

PARTIE 1 - OBSERVER : COULEURS ET IMAGES

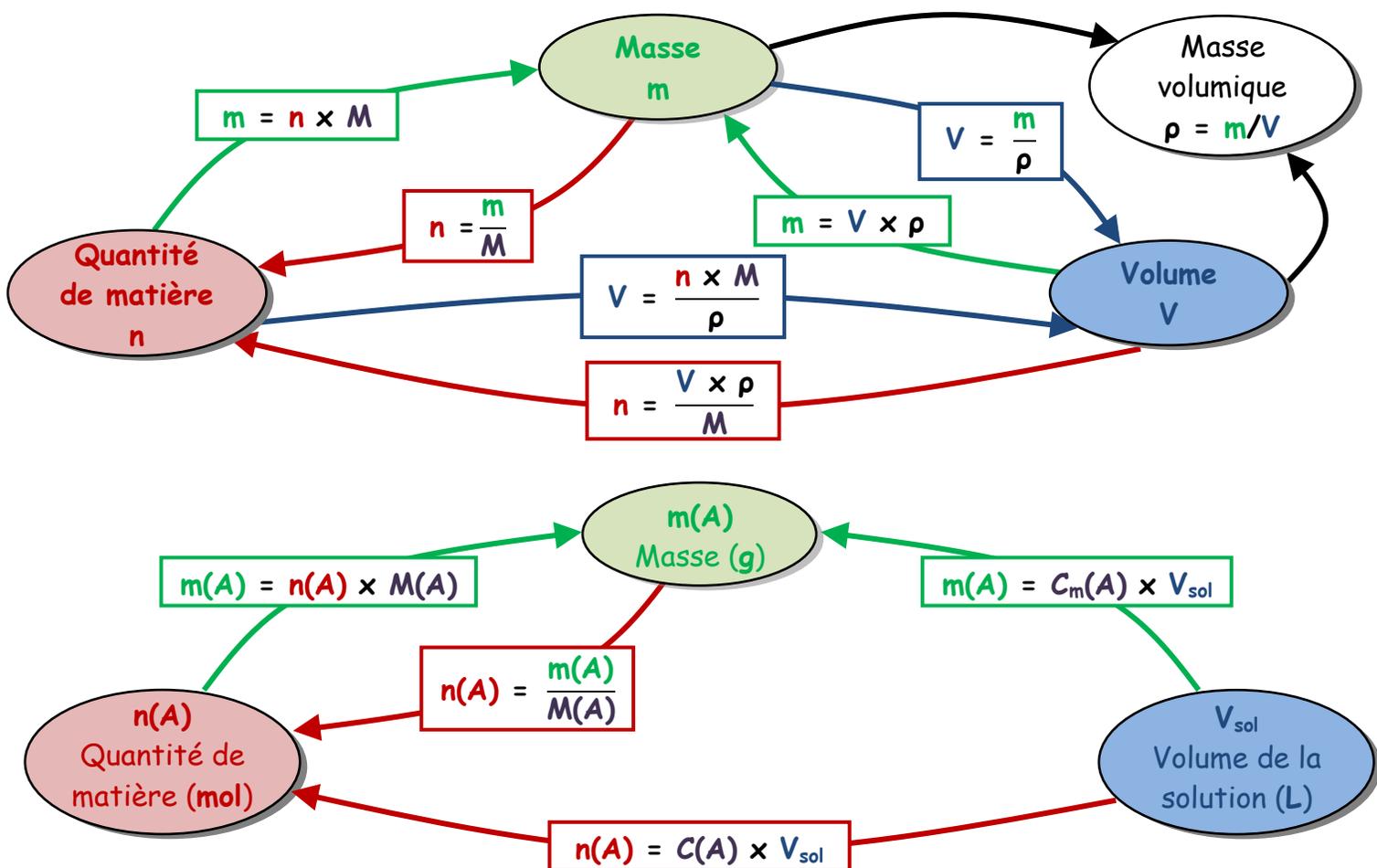
Chapitre 5 : Changement de couleur et réaction chimique (p. 79)

Compétences attendues :

- ✓ Identifier le réactif limitant, décrire quantitativement l'état final d'un système chimique.
- ✓ Interpréter en fonction des conditions initiales la couleur à l'état final d'une solution siège d'une réaction chimique mettant en jeu un réactif ou un produit coloré.
- ✓ Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert.*

(* Savoir-faire expérimentaux.

Rappels (p. 12)



I- Comment décrire l'évolution d'un système chimique ? (p. 82)

TP n°8 : Avancement d'une réaction chimique

1. Système chimique

Un **système chimique** est constitué d'espèces chimiques dont les quantités de matière évoluent d'un état initial à un état final.

Cette évolution correspond à une **réaction chimique**.

Remarque :

Lors d'une transformation faisant intervenir une espèce colorée (réactif ou produit), l'intensité de la coloration rend compte de l'évolution de la transformation.

2. Réactif limitant et réactif en excès (p. 82)

Dans une réaction chimique, un réactif qui est totalement consommé à l'état final est appelé **réactif limitant** ou réactif en défaut.

Un réactif qui n'est pas totalement consommé à l'état final est appelé **réactif en excès**.

3. Stœchiométrie (p. 82)

Quelques soient les quantités initiales, les réactifs disparaissent et les produits apparaissent dans des proportions déterminées par la loi de conservation des éléments chimiques et des charges électriques. Ces proportions traduisent la **stœchiométrie** de la réaction chimique.

4. Avancement (p. 82)

L'**avancement d'une réaction**, noté x , est une grandeur, exprimée en mole, qui permet de décrire l'évolution d'un système chimique.

Remarque :

→ À l'état initial, la réaction chimique n'a pas commencé : $x = 0$ mol.

→ Au cours de la réaction chimique, x augmente.

→ À l'état final, lorsque le réactif limitant a été entièrement consommé, x atteint sa valeur maximale : $x = x_{\max}$.

5. Tableau d'avancement (p. 82)

Le **tableau d'avancement** décrit l'évolution des quantités de matière d'un système de l'état initial à l'état final, en fonction de l'avancement x .

Exemple :

Équation chimique		$4 \text{ Al(s)} + 3 \text{ CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{ C(s)}$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière présentes dans le système (en mol)			
		$n(\text{Al})$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{Al}_2\text{O}_3)$	$n(\text{C})$
État initial (EI)	$x = 0$	$n_0(\text{Al})$	$n_0(\text{CO}_2)$	0	0
État intermédiaire	x	$n_0(\text{Al}) - 4x$	$n_0(\text{CO}_2) - 3x$	$0 + 2x$	$0 + 3x$
État final (EF)	$x = x_{\max}$	$n_0(\text{Al}) - 4x_{\max}$	$n_0(\text{CO}_2) - 3x_{\max}$	$2x_{\max}$	$3x_{\max}$

Le signe « - » indique que les quantités de réactifs diminuent.

Le signe « + » indique que les quantités de produits augmentent.

6. Avancement maximal x_{\max} (p. 83)

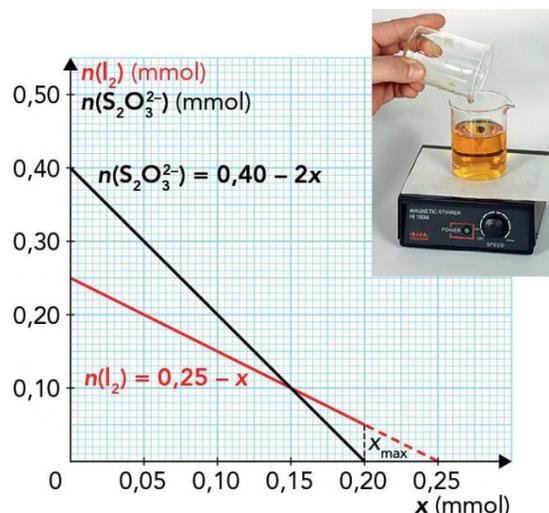
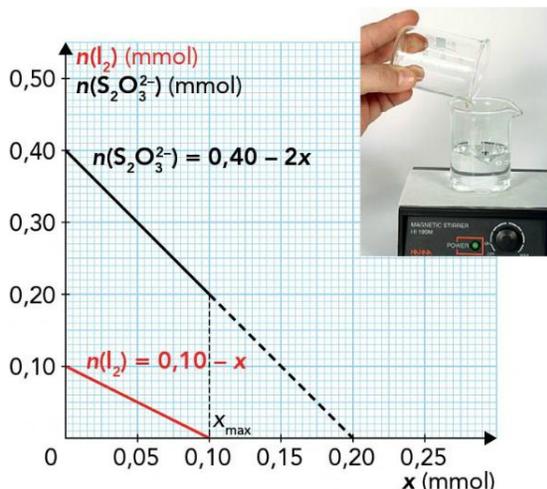
Pour déterminer la valeur de l'**avancement maximal** x_{\max} , on calcule les **valeurs des avancements qui annulent les quantités de chacun des réactifs**.

La plus petite de ces valeurs fournit l'avancement maximal x_{\max} .

Le réactif qui lui est associé est le **réactif limitant**.

Remarque :

Représentation graphique de l'évolution des quantités de matière d'un système en fonction de l'avancement :



Évolution des quantités de matière des réactifs I_2 et $S_2O_3^{2-}$ en fonction de l'avancement si :

→ $n_0(I_2) = 0,10$ mol et $n_0(S_2O_3^{2-}) = 0,40$ mol
⇒ le diode I_2 est le réactif limitant.

→ $n_0(I_2) = 0,25$ mol et $n_0(S_2O_3^{2-}) = 0,40$ mol
⇒ les ions $S_2O_3^{2-}$ sont le réactif limitant.

7. État final (p. 83)

La valeur de l'avancement maximal x_{max} permet de calculer les quantités de matière finales des espèces chimiques dans le mélange réactionnel.

8. Cas d'un mélange initial stœchiométrique (p. 84)

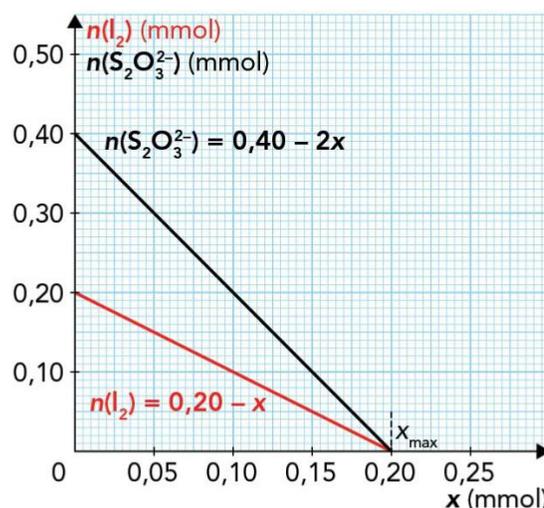
Un mélange initial est dit stœchiométrique si les quantités initiales de réactifs sont dans les proportions stœchiométriques.

À l'état final, il ne reste pas de réactifs car ils ont été entièrement consommés.

Remarque :

Représentation graphique de l'évolution des quantités de matière d'un système, dont les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, en fonction de l'avancement :

⇒ Les graphes coupent l'axe des abscisses au même point d'abscisse x_{max} .



Exercices n°(5), 6, (7), 9, (10) p. 90, n°11, (12) p. 91 et n°15, 16 p. 92

II- Comment déterminer la concentration d'une espèce colorée en solution ? (p. 84)

TP n°9 : Absorption, absorbance et dosage de solutions colorées

1. Absorbance (p. 84)

La couleur d'une solution correspond aux radiations non absorbées par la solution. Elle est dite **complémentaire** de la couleur absorbée.

L'**absorbance** $A(\lambda)$ représente la proportion de lumière absorbée par une portion de solution à une longueur d'onde λ donnée.

C'est une grandeur **positive sans unité**, mesurée à l'aide d'un **spectrophotomètre** (fiche 7 p. 360) ou d'un colorimètre.

Remarque :

L'absorbance de la solution colorée reflète le **rapport** entre l'**intensité de la lumière incidente** et celle de la **lumière transmise** pour une radiation de longueur d'onde donnée.

2. Spectre d'absorption, $A = f(\lambda)$ (p. 85)

Le **spectre d'absorption** d'une solution est le graphe de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde.

Il permet de déterminer la longueur d'onde correspondant à l'**absorbance maximale** de la solution. À cette longueur d'onde, l'incertitude des mesures est la plus petite.

3. Loi de Beer-Lambert (p. 85)

L'absorbance A d'une espèce chimique en solution diluée est proportionnelle à la concentration molaire C de cette espèce et à l'épaisseur l de la solution traversée :

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot C \quad \text{avec } A \text{ sans unité, } l \text{ en cm, } C \text{ en mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } \varepsilon \text{ en mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}.$$

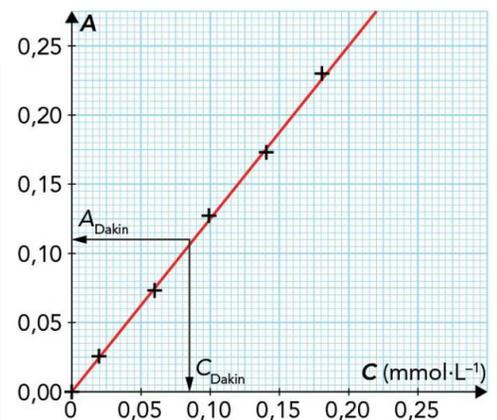
ε est le **coefficient d'extinction molaire**. Il dépend de la nature de l'espèce, de la longueur d'onde, du solvant et de la température.

4. Dosage spectrophotométrique par étalonnage (p. 85)

Doser une espèce chimique en solution, c'est **déterminer avec précision la concentration molaire** de l'espèce.

La mesure de l'absorbance de plusieurs solutions de concentrations différentes permet de tracer la **courbe d'étalonnage** $A = f(C)$.

La mesure de l'absorbance de la solution inconnue dans les mêmes conditions et la courbe d'étalonnage permettent de déterminer la **concentration** (fiche 7 p. 360).



Exercices n°13, (14) p. 91, n°18 p. 92 et n°19 p. 93