

Fiche méthode 09 – Lire un spectre (UV/Visible, irradiance)

Compétences E2 : Analyser – Interpréter – Argumenter

Cette fiche vous guide pour exploiter les documents spectraux que vous rencontrerez à l'épreuve E2 : spectres d'absorption UV/Visible, spectres d'irradiance, et courbes d'absorbance. Vous ne réalisez **jamais** la mesure : les données sont **fournies**.

Qu'est-ce qu'un spectre ?

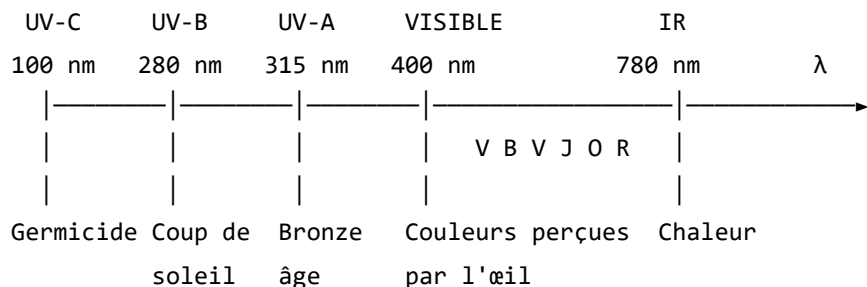
Un **spectre** est une représentation graphique qui montre comment une grandeur physique (absorbance, irradiance, transmittance...) **varie en fonction de la longueur d'onde** (λ).

En cosmétique, les spectres servent à :

- **Vérifier la conformité** d'un produit (concentration d'un actif)
- **Caractériser la protection** d'un filtre solaire (absorption UV)
- **Comprendre la couleur** d'un produit ou d'un colorant
- **Contrôler la qualité** d'un appareil (LED, lampe UV)

Les ondes électromagnétiques : rappel essentiel

Le spectre électromagnétique



Grandeurs fondamentales

Grandeur	Symbole	Unité	Relation
Longueur d'onde	λ	nm (nanomètre)	—
Fréquence	f (ou ν)	Hz	$\lambda = c / f$
Célérité (lumière dans le vide)	c	m/s	$c = 3,00 \times 10^8$ m/s
Énergie du photon	E	J (ou eV)	$E = h \times f$

✦ RÈGLE CLÉ :

Plus λ est PETIT → plus l'énergie est GRANDE

UV-C (100 nm) >> UV-A (400 nm) >> IR (> 780 nm)

C'est pourquoi les UV-B/C sont les plus dangereux

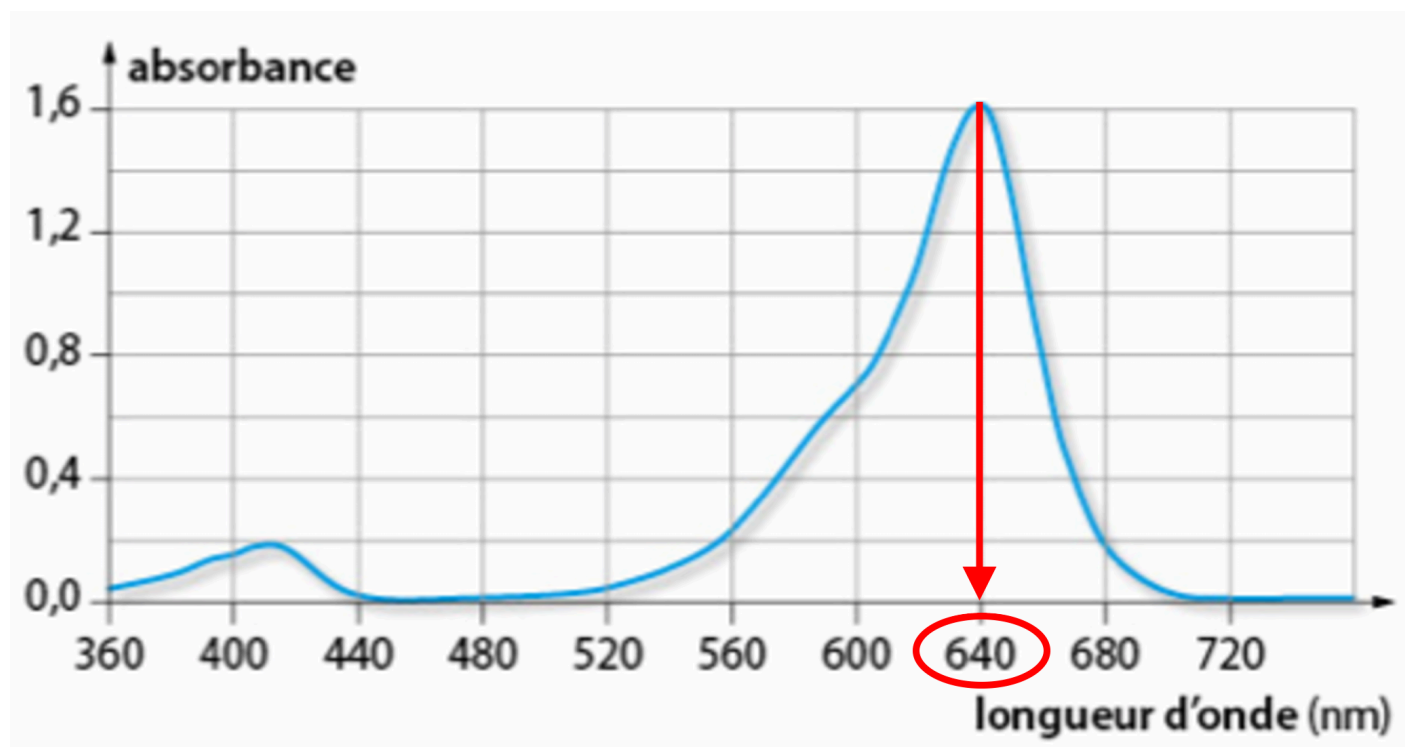


Type 1 – Spectre d'absorption UV/Visible

Ce que vous recevez à l'examen

Un graphique **Absorbance = $f(\lambda)$** montrant à quelles longueurs d'onde une substance absorbe la lumière.

Comment le lire



On note que l'absorbance maximale ici $\lambda_{max} = 640 \text{ nm}$

Informations à extraire

Élément	Comment le trouver	Ce que ça signifie
λ_{max}	Abscisse du pic le plus haut	Longueur d'onde préférentiellement absorbée
Largeur du pic	Étendue de la bande d'absorption	Zone spectrale couverte
Domaine	UV-C, UV-B, UV-A, visible ?	Type de protection ou couleur

Application : filtres solaires

Filtre	λ_{max}	Domaine	Protection
Filtre UV-B	$\approx 310 \text{ nm}$	UV-B	Anti-coup de soleil
Filtre UV-A	$\approx 360 \text{ nm}$	UV-A	Anti-vieillessement
Filtre large spectre	290–400 nm	UV-B + UV-A	Protection complète

Rédaction E2

« Le spectre d'absorption du filtre X présente un maximum d'absorption à $\lambda_{\text{max}} = 310 \text{ nm}$, situé dans le domaine UV-B (280-315 nm). Ce filtre absorbe donc principalement les UV-B, responsables des coups de soleil. Cependant, son absorption est faible dans le domaine UV-A (315-400 nm), ce qui limite la protection contre le vieillissement photo-induit. »



Type 2 – Loi de Beer-Lambert (absorbance et concentration)

La loi

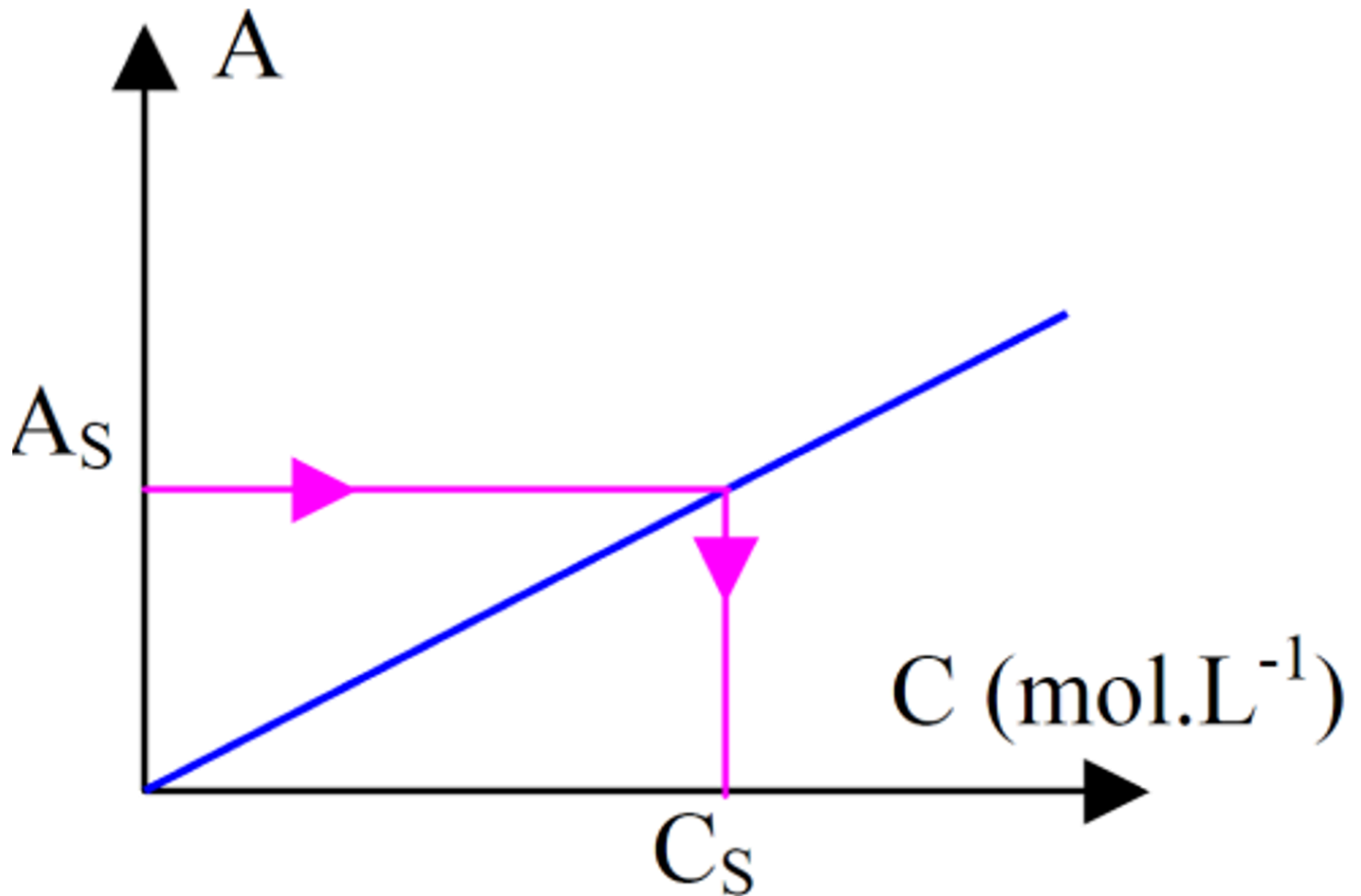
$$A = \varepsilon \times \ell \times C$$

Symbole	Grandeur	Unité
A	Absorbance	sans unité
ε	Coefficient d'extinction molaire	$\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
ℓ	Épaisseur de la cuve (trajet optique)	cm
C	Concentration molaire	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Conditions de validité

- Solution **diluée** ($A < 2$, idéalement $A < 1$)
- Solution **limpide** (pas de trouble)
- Lumière **monochromatique** (une seule λ , choisie = λ_{max})

Exploitation graphique : droite $A = f(C)$



Méthode pour déterminer une concentration inconnue

1. **Tracer** la droite d'étalonnage $A = f(C)$ avec les solutions étalons
2. **Mesurer** l'absorbance A_S de la solution inconnue
3. **Reporter** A_S sur le graphique \rightarrow lire C_S sur l'axe des abscisses
4. **Vérifier** que C_S est dans le domaine de linéarité

OU par calcul :

$$C_S = \frac{A_S}{\varepsilon \times \ell}$$

Rédaction E2

« La droite d'étalonnage $A = f(C)$ est linéaire et passe par l'origine, ce qui confirme que la loi de Beer-Lambert est vérifiée dans ce domaine de concentration. L'absorbance de la solution inconnue est $A_S = 0,65$. Par report graphique, on détermine $C_S = 0,045 \text{ mol/L}$. Cette concentration

correspond à une concentration massique de 3,4 g/L, conforme au cahier des charges [3,0 – 4,0 g/L]. »



Type 3 – Spectre d'irradiance (appareils)

Ce que c'est

Un spectre d'**irradiance** (ou spectre d'émission) montre **ce qu'émet** une source lumineuse (lampe UV, LED, soleil...) en fonction de la longueur d'onde.

Ce que vous recevez à l'examen

Un graphique **Irradiance = $f(\lambda)$** (en W/m² ou mW/cm²).

Comment le lire

Élément	Ce que ça signifie
Pic principal	Longueur d'onde la plus intense émise
Largeur d'émission	Gamme spectrale couverte
Domaine	UV-C/B/A, visible, IR → danger et usage

Applications en cosmétique

Appareil	Domaine d'émission	Usage
Lampe UV-A (36W)	340–400 nm	Polymérisation vernis semi-permanent
LED UV (405 nm)	≈ 405 nm (étroit)	Polymérisation vernis LED
Lampe Wood	365 nm	Diagnostic cutané
LED rouge	620–640 nm	Photo-rajeunissement
LED bleue	415–420 nm	Anti-acné (action antibactérienne)

Rédaction E2

« Le spectre d'émission de la lampe LED présente un pic étroit centré à 405 nm, dans le domaine UV-A proche / visible violet. Cette longueur d'onde est adaptée à la polymérisation des résines de vernis gel. Le spectre montre une absence d'émission dans les domaines UV-B et UV-C, ce qui limite le risque pour la peau de la cliente lors de l'utilisation en institut. »



Lien couleur ↔ absorption (visible)

Principe

Un objet qui **absorbe** une couleur apparaît de la **couleur complémentaire**.

Cercle chromatique simplifié

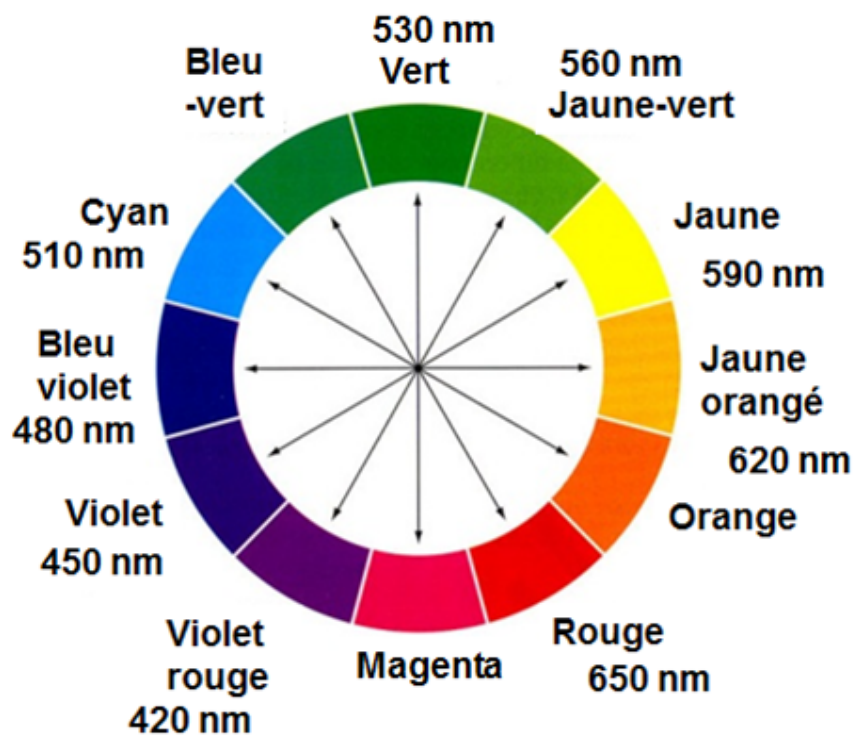
Couleur absorbée	λ absorbée (nm)	Couleur perçue (complémentaire)
Violet	380–450	Jaune-vert
Bleu	450–490	Orange
Vert	490–560	Rouge-violet
Jaune	560–590	Bleu-violet
Orange	590–630	Bleu
Rouge	630–780	Bleu-vert (cyan)

Application

Si un colorant capillaire absorbe à $\lambda_{max} = 480$ nm (bleu), il apparaît **orange**.

✦ ASTUCE :

Couleur vue = couleur COMPLÉMENTAIRE de celle absorbée
(diamétralement opposée sur le cercle chromatique)



⚠ Erreurs fréquentes

Erreur	Correction
Confondre absorption et émission	Absorption = ce que la substance RETIENT ; Émission = ce que la source ÉMET
Lire λ_{max} sur l'axe des ordonnées	λ_{max} se lit sur l'axe des abscisses (longueurs d'onde)
Confondre absorbance et transmittance	A élevée = absorbe beaucoup = transmet peu ($T = 10^{-A}$)
Oublier les unités de C dans Beer-Lambert	C en mol/L (pas en g/L, sauf si ϵ est adapté)
Conclure sans comparer à une référence	Toujours comparer au cahier des charges ou à une norme
Dire "la lampe absorbe les UV"	La lampe émet ; c'est le filtre solaire qui absorbe

✓ Checklist E2 – Spectres

Pour un spectre d'absorption

Critère	✓
J'ai identifié λ_{max} (abscisse du pic)	<input type="checkbox"/>
J'ai situé λ_{max} dans le bon domaine (UV-C/B/A, visible)	<input type="checkbox"/>
J'ai relié le domaine à une propriété cosmétique	<input type="checkbox"/>
J'ai comparé à une référence ou un cahier des charges	<input type="checkbox"/>

Pour Beer-Lambert

Critère	✓
J'ai vérifié les conditions de validité ($A < 2$, solution limpide)	<input type="checkbox"/>
J'ai lu ou calculé C correctement (unités !)	<input type="checkbox"/>
J'ai converti en concentration massique si demandé ($C_m = C \times M$)	<input type="checkbox"/>
J'ai comparé au cahier des charges et conclu	<input type="checkbox"/>

Pour un spectre d'irradiance

Critère	✓
J'ai identifié le pic d'émission principal	<input type="checkbox"/>
J'ai situé le domaine d'émission	<input type="checkbox"/>
J'ai relié à l'usage de l'appareil	<input type="checkbox"/>
J'ai évalué le risque éventuel (UV-B/C émis ?)	<input type="checkbox"/>