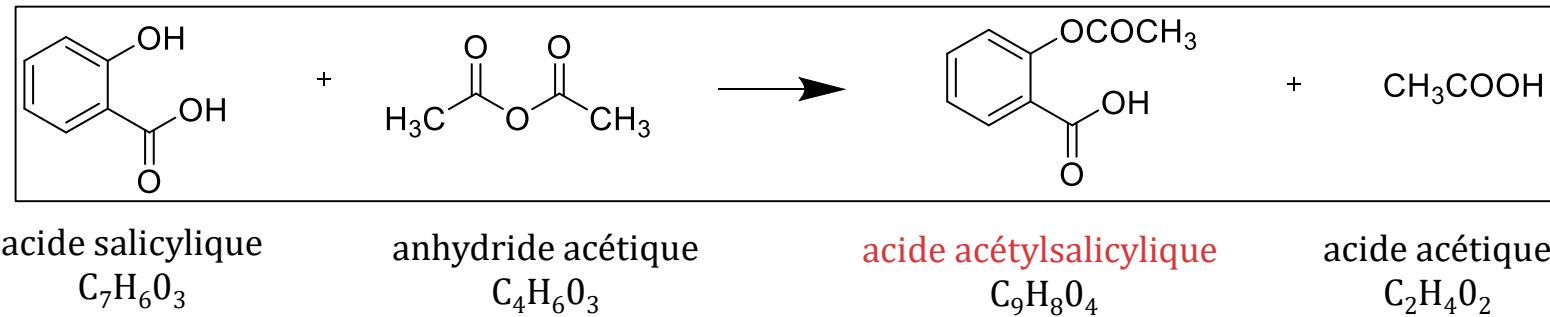
$$\frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{1} = \frac{n_{\text{Ag}_2\text{CO}_3}}{1} \quad \Rightarrow \quad n_{\text{Ag}_2\text{CO}_3} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,02198 \text{ mol}$$

$$M (\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 2 \times 107,9 + 12,0 + (3 \times 16,0) = 275,8 \text{ g/mol}$$

$$m (\text{Ag}_2\text{CO}_3) = n (\text{Ag}_2\text{CO}_3) \times M (\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 0,02198 \times 275,8 = 6,06 \text{ g}$$

Exercice 4 : Énoncé

- On considère la synthèse de l'acide acétylsalicylique, principe actif de l'Aspirine, selon la réaction suivante:



- 54 g de ce composé est produit en faisant réagir 0,4 mole d'acide salicylique avec 0,5 mole d'anhydride acétique. Quel est le rendement de cette réaction chimique ?

Exercice 4 : Correction

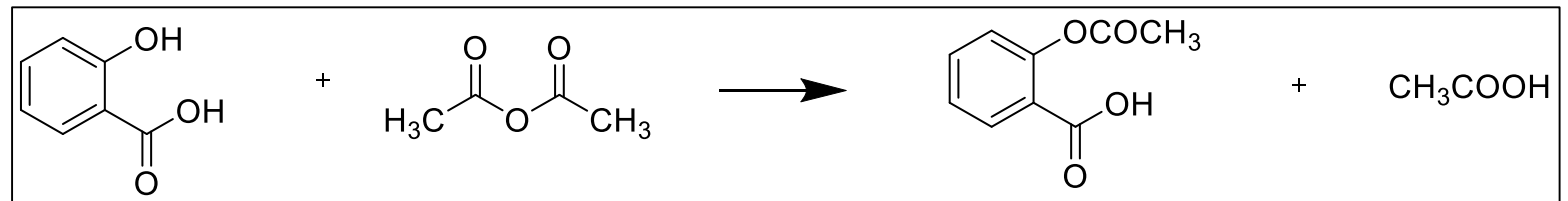
- Définition **Rendement de la réaction** :

$$R (\%) = \frac{n_{exp} (\text{mol})}{n_{théo} (\text{mol})} \times 100 = \frac{m_{exp} (\text{g})}{m_{théo} (\text{g})} \times 100$$

- chimie expérimentale : $n_{théo}$ rarement atteint,
- n réellement formée = n_{exp}
- $n_{théo}$ produit = n_{max} produit
- n_{max} produit = n réactif limitant (si réactifs pas introduits en quantité stœchiométrique)

- Calcul en 4 étapes :

- Etape 1: Vérification si équation **pondérée** : **oui**



acide salicylique
 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$

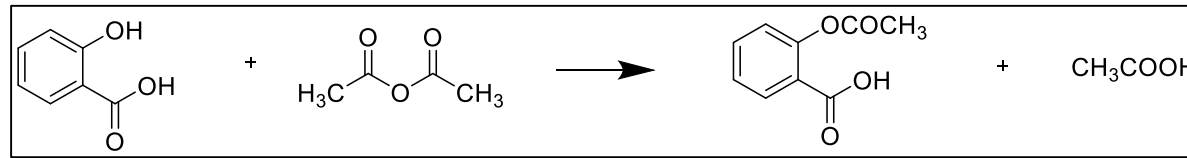
anhydride acétique
 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$

acide acétylsalicylique
 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$

acide acétique
 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Exercice 4 : Correction

- Etape 2: Identification **du réactif limitant**



acide salicylique
C₇H₆O₃

anhydride acétique
C₄H₆O₃

acide acétylsalicylique
C₉H₈O₄

acide acétique
C₂H₄O₂

Etat initial

0,4 mol

0,5 mol

-

-

Réactif limitant

Réactif en excès

- Etape 3: **Quantité maximale théorique** de produits formés ?

Etat initial

0,4 mol

0,5 mol

-

-

Etat final théorique

0 mol

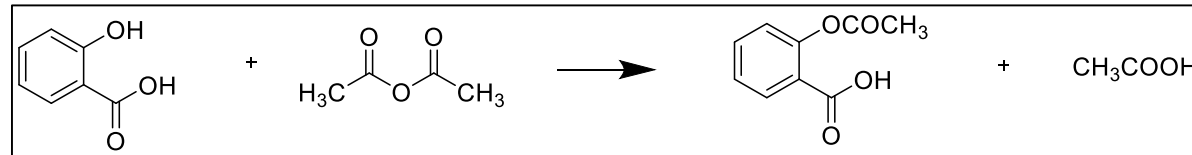
0,5-0,4 = 0,1 mol

0,4 mol

0,4 mol

Exercice 4 : Correction

- Etape 4: Rendement de la réaction



acide salicylique
 $C_7H_6O_3$

anhydride acétique
 $C_4H_6O_3$

acide acétylsalicylique
 $C_9H_8O_4$
 $M = 180 \text{ g/mole}$

acide acétique
 $C_2H_4O_2$

Etat initial

0,4 mol

0,5 mol

-

-

Etat final théorique

0 mol

$0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ mol}$

0,4 mol

0,4 mol

Etat final expérimental

?

?

54 g

?

0,3 mol

$$n \text{ (mol)} = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$$

$$R \text{ (\%)} = \frac{n_{exp} \text{ (mol)}}{n_{théo} \text{ (mol)}} \times 100 = \frac{0,3}{0,4} \times 100 = 75 \%$$

Exercice 5 : Énoncé

On dissout 22,0 g de phosphate trisodique dodécahydraté $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans 500 cm^3 d'eau (solution *A*). A $50,0 \text{ cm}^3$ de solution *A* on ajoute 200 cm^3 d'eau (solution *B*). On demande :

- 1) Quelles sont les concentrations molaire et massique de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans la solution *A*?
- 2) Quelles sont les concentration molaire et massique de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans la solution *B*?
- 3) Quelles sont les concentration molaire et massique en ions sodium dans la solution *B*?
- 4) Quel volume (*V*) de la solution *B*, exprimé en mL, faut-il prélever pour avoir 50,0 mg d'ions sodium dans la prise d'essai?

Exercice 5 : Correction

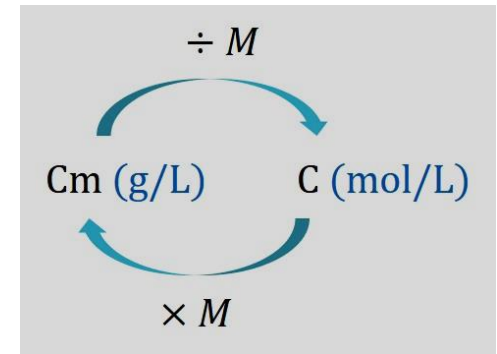
• Rappel

Solution = mélange homogène d'au moins 2 constituants: le solvant (le composé présent en plus grande quantité) + un ou plusieurs composés appelés solutés

Concentration = expression qui permet de chiffrer la quantité de soluté présent dans une solution par unité de volume

Concentration **massique** **C_m** ou **t** $C_m (\text{g/L ou g.L}^{-1}) = \frac{m_{\text{soluté}} (\text{g})}{V_{\text{solution}} (\text{L})}$

Concentration **molaire** **C** ou [] $C (\text{mol/L ou mol.L}^{-1} \text{ ou M}) = \frac{n_{\text{soluté}} (\text{mol})}{V_{\text{solution}} (\text{L})}$



- Ne pas confondre **M** unité de concentration molaire avec la masse molaire
- V solution = **Volume total**

Exercice 5 : Correction

$m = 22,0 \text{ g Na}_3\text{PO}_4, 12\text{H}_2\text{O}$ dans 500 cm^3 d'eau (solution A)

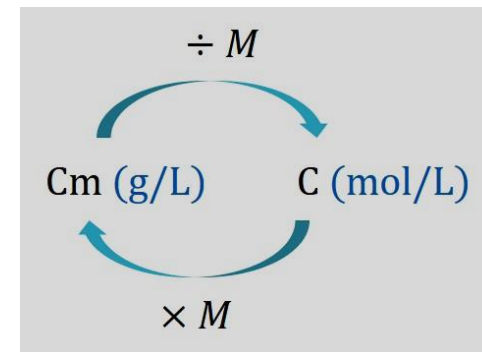
- 1) C_A et C_{mA} de $\text{Na}_3\text{PO}_4, 12\text{H}_2\text{O}$?

$$\diamond C_A = \frac{n_{\text{soluté}}(\text{mol})}{V_{\text{solution}}(\text{L})} \quad \text{et} \quad n_{\text{soluté}} = \frac{m_{\text{soluté}}(\text{g})}{M(\text{g/mol})}$$

$$M(\text{Na}_3\text{PO}_4, 12 \text{H}_2\text{O}) = 3 \times 23,0 + 31,0 + 4 \times 16,0 + 12 \times (2 \times 1,0 + 16,0) = 380,0 \text{ g/mol}$$

$$C_A(\text{Na}_3\text{PO}_4, 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{V \times M} = \frac{22,0}{0,5 \times 380} = 0,116 \text{ M} \quad \text{avec } V_{\text{solution A}} = 500 \text{ cm}^3 = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

$$\diamond C_{mA}(\text{Na}_3\text{PO}_4, 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_{\text{soluté}}(\text{g})}{V_{\text{solution}}(\text{L})} = \frac{22,0}{0,5} = 44,0 \text{ g/L}$$



Exercice 5 : Correction

$m = 22,0 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans 500 cm^3 d'eau (solution A)

$50,0 \text{ cm}^3$ de solution A + 200 cm^3 d'eau = solution B



Dilution au 5^{ème}
 $F = 5 = (50 + 200)/50$

- 2) C_B et C_{mB} de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$?

$$C_B(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{C_A \times V_A}{V_T} = \frac{0,116 \times 50 \cdot 10^{-3}}{(200+50) \cdot 10^{-3}}$$

avec $V_A = \text{Volume de solution A prélevé}$
 $= 50 \text{ mL}$

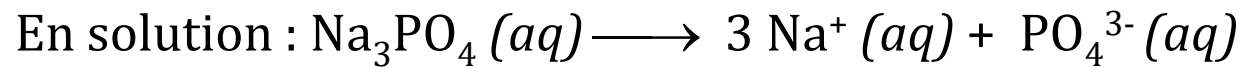
$V_T = \text{Volume total} = 50 + 200 \text{ mL}$

$$C_B(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = C_A \times \frac{1}{5} = \frac{0,116}{5} = 0,023 \text{ M}$$

$$C_{mB}(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = C_B \times M = 8,8 \text{ g/L}$$

Exercice 5 : Correction

- 3) $[Na^+]_B$ et $C_{mB(Na^+)}$



$$\frac{n_{Na_3PO_4}}{1} = \frac{n_{Na^+}}{3}$$

$$n_{Na^+} = 3n_{Na_3PO_4} \quad \Rightarrow \quad [Na^+]_B = 3 \times [Na_3PO_4, 12 H_2O]_B = 3 \times 0,023 = 0,069 \text{ M}$$

$$C_{mB(Na^+)} = [Na^+]_B \times M(Na) = 0,069 \times 23 = 1,6 \text{ g/L}$$

Exercice 5 : Correction

- 4) V mL solution B correspondant à $m_{\text{Na}^+} = 50,0$ mg

$$C_{mB(\text{Na}^+)} = 1,6 \text{ g/L} = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{C_{mB(\text{Na}^+)}} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,6} = 0,0313 \text{ L} = 31,3 \text{ mL}$$

Exercice 6 : Énoncé

1) Le sérum physiologique est une solution de chlorure de sodium NaCl à 0,9 % (*m/v*). On dispose de 50 mL d'une solution *S* de NaCl à 100 mmol/L.

- a) Montrer que cette solution n'est pas du sérum physiologique.
- b) Quelle quantité en milligramme manque-t-il ou est en trop par rapport à une solution de sérum physiologique?

2) Un laboratoire pharmaceutique commercialise deux préparations ophtalmiques selon les formulations ci-dessous. Calculer la concentration en % (*m/V*) des 3 principes actifs dans chaque préparation.

Formule A	Formule B
Dexaméthasone 10 mg Sulfate de Polymyxine..... 600 000 UI Sulfate de Néomycine 350 mg	
Hypromellose.....0.5 % Chlorure de sodium.....500 mg Polysorbate 20.....20 mg Chlorure de benzalkonium.....1 mg HCl.....100 µl Eau ppiqsp 100 ml	Mannitol.....5 % Carbomère 974.....10 % Chlorure de benzalkonium.....1 mg HCl.....100 µl Eau ppiqsp 100 ml

Dexaméthasone	Sulfate de Polymyxine	Sulfate de Néomycine
Corticoïde Thermostable Solubilité dans l'eau 100 µg/ml pH de stabilité 5 à 8	Antibiotique 1 mg = 6 000 UI Thermostable Solubilité dans l'eau 50 mg/ml pH de stabilité 3 à 5	Antibiotique Thermostable Solubilité dans l'eau 6,3 mg/ml pH de stabilité 2 à 9

Exercice 6 : Correction

• Rappel

Pourcentage massique (m/m): % massique (%) = $\frac{m_{\text{soluté}}(g)}{m_{\text{solution}}(g)} \times 100$

Pourcentage massique (m/v): % massique (%) = $\frac{m_{\text{soluté}}(g)}{V_{\text{solution}}(mL)} \times 100$



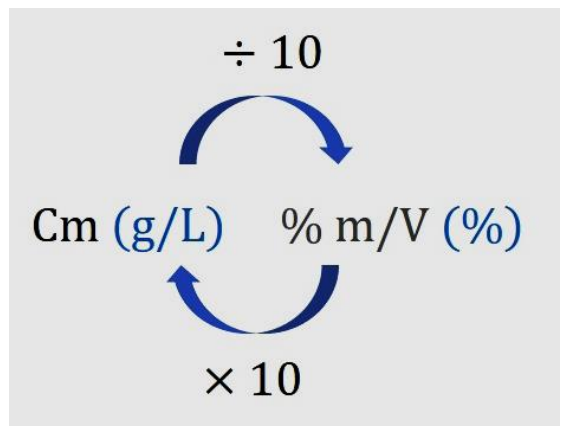
Deux notions très proches : Cm et % massique (m/v)

- **Cm** en g/1000 mL

- **% (m/V)** en g/100 mL

➤ si Cm = 1g/L alors %(m/V) = 0,1%

➤ si %(m/V) = 1% alors Cm = 10g/L



Exercice 6 : Correction

Sérum physiologique = NaCl à 0,9 % (m/v)

Solution **S** : $C_{\text{NaCl}} = 100 \text{ mmol/L}$

- 1a) **S** ≠ sérum physiologique?

Sérum phy = NaCl à 0,9 % (m/v) \Rightarrow 0,9 g pour 100 mL de solution \Rightarrow 9 g pour 1000 mL \Rightarrow $C_m = 9 \text{ g/L}$

$$C_{\text{sérum phy}} = \frac{C_m}{M(\text{NaCl})} = \frac{9}{(23,5 + 35,5)} = 0,154 \text{ mol/L} = 154 \text{ mmol/L}$$

Sérum physiologique : 154 mM \neq **S** : 100 mM

Exercice 6 : Correction

- 1b) Quantité manquante ou en excès dans 50 mL de solution S ?

Sérum physiologique : 154 mM et S : 100 mM

[S] < [sérum physiologique] \Rightarrow quantité manquante

50 mL à 100 mM

50 mL à 154 mM

$$n_{\text{NaCl}} = C \times V$$

$$m_{\text{NaCl}} = C \times V \times M(\text{NaCl})$$

$$m_{\text{NaCl}} = 0,1 \times 0,05 \times 58,5$$

$$m_{\text{NaCl}} = 0,293 \text{ g}$$

$$m'_{\text{NaCl}} = C \times V \times M(\text{NaCl})$$

$$m'_{\text{NaCl}} = 0,154 \times 0,05 \times 58,5$$

$$m'_{\text{NaCl}} = 0,451 \text{ g}$$

$$\Delta m = m'_{\text{NaCl}} - m_{\text{NaCl}} = 0,158 \text{ g} = 158 \text{ mg}$$

Exercice 6 : Correction

- 2) Préparation ophtalmique: Concentration en % (m/V) des principes actifs dans chaque préparation.

Formule A	Formule B
Dexaméthasone 10 mg Sulfate de Polymyxine..... 600 000 UI Sulfate de Néomycine 350 mg	
Hypromellose.....0.5 % Chlorure de sodium.....500 mg Polysorbate 20.....20 mg Chlorure de benzalkonium.....1 mg HCl.....100 µl Eau ppi qsp 100 ml	Mannitol.....5 % Carbomère 974.....10 % Chlorure de benzalkonium.....1 mg HCl.....100 µl Eau ppi qsp 100 ml

qsp = quantité suffisante pour

Dexaméthasone	Sulfate de Polymyxine	Sulfate de Néomycine
Corticoïde Thermostable Solubilité dans l'eau 100 µg/ml pH de stabilité 5 à 8	Antibiotique 1 mg = 6 000 UI Thermostable Solubilité dans l'eau 50 mg/ml pH de stabilité 3 à 5	Antibiotique Thermostable Solubilité dans l'eau 6,3 mg/ml pH de stabilité 2 à 9

❖ V total solution = 100 mL dans formules A et B

❖ Dexaméthasone :

10 mg ⇔ 100 mL formules A et B

0,01 g ⇔ 100 mL % (m/V) = 0,01 %

❖ Sulfate de polymyxine :

1 mg = 6000 UI ⇔ 600 000 UI = 100 mg = 0,1 g

0,1 g ⇔ 100 mL % (m/V) = 0,1 %

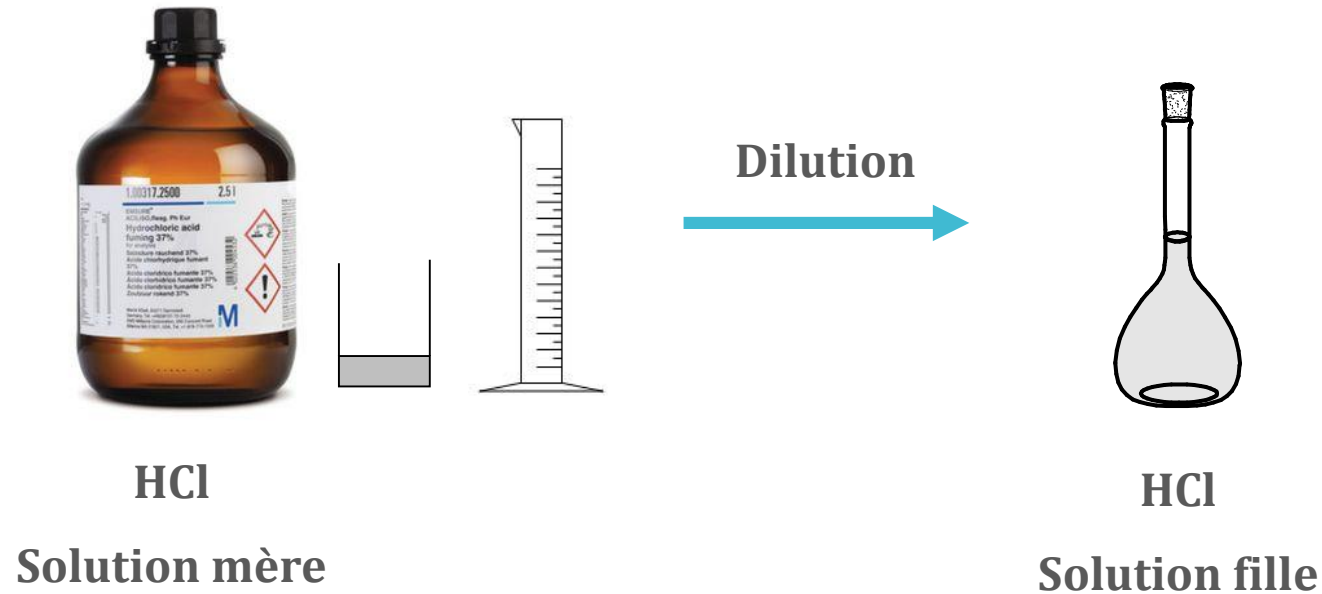
❖ Sulfate de néomycine :

350 mg ⇔ 100 mL formules A et B

0,350 g ⇔ 100 mL % (m/V) = 0,35 %

Exercice 7 : Énoncé

- 1) Quel volume (V) de solution concentrée commerciale d'acide chlorhydrique (37 % (m/m), densité = 1,18), exprimé en **mL**, faut-il prélever pour préparer un litre d'acide chlorhydrique 0,5M ?



- 2) En déduire le facteur de dilution **F**.

Exercice 7 : Correction

- Rappel

Masse volumique: $\rho_{ech} (\text{Kg}/\text{m}^3) = \frac{m_{ech} (\text{Kg})}{V_{ech} (\text{m}^3)}$

$$\rho_{eau (4^\circ\text{C})} = 1000 \text{ Kg}/\text{m}^3 = 1 \text{ Kg}/\text{L} \\ = 1 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1 \text{ g}/\text{mL}$$

Densité: $d_{ech} = \frac{\rho_{ech} (\text{kg}/\text{m}^3)}{\rho_{eau(4^\circ\text{C})} (\text{kg}/\text{m}^3)}$ (pas d'unité) $\rightarrow \rho_{ech} = d_{ech}$ si ρ en g/cm^3 ou g/mL ou Kg/L ou Kg/dm^3

Exercice 7 : Correction

- Rappel

Solution mère (solution concentrée) $\xrightarrow{\text{Dilution}}$ Solution fille (solution diluée)

$$n_{\text{soluté mère}} = n_{\text{soluté fille}}$$

$$C_{\text{solution mère}} \times V_{\text{solution mère}} = C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}$$

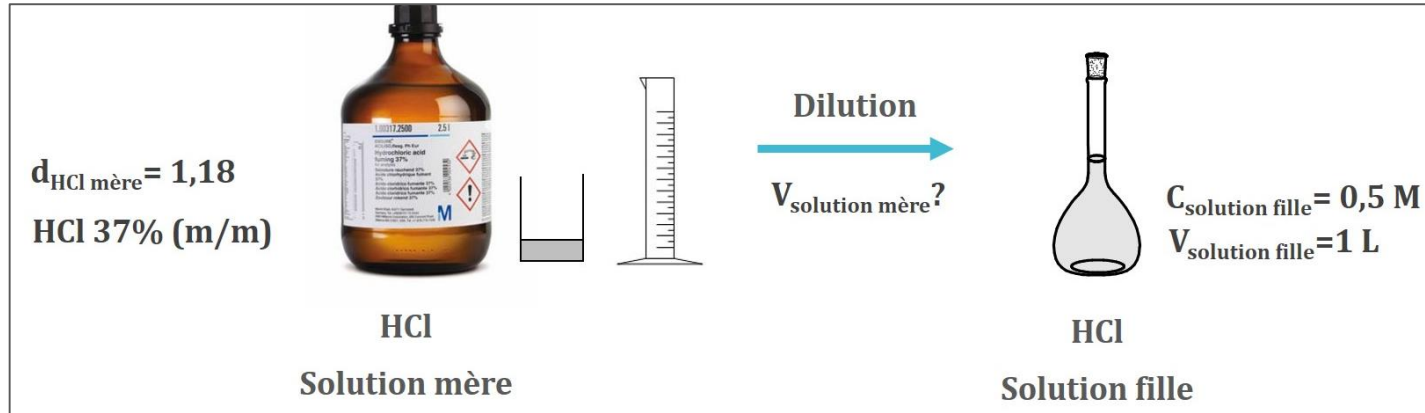
Dilution:
$$V_{\text{solution mère}} (\text{L}) = \frac{C_{\text{solution fille}} (\text{mol/L}) \times V_{\text{solution fille}} (\text{L})}{C_{\text{solution mère}} (\text{mol/L})}$$

Facteur de dilution :
$$F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{V_{\text{solution fille}}}{V_{\text{solution mère}}}$$

(pas d'unité)

Exercice 7 : Correction

• 1)



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

Calcul en 3 étapes :

- étape 1 : calcul de la concentration massique C_m de la solution mère d'HCl

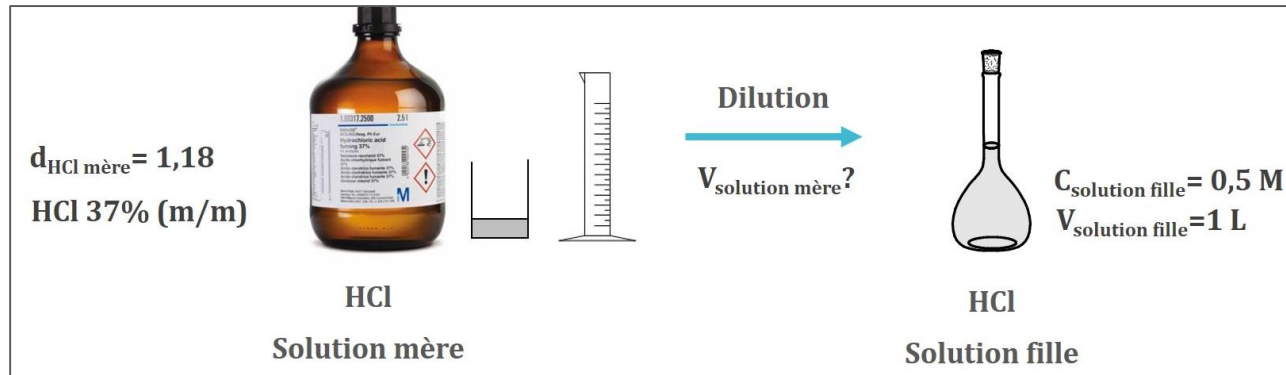
$$\rho(\text{solution HCl mère}) = d(\text{solution HCl mère}) = 1,18 \text{ g/cm}^3 = 1,18 \text{ g/mL} = 1,18 \cdot 10^3 \text{ g/L}$$

$$\% \text{ massique} = 37 = \frac{m_{\text{soluté}} (g)}{m_{\text{solution}} (g)} \times 100$$

$$\text{Dans } 1\text{L} : m_{\text{soluté HCl}} = \frac{37 \times m_{\text{solution}}}{100} = \frac{37 \times 1,18 \cdot 10^3}{100} = 436,6 \text{ g HCl} \Rightarrow C_m = 436,6 \text{ g/L}$$

Exercice 7 : Correction

• 1)



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

• étape 2 : calcul de la concentration molaire C de la solution mère d'HCl

$$C_{\text{HCl mère}} = \frac{C_m}{M(\text{HCl})} = \frac{436,6}{(1 + 35,5)} \cong 12 \text{ mol/L}$$

• étape 3 : calcul de V solution mère d'HCl à prélever

$$V_{\text{HCl solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}} = \frac{0,5 \times 1}{12} \cong 0,042 \text{ L} = 42 \text{ mL}$$

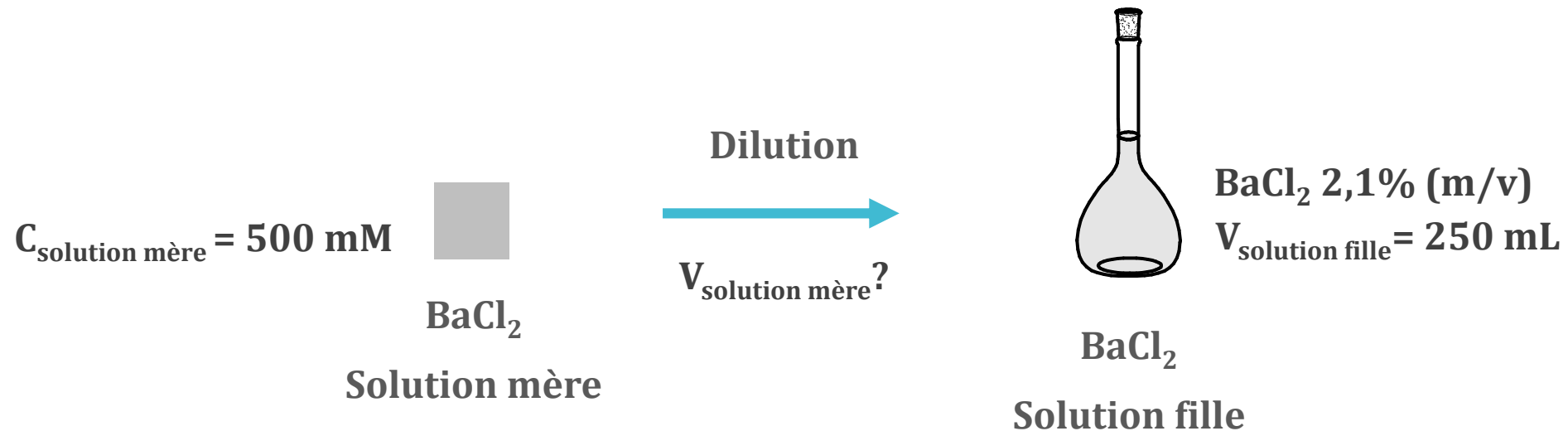
Exercice 7 : Correction

- 2) Facteur de dilution

$$F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{12}{0,5} = 24$$

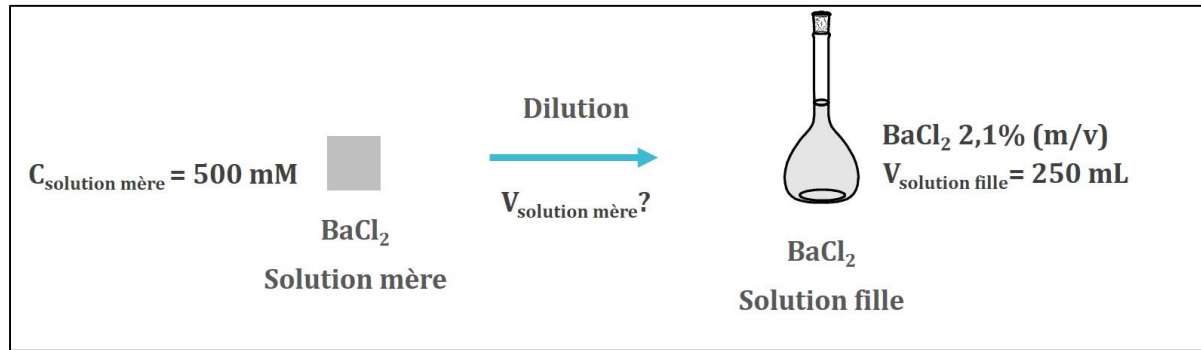
Exercice 8 : Énoncé

- Concernant la préparation de 250 mL de BaCl_2 aqueux à 2,1% (m/v) à partir d'une solution de BaCl_2 500 mM
 - **A** Le volume de solution de BaCl_2 à prélever est de 25 mL
 - **B** Le volume de solution de BaCl_2 à prélever est de 50 mL
 - **C** Le facteur de dilution est de 4
 - **D** Le facteur de dilution est de 5
 - **E** Toutes les propositions précédentes sont fausses



Exercice 8 : Correction

- 1) Volume BaCl_2 à prélever



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

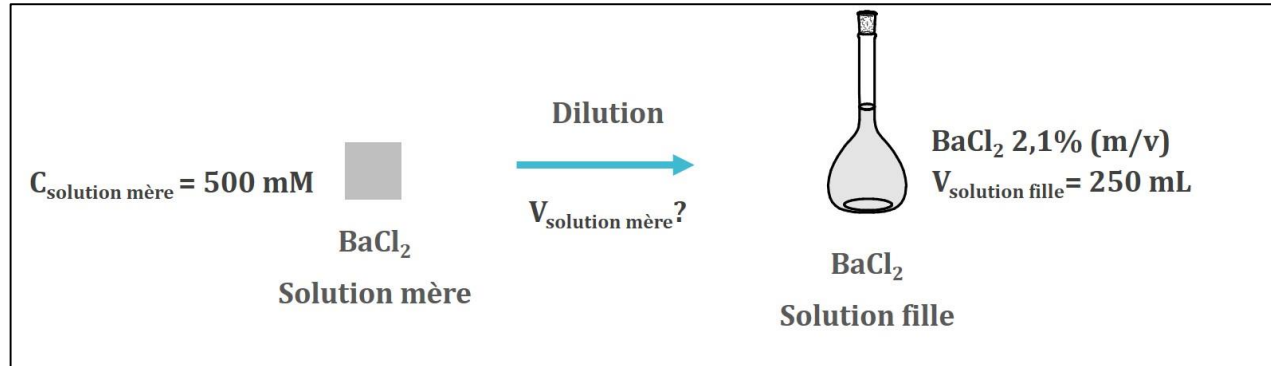
- étape 1 : calcul de la concentration massique C_m de la solution fille de BaCl_2

$$\text{BaCl}_2 \text{ à } 2,0 \text{ \% (m/v)} \Rightarrow 2,1 \text{ g pour } 100 \text{ mL de solution} \Rightarrow 21 \text{ g pour } 1000 \text{ mL} \Rightarrow C_m = 21 \text{ g/L}$$

- étape 2 : calcul de la concentration molaire C de la solution fille de BaCl_2

$$C_{\text{BaCl}_2 \text{ fille}} = \frac{C_m}{M(\text{BaCl}_2)} = \frac{21}{(137,3 + (2 \times 35,5))} = 0,100 \text{ mol/L}$$

Exercice 8 : Correction



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

- étape 3: calcul de V solution mère BaCl_2 à prélever



Respecter les unités!
 V en litre
 C en mol/L

$$V_{\text{BaCl}_2 \text{ solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}} = \frac{0,100 \times 0,25}{500 \cdot 10^{-3}} = 0,050 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 250 - 50 = 200 \text{ mL}$$

Exercice 8 : Correction

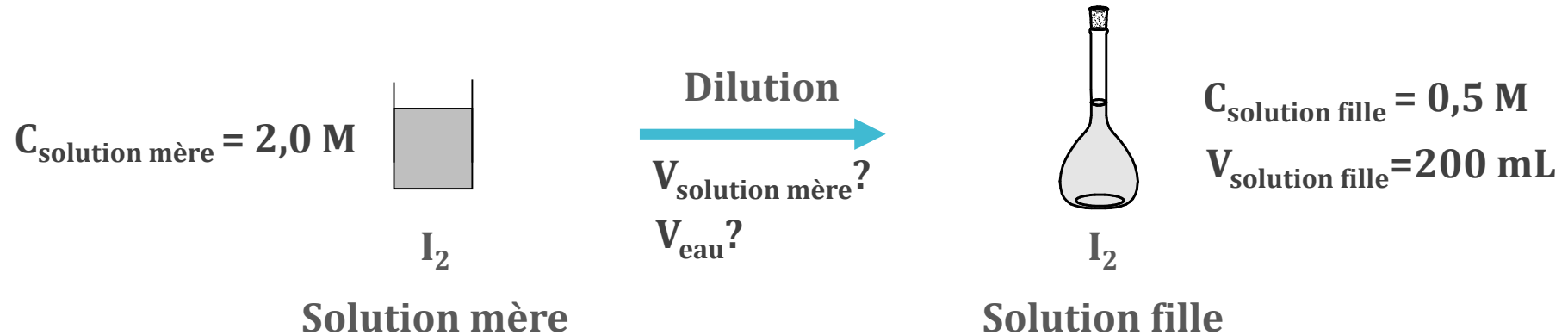
- 2) Facteur de dilution

$$F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

- A Le volume de solution de BaCl_2 à prélever est de 25 mL
- B Le volume de solution de BaCl_2 à prélever est de 50 mL
- C Le facteur de dilution est de 4
- D Le facteur de dilution est de 5
- E Toutes les propositions précédentes sont fausses

Exercice 9 : Énoncé

- 1) On dispose d'une solution de diiode I_2 à 2,0 M et on désire réaliser une solution de molarité 0,5 M. Quels volumes de solution de diiode et d'eau faut-il prélever pour obtenir 200 mL de solution? Quel est le facteur de dilution ?



- 2) On utilise 20 mL de la solution diluée de diiode (0,5 M) pour **doser** une solution de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$. Le volume versé à l'équivalence est de 10 mL. Calculer la concentration en thiosulfate de sodium?

On donne :



Exercice 9 : Correction

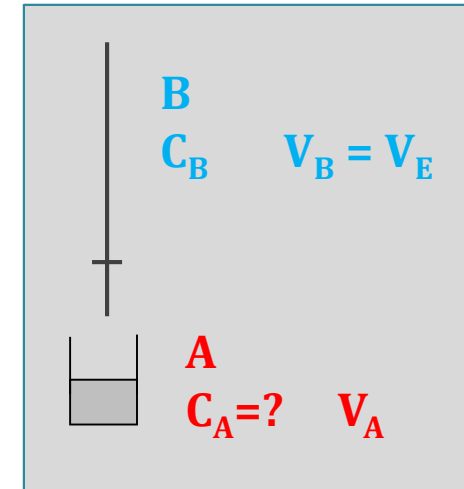
- Rappel: Dosage par titrage

Titration de **A** par **B**: $a A + b B \longrightarrow c C + d D$

A l'équivalence: $\frac{n_{(A)}}{a} = \frac{n_{(B)}}{b} \longrightarrow \frac{C_{(A)} \times V_{(A)}}{a} = \frac{C_{(B)} \times V_{(B)}}{b}$

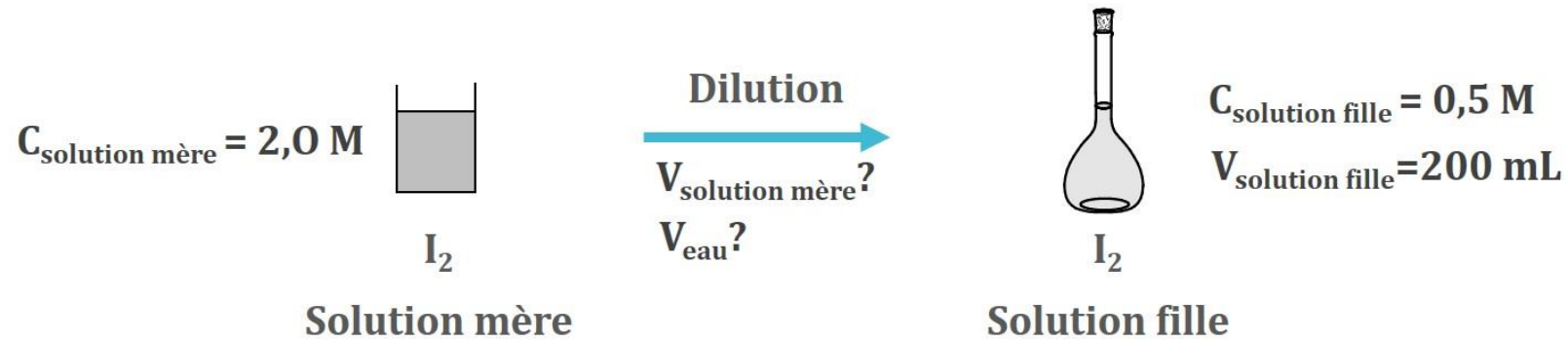


$C_{(A)}$ et $C_{(B)}$ en mol/L
 $V_{(A)}$ et $V_{(B)}$ en L



Exercice 9 : Correction

• 1)



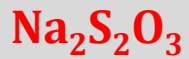
$$V_{I_2 \text{ solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}} = \frac{0,5 \times 200 \cdot 10^{-3}}{2,0} = 0,050 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

$$V_{H_2O} = 200 - 50 = 150 \text{ mL}$$

$$F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{2,0}{0,5} = 4$$

Exercice 9 : Correction

- 2) Titrage



$$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = ?$$

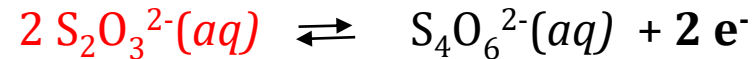
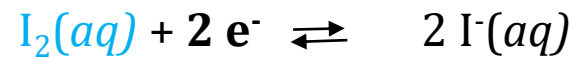
$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = V_E = 10 \text{ mL}$$



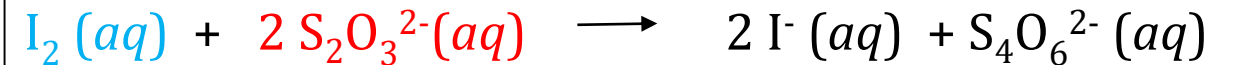
$$C_{\text{I}_2} = 0,5 \text{ M}$$

$$V_{\text{I}_2} = 20 \text{ mL}$$

- étape 1 : Equation de la réaction de dosage

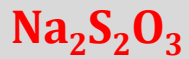


Réaction d'oxydoréduction:



Exercice 9 : Correction

- 2) Titrage



$$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = ?$$

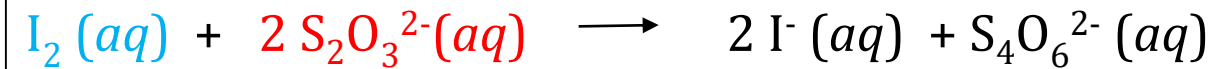
$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = V_E = 10 \text{ mL}$$



$$C_{\text{I}_2} = 0,5 \text{ M}$$

$$V_{\text{I}_2} = 20 \text{ mL}$$

- étape 2 : Relation à l'équivalence



$$\frac{n_{(\text{I}_2)}}{1} = \frac{n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}}{2}$$

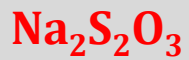


$$\frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{1} = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{1}$$

$$\Rightarrow \frac{n_{(\text{I}_2)}}{1} = \frac{n_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}}{2}$$

Exercice 9 : Correction

- 2) Titrage



$$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = ?$$

$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = V_E = 10 \text{ mL}$$



$$C_{\text{I}_2} = 0,5 \text{ M}$$

$$V_{\text{I}_2} = 20 \text{ mL}$$

- étape 3 : Calcul de $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$

$$\frac{C_{\text{I}_2} \times V_{\text{I}_2}}{1} = \frac{C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times V_E}{2}$$

$$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{2 C_{\text{I}_2} \times V_{\text{I}_2}}{V_E} = \frac{2 \times 0,5 \times 20 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 2,0 \text{ M}$$

Bilan

- **Savoir calculer une masse molaire (Exos 1 à 8)**
- **Savoir pondérer une réaction (Exos 3, 9)**
- **Savoir calculer une grandeur à partir de données : quantité de matière n , masse m , concentration molaire et massique, % m/V, % m/m, rendement d'une réaction (Exos 1 à 8)**
- **Connaître les relations entre la masse m et la quantité de matière n , entre la concentration molaire et la concentration massique (Exos 1 à 6)**
- **Savoir calculer la concentration d'une solution diluée et le facteur de dilution, savoir préparer une solution diluée à partir d'une solution concentrée, (Exos 5, 7 à 9)**
- **Connaître les correspondances mL-cm³, L-dm³...et les conversions mL en L, mmol en mol...**
- **Savoir calculer une concentration à partir d'un titrage (Exo 9)**

Merci pour votre attention

Dr Marylène CHOLLET-KRUGLER / UFR Pharmacie / Rennes

UNIVERSITÉ DE
RENNES 1



UFR Pharmacie - Rennes

Une question...
Une précision...
RDV sur le forum

Dr Marylène CHOLLET-KRUGLER / UFR Pharmacie / Rennes

