

S24 – Lampe UV / UV-Visible : spectres et absorbance

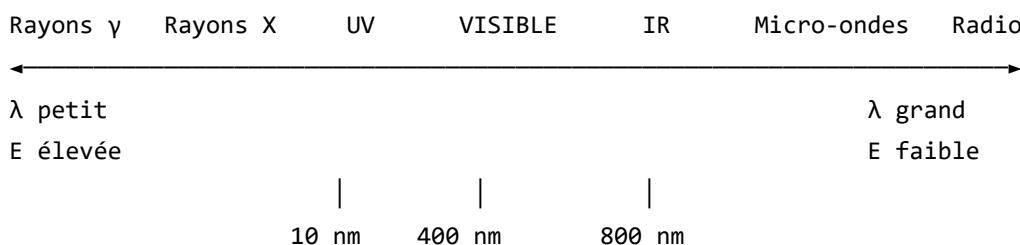


1 Rappel : ondes électromagnétiques vs mécaniques

Critère	Onde mécanique (S23)	Onde EM (S24)
Exemple	Ultrasons	Lumière, UV, IR
Milieu nécessaire ?	<input checked="" type="checkbox"/> Oui (air, eau, peau)	<input checked="" type="checkbox"/> Non (se propage dans le vide)
Célérité dans le vide	Impossible	$c = 3 \times 10^8$ m/s
Gel de contact ?	Obligatoire	Non nécessaire
Relation	$c = \lambda \times f$ (identique)	$c = \lambda \times f$ (identique)

2 Le spectre électromagnétique

Vue d'ensemble



Zoom sur UV et visible

Domaine	Bornes de λ	Caractéristiques	Usage cosmétique
UVC	100 – 280 nm	Très dangereux, arrêtés par l'ozone	Stérilisation (lampes germicides)

Domaine	Bornes de λ	Caractéristiques	Usage cosmétique
UVB	280 – 320 nm	Coups de soleil (érythème)	Protection SPF
UVA	320 – 400 nm	Vieillissement cutané, bronzage	Protection PA / UVA
Visible	400 – 800 nm	Lumière perçue par l'œil	LED bleue (anti-acné), rouge (anti-âge)
IR	800 nm – 1 mm	Chaleur	Lampes IR institut

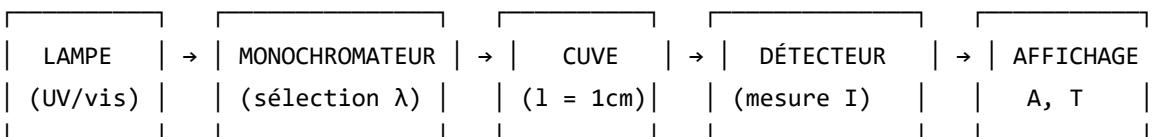
☞ À RETENIR – SPECTRE EM :

- UV : 10-400 nm (invisible, dangereux pour la peau)
- Visible : 400-800 nm (couleurs perçues par l'œil)
- IR : > 800 nm (chaleur)
- UVA (320-400) = vieillissement ; UVB (280-320) = brûlure
- Filtres solaires = molécules qui ABSORBENT les UV

3 Le spectrophotomètre UV-visible

Principe

Un spectrophotomètre mesure la quantité de lumière **absorbée** par un échantillon en solution.



Grandeurs mesurées

Grandeur	Symbole	Définition	Unité
Transmittance	T	Fraction de lumière transmise : $T = I/I_0$	Sans unité
Absorbance	A	Mesure de la lumière absorbée : $A = -\log_{10}(T) = \log_{10}(I_0/I)$	Sans unité

⚠ Si T est exprimée en %, convertir : $T = T(\%) / 100$ avant d'utiliser \log_{10} .

Signification :

- Si l'échantillon吸吸beaucoup → A grand (solution foncée, concentrée)
- Si l'échantillon n'absorbe pas → A ≈ 0 (solution transparente, diluée)

4 Spectres d'absorption

Définition

Un **spectre d'absorption** est le graphe de l'absorbance A en fonction de la longueur d'onde λ : $A = f(\lambda)$.

Ce qu'on cherche sur un spectre

Élément	Comment le trouver	Signification
λ_{max}	Sommet du pic (maximum d'absorption)	Longueur d'onde où la mesure est la plus sensible
Domaine	UV (< 400 nm) ou visible (> 400 nm)	Détermine l'usage (filtre UV ou colorant)

Lien spectre – couleur

Si une molécule absorbe dans le **visible**, elle apparaît de la **couleur complémentaire** :

Couleur absorbée	λ absorbée	Couleur observée
Violet	400-450 nm	Jaune-vert
Bleu	450-495 nm	Orange

Couleur absorbée	λ absorbée	Couleur observée
Vert	495-570 nm	Rouge-violet
Rouge	620-800 nm	Bleu-vert

Exemple : Le β -carotène absorbe le bleu-violet (≈ 450 nm) \rightarrow il apparaît **orange**.

5 Loi de Beer-Lambert

Énoncé

L'absorbance A d'une solution est **proportionnelle** à la concentration C de l'espèce absorbante.

$$A = \epsilon \times l \times C$$

A : absorbance (sans unité)

ϵ : coefficient d'absorption molaire ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$)

l : longueur de la cuve (cm) – en général l = 1 cm

C : concentration molaire ($mol \cdot L^{-1}$)

Relations dérivées

On cherche	Formule
A	$A = \epsilon \times l \times C$
C	$C = A / (\epsilon \times l)$
ϵ	$\epsilon = A / (l \times C)$

Signification physique

⚠ Si la CONCENTRATION DOUBLE → l'ABSORBANCE DOUBLE

Analogie du thé :

- 1 sachet → couleur claire (A faible)
- 2 sachets → couleur 2× plus foncée (A double)
- 3 sachets → couleur 3× plus foncée (A triple)

Conditions de validité

La loi de Beer-Lambert est valable si :

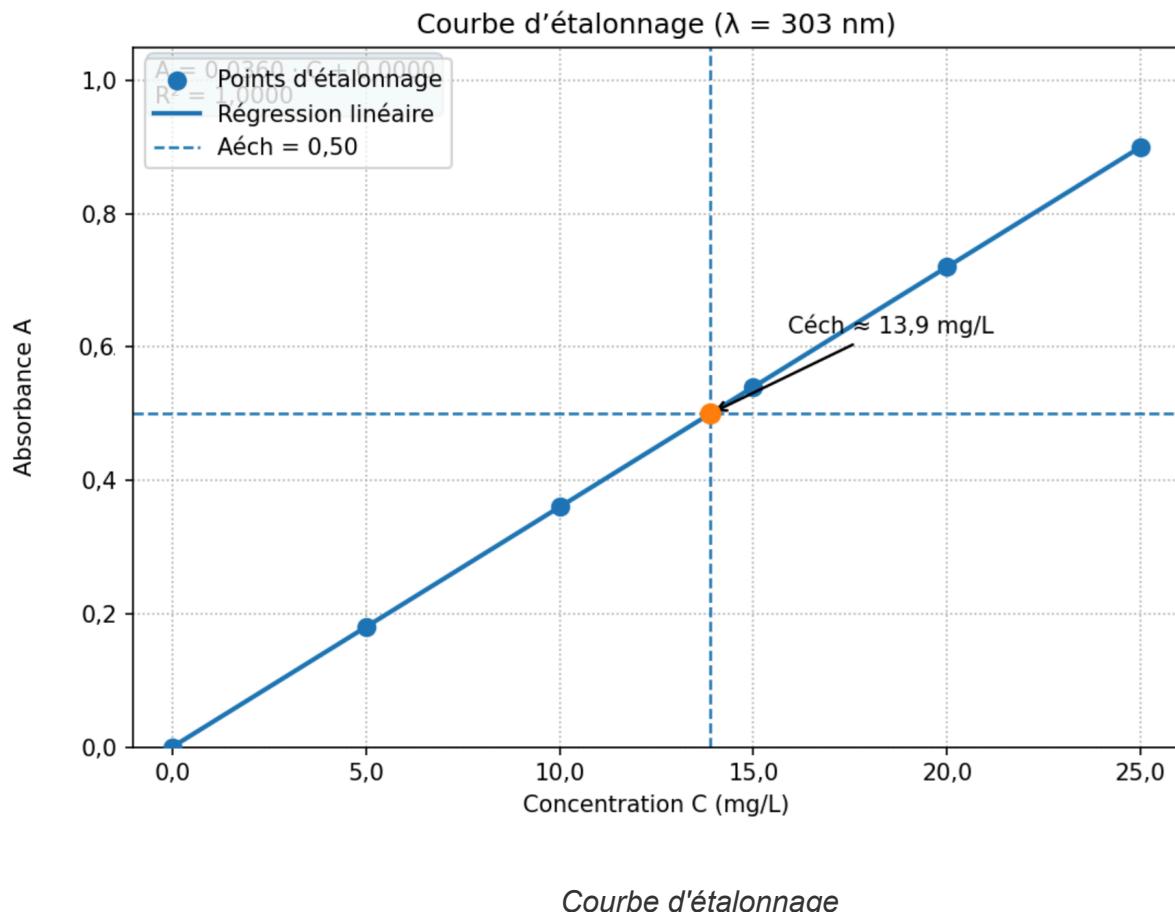
- La solution est **diluée** ($A < 2$)
- La lumière est **monochromatique** (une seule λ , de préférence λ_{max})
- La solution est **homogène**

6 Dosage par courbe d'étalonnage

Méthode en 5 étapes

1. Préparer des **solutions étalons** de concentration connue
2. Mesurer l'**absorbance** de chaque étalon à λ_{max}
3. Tracer la courbe $A = f(C)$ → droite passant par l'origine
4. Mesurer l'absorbance de l'**échantillon inconnu** ($A_{éch}$)
5. **Lecture graphique** : trait horizontal → droite → trait vertical → $C_{éch}$

Lecture graphique



Conclusion de conformité

Étape	Action
1	Déterminer $C_{éch}$ par lecture graphique
2	Rappeler l'intervalle du cahier des charges $[C_{min} ; C_{max}]$
3	Comparer : $C_{min} \leq C_{éch} \leq C_{max}$?
4	Conclure : conforme (dans l'intervalle) ou non conforme

📌 À RETENIR – DOSAGE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE :

- Mesurer TOUJOURS à λ_{max} (sensibilité maximale)
- Loi de Beer-Lambert : $A = \epsilon \times l \times C$
- Courbe d'étalonnage : droite $A = f(C)$ par l'origine
- Lecture graphique : horizontal → droite → vertical
- Conformité : $C_{éch} \in [C_{min} ; C_{max}]$ du CDC

7 Pourquoi mesurer à λ_{max} ?

À λ_{max} , l'absorbance est **maximale** → meilleure **sensibilité** :

- Petite variation de C → variation mesurable de A → dosage **précis**
- À une autre λ , A serait plus faible → difficile de distinguer deux concentrations proches → dosage **imprécis**

📌 À retenir pour l'E2

Définitions essentielles

Terme	Définition
Onde EM	Perturbation qui se propage sans milieu matériel
Absorbance A	Grandeur sans unité mesurant la lumière absorbée
λ_{max}	Longueur d'onde du maximum d'absorption
Loi de Beer-Lambert	$A = \epsilon \times l \times C$ (proportionnalité A ↔ C)
Courbe d'étalonnage	Droite $A = f(C)$ permettant de doser un inconnu
Filtre UV	Molécule qui absorbe les UV (λ_{max} dans le domaine UV)
Spectrophotomètre	Appareil mesurant l'absorbance d'un échantillon

Règles pratiques

Règle	Application
$A \uparrow$ quand $C \uparrow$	Proportionnalité Beer-Lambert
λ_{max} = sommet du pic	Lecture de spectre
Mesure à λ_{max}	Meilleure sensibilité pour le dosage
Droite par l'origine	Vérification de la loi de Beer-Lambert
$C_{éch} \in [C_{min} ; C_{max}] \rightarrow$ conforme	Conclusion de contrôle qualité

Vocabulaire à maîtriser

- Spectre électromagnétique – UV, UVA, UVB, UVC – Visible, IR
- Absorbance, transmittance – λ_{max}
- Spectrophotomètre – Monochromateur, cuve, détecteur
- Loi de Beer-Lambert – ϵ , I, C
- Courbe d'étalonnage – Lecture graphique
- Conforme, non conforme – Cahier des charges



Lien avec la suite de la progression

Séance	Réinvestissement
S03	Concentration massique → ici : dosage par spectrophotométrie
S05	Échelle de teinte → ici : courbe d'étalonnage (même logique, plus précis)
S23	Ondes mécaniques (US) → ici : ondes EM ($c = \lambda \times f$ identique)
COSMÉTO S24	Preuves d'efficacité → documents instrumentaux (spectres)
COSMÉTO S25	Analyse résultats expérimentaux → dosage spectrophotométrique



Fiches méthode associées

- ➡ Fiche méthode 02 – Calculer et interpréter (D.U.C.I.)

➡ Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)