

C2 — Méthodes physiques d'analyse

Thème 1 · Matière · Physique-Chimie Terminale

Table des matières

1	Pourquoi ce chapitre ?	1
2	Ce que tu vas apprendre	1
3	1. Spectrophotométrie UV-visible	2
3.1	a. Absorption de la lumière	2
3.2	b. Spectre d'absorption	2
3.3	c. Loi de Beer-Lambert	2
4	2. Conductimétrie	3
4.1	a. Conductivité d'une solution	3
4.2	b. Loi de Kohlrausch	3
4.3	c. Dosage par conductimétrie	4
5	Carte mentale	4
6	À retenir absolument	4
7	Pour aller plus loin	5

1 Pourquoi ce chapitre ?

Devant un verre d'eau un peu trouble, comment savoir **ce qu'il contient exactement** ? Tu peux goûter (mauvaise idée pour la sécurité), sentir, ou bien... mesurer. Mesurer sans modifier l'échantillon, c'est tout l'objet des **méthodes physiques d'analyse** : la solution absorbe-t-elle la lumière ? Conduit-elle le courant ? Chacune de ces propriétés physiques peut révéler une concentration.

Ce chapitre t'apprend deux outils essentiels : la **spectrophotométrie UV-visible** (absorption de la lumière) et la **conductimétrie** (conduction du courant par les ions).

2 Ce que tu vas apprendre

- Construire et exploiter un **spectre d'absorption** UV-visible
- Appliquer la **loi de Beer-Lambert** pour doser une espèce colorée
- Comprendre la **conductivité** σ d'une solution ionique
- Utiliser la **loi de Kohlrausch** pour doser par conductimétrie

3 1. Spectrophotométrie UV-visible

3.1 a. Absorption de la lumière

Une solution colorée **absorbe** certaines longueurs d'onde de la lumière visible et **transmet** les autres. La **couleur perçue** est celle qui est transmise, soit la **complémentaire** de la couleur absorbée.

Exemple : une solution de sulfate de cuivre est **bleue** car elle absorbe dans le **rouge-orangé** (autour de 800 nm).

3.2 b. Spectre d'absorption

Un **spectrophotomètre** mesure l'**absorbance** A en fonction de la longueur d'onde λ . On obtient le **spectre** $A(\lambda)$, avec un maximum à λ_{\max} (longueur d'onde d'absorption maximale).

On travaille toujours à λ_{\max} car :

- L'absorbance y est la plus grande \rightarrow mesure plus précise
- Une petite erreur de réglage de λ y affecte peu la mesure (extrémum)

3.3 c. Loi de Beer-Lambert

Loi de Beer-Lambert

$$A = \varepsilon(\lambda) \cdot \ell \cdot c$$

- A : absorbance (sans unité)
- $\varepsilon(\lambda)$: coefficient d'absorption molaire ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)
- ℓ : largeur de la cuve traversée (cm)
- c : concentration molaire de l'espèce ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

L'absorbance est **proportionnelle à la concentration**. En traçant $A = f(c)$ pour des solutions étalons, on obtient une **droite d'étalonnage** qui permet de doser un échantillon inconnu.

Analogie — Une foule devant une scène

Imagine la lumière comme un faisceau de photons qui traverse une salle remplie de spectateurs (les molécules). Plus il y a de spectateurs (c élevée), plus de photons sont « attrapés ». Plus la salle est profonde (ℓ grand), plus il y a d'occasions d'être attrapé. Et certains spectateurs sont plus attrapeurs que d'autres (ε dépend de la molécule **et** de la longueur d'onde).

Piège — Validité

La loi de Beer-Lambert n'est valable que pour des solutions **diluées** (typiquement $c < 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Au-delà, les molécules interagissent entre elles et la relation devient non-linéaire. **Toujours vérifier la linéarité** avec des solutions étalons.

Exemple — Doser le diiode

On mesure $A = 0,45$ à 520 nm pour une solution inconnue de diiode, avec $\ell = 1,0$ cm. La droite d'étalonnage donne $A = 850 \cdot c$ (avec c en mol/L).

$$c = \frac{A}{850} = \frac{0,45}{850} \approx 5,3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

4 2. Conductimétrie

4.1 a. Conductivité d'une solution

Une solution contenant des **ions** conduit l'électricité. Sa **conductivité** σ se mesure en siemens par mètre ($\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$).

$$G = \sigma \cdot \frac{S}{\ell}$$

où G est la conductance (S), S la surface des électrodes (m^2) et ℓ la distance qui les sépare (m).

4.2 b. Loi de Kohlrausch

Pour une solution ionique diluée :

Loi de Kohlrausch

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$$

- σ : conductivité ($\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$)
- λ_i : conductivité molaire ionique de l'ion X_i ($\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$)
- $[X_i]$: concentration de l'ion X_i en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ (pas en mol/L !)

Chaque ion contribue à la conductivité selon sa propre **mobilité**. Les ions H_3O^+ et HO^- ont des conductivités molaires très élevées (5 à 10 fois les ions classiques) car ils « sautent » de molécule d'eau en molécule d'eau.

Piège — Unités

σ est en $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$, λ_i en $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, donc $[X_i]$ **doit** être en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$. Pour convertir : $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^3 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$. Oublier ce facteur est l'erreur n°1 au bac.

Analogie — Une autoroute

Les ions sont des voitures. La conductivité, c'est le **débit total** de trafic. Plus il y a de voitures ($[X_i]$) et plus elles roulent vite (λ_i), plus le débit est grand. Certaines voitures sont des Ferrari (H_3O^+ , HO^-), d'autres sont des camions (gros ions). Chaque « véhicule » contribue séparément.

4.3 c. Dosage par conductimétrie

Pour doser une espèce ionique, on peut :

1. **Étalonnage** : tracer $\sigma = f(c)$ pour des solutions de concentrations connues, puis mesurer σ de l'inconnu.
 2. **Titration** : suivre σ au fur et à mesure de l'ajout d'un réactif. Le point équivalent correspond à un **changement de pente** dans le tracé $\sigma(V)$.
-

5 Carte mentale



6 À retenir absolument

- **Spectre d'absorption** : tracé de $A(\lambda)$; on travaille à λ_{\max} .
- **Beer-Lambert** : $A = \varepsilon \ell c$, linéaire pour solutions diluées.
- **Conductivité** : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$, attention aux **mol · m³**.
- Ces méthodes sont **non destructives** : on peut récupérer l'échantillon.

7 Pour aller plus loin

- Cours officiel (PDF)
- Méthodes chimiques d'analyse (C3)
- Étalonnage et incertitudes de mesure