

# PHYSIQUE-CHIMIE

## Terminale

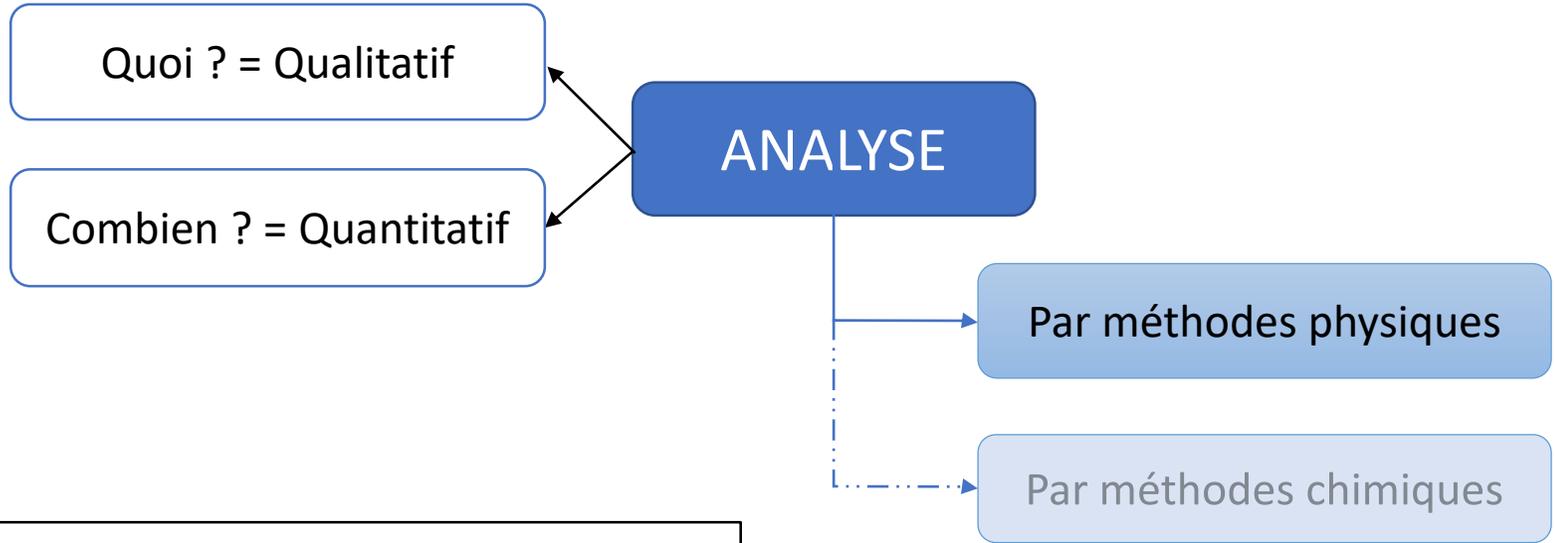
Enseignement de spécialité de la voie générale

Enseignement SPCL de la filière STL de la voie  
technologique

**Analyser un système  
chimique par  
méthodes physiques**

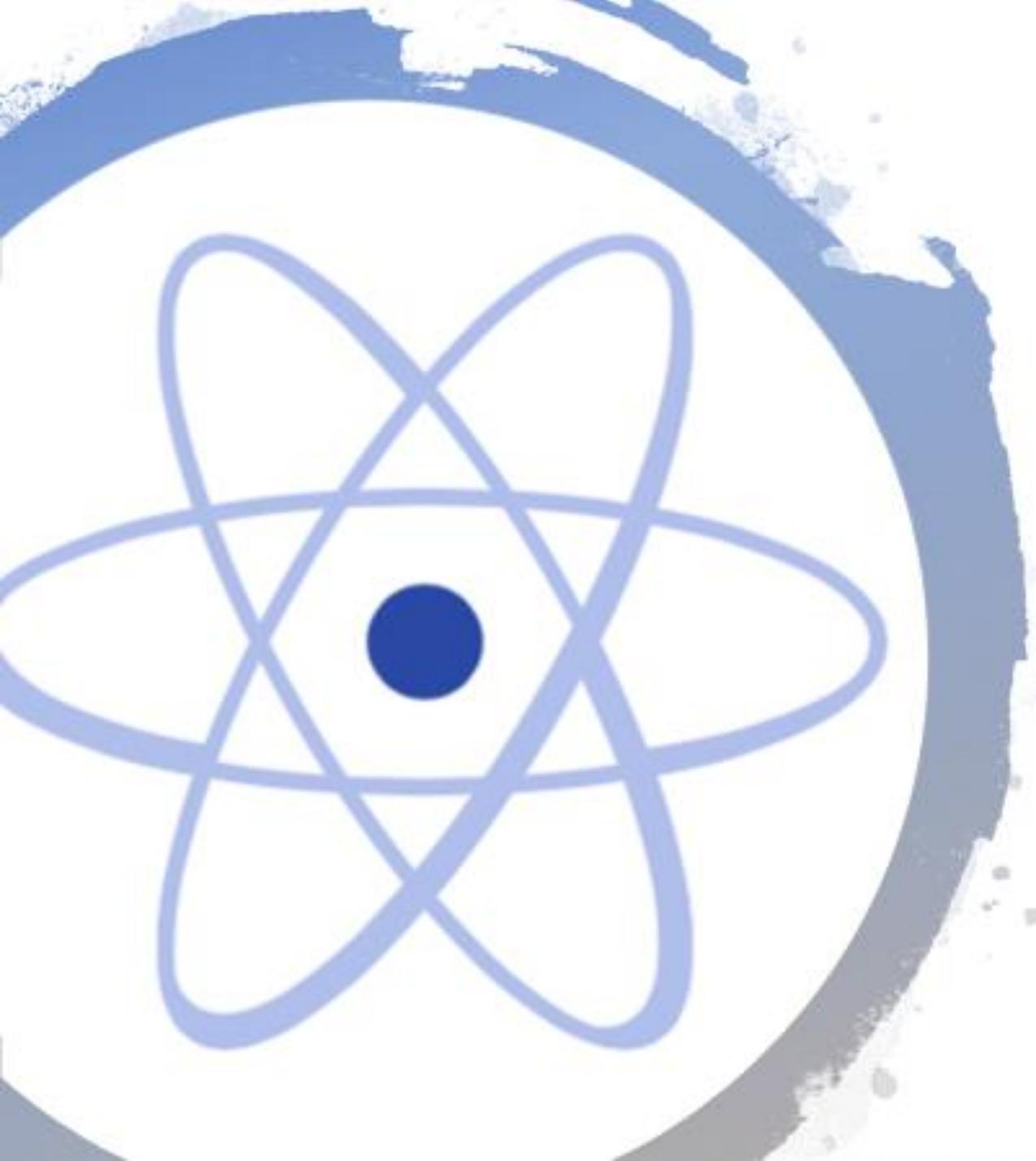


## Introduction



**Ingrédients :** Sucre, eau, arôme naturel de menthe, émulsifiants : gomme d'acacia, E445, colorant : bleu patenté V.

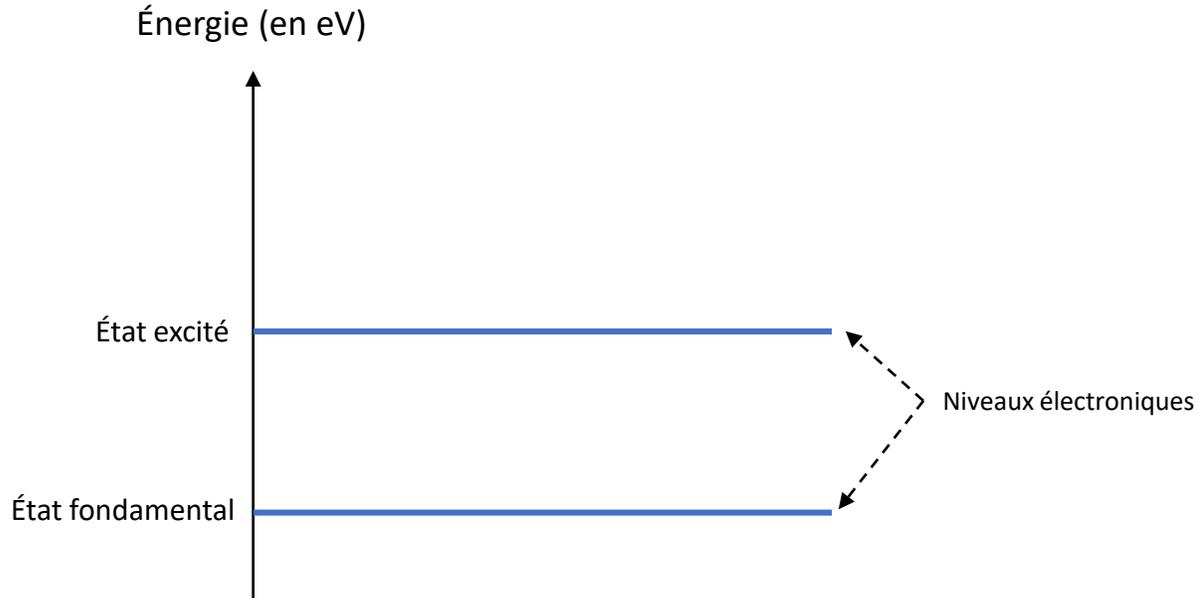
**Ingrédients :** arôme naturel de menthe, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.



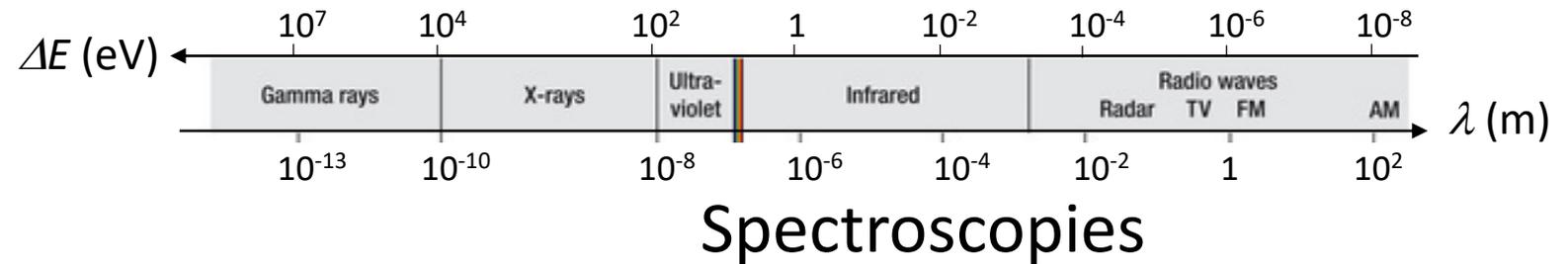
# 1. Arôme de menthe - Analyse par spectroscopie infrarouge



# Interaction lumière-matière

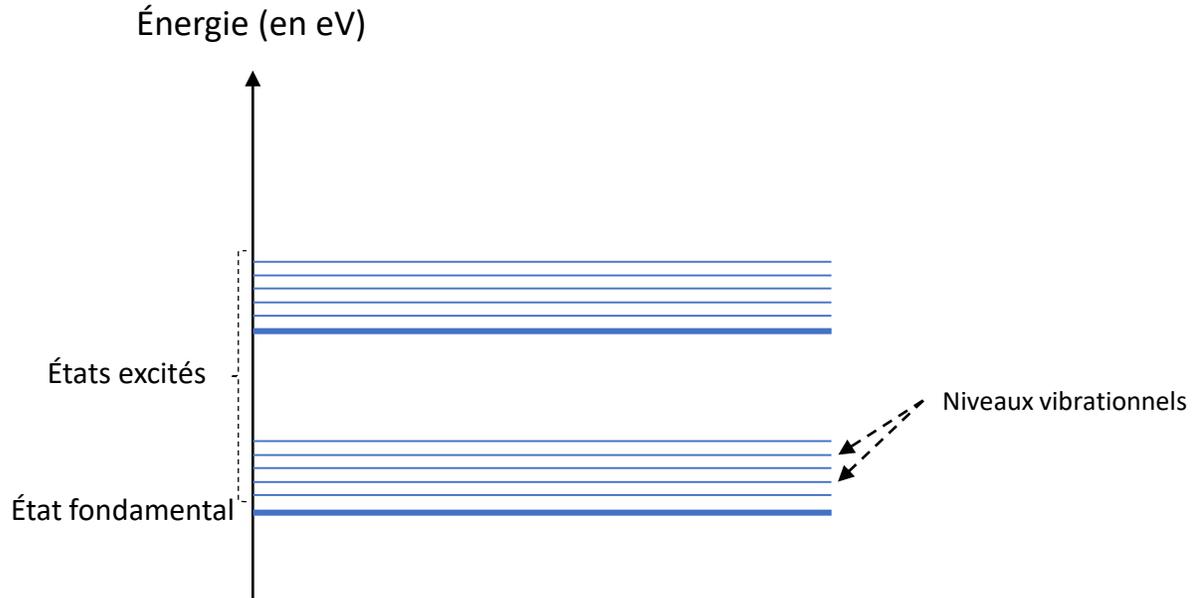


Relation de Planck :

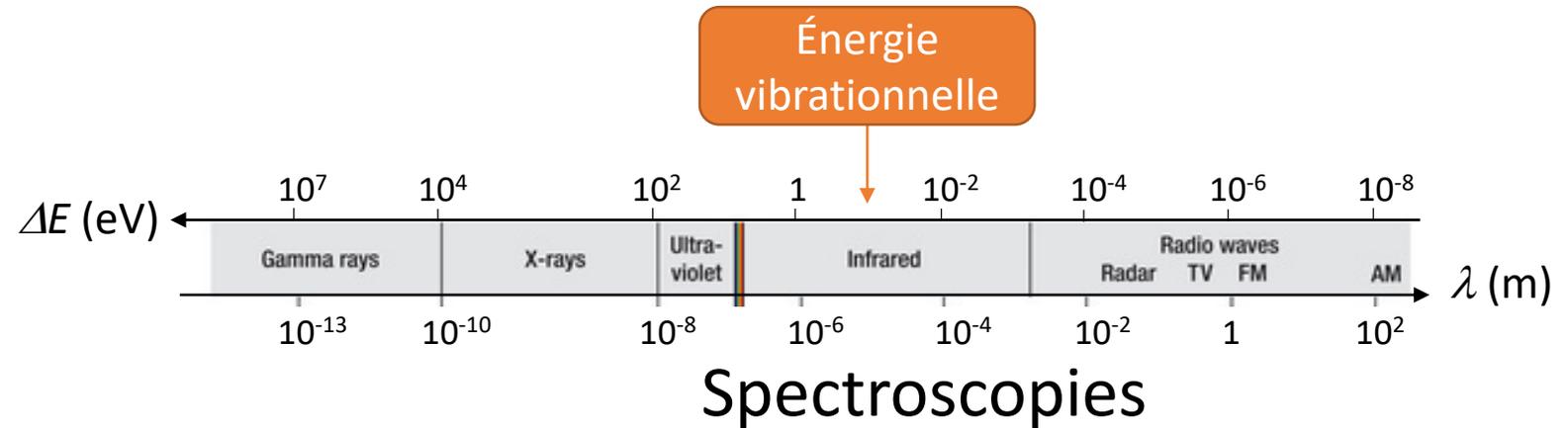




# Interaction lumière-matière

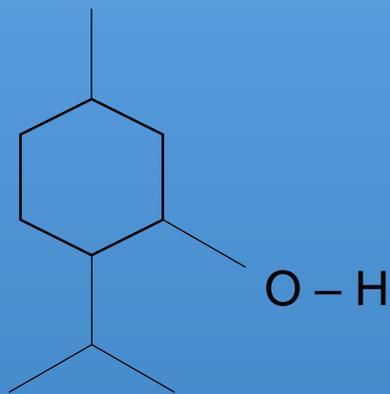
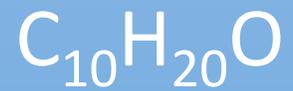


$$\text{Relation de Planck : } \Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

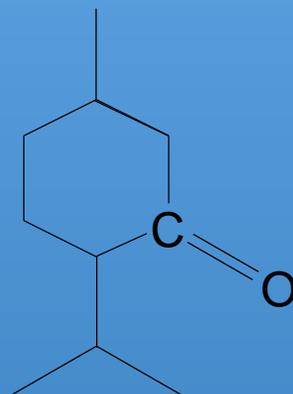
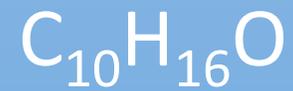




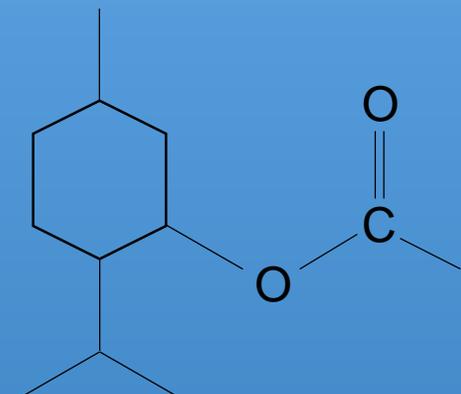
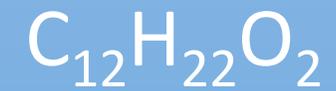
Menthol



Menthone



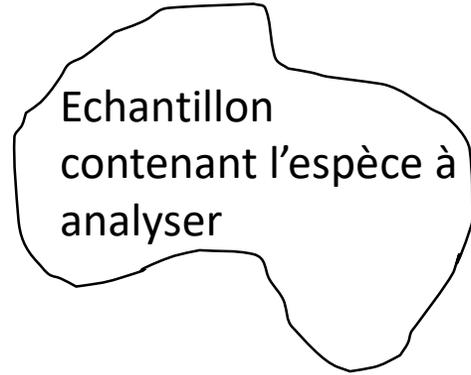
Éthanoate de menthyle





Pour une gamme de radiations de nombre d'onde  $\sigma = \frac{1}{\lambda}$  (en  $\text{cm}^{-1}$ ) :

Radiation lumineuse  
incidente d'intensité  $I_0$



Radiation lumineuse  
transmise d'intensité  $I$

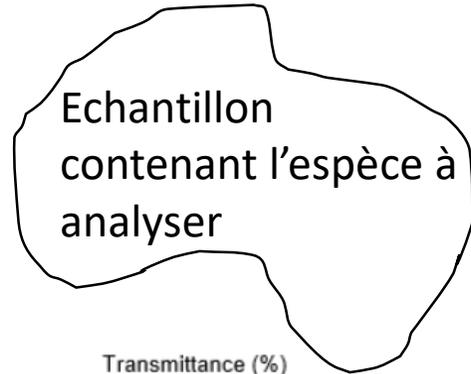


Transmittance :



Pour une gamme de radiations de nombre d'onde  $\sigma = \frac{1}{\lambda}$  (en  $\text{cm}^{-1}$ ) :

Radiation lumineuse  
incidente d'intensité  $I_0$

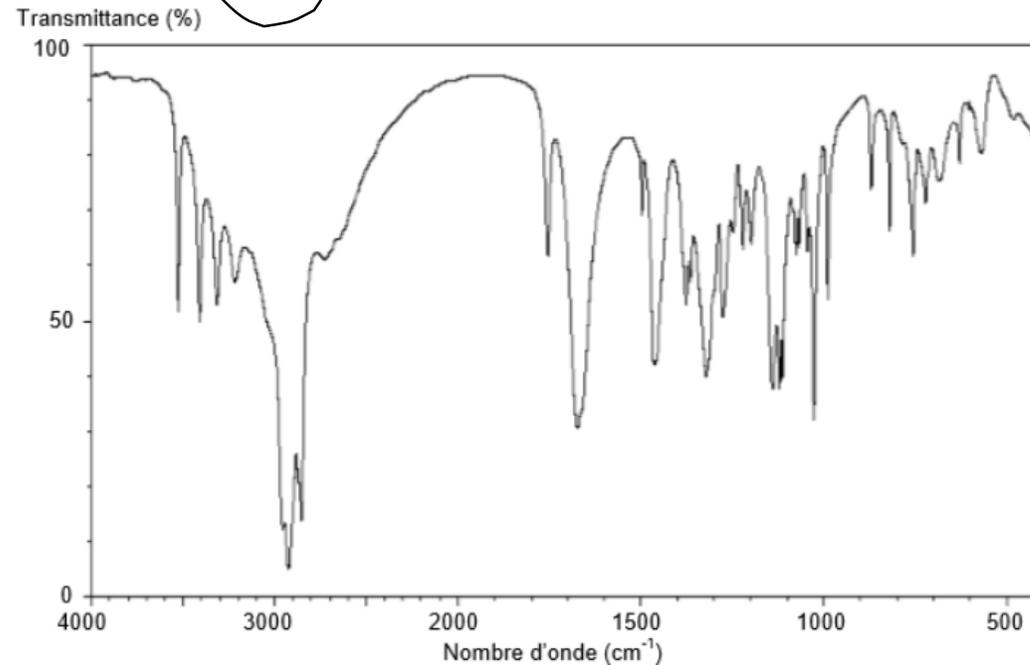


Radiation lumineuse  
transmise d'intensité  $I$



Transmittance :

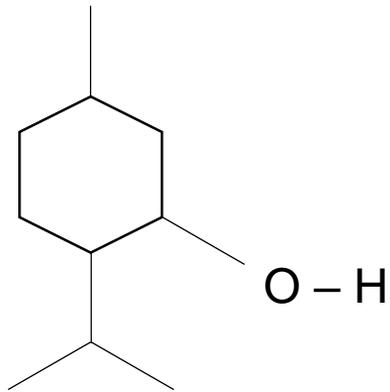
$$T = \frac{I}{I_0} \text{ en \%}$$



Spectre infrarouge de l'acide L-ascorbique, d'après Bac S Polynésie 09/15



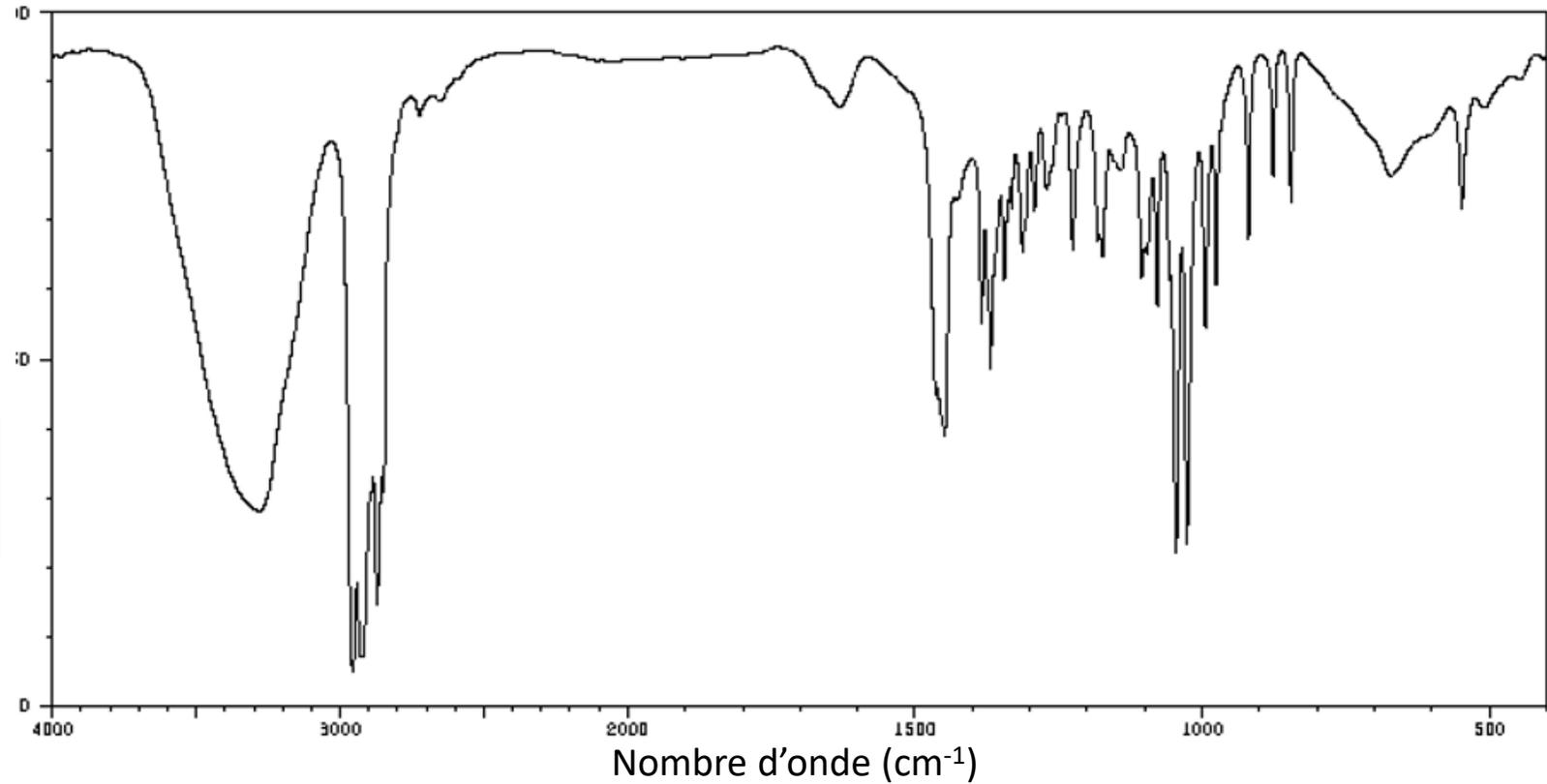
## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule



Menthol

Transmittance (%)

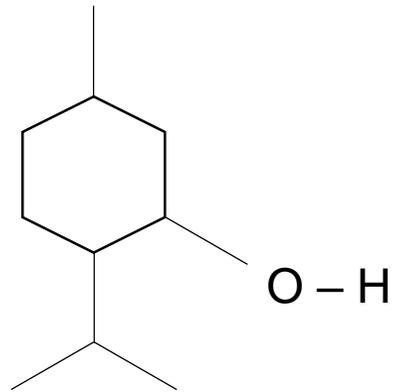
D'après <https://sdb.s.db.aist.go.jp/>



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne

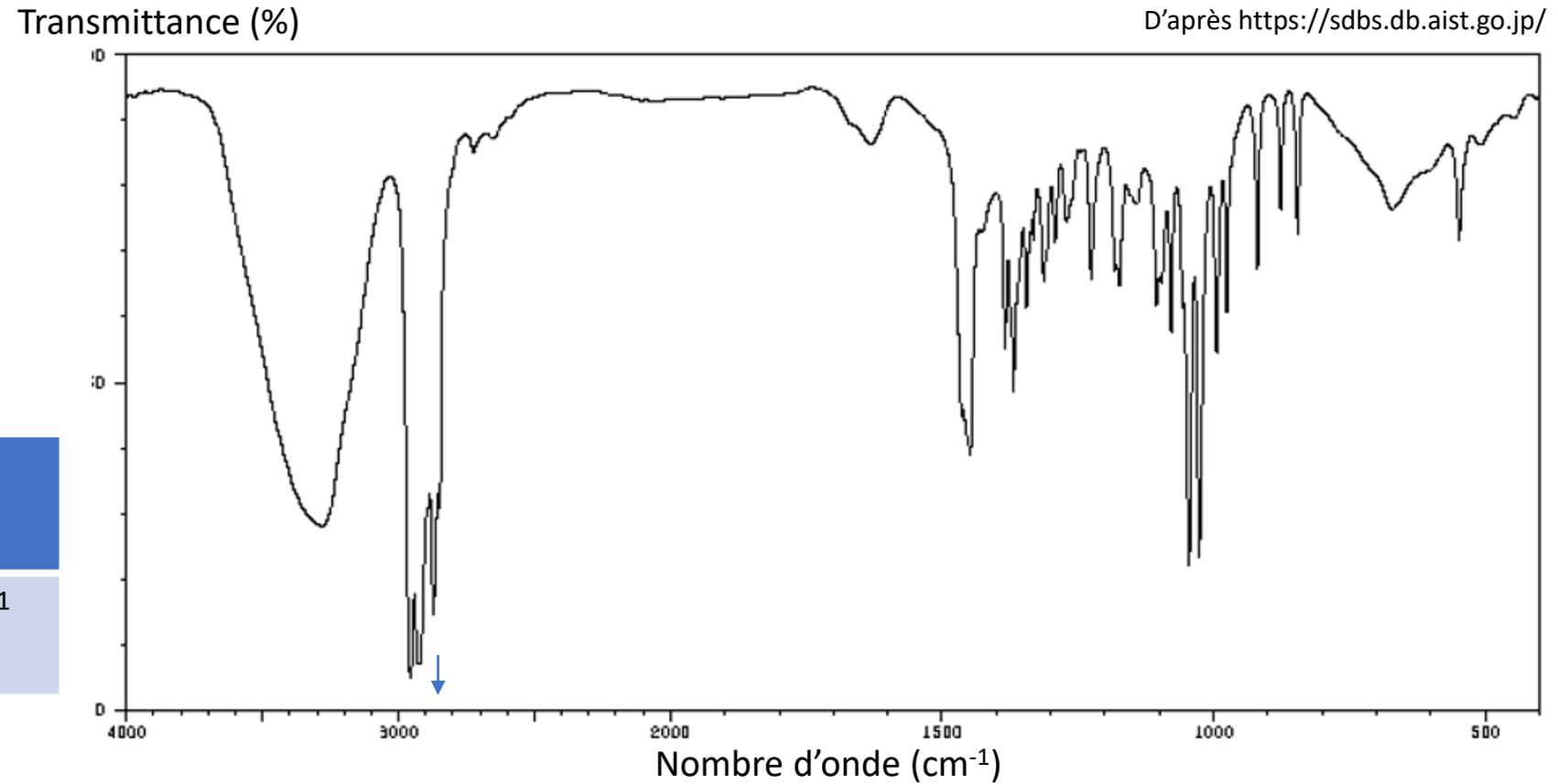


## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule



### Menthol

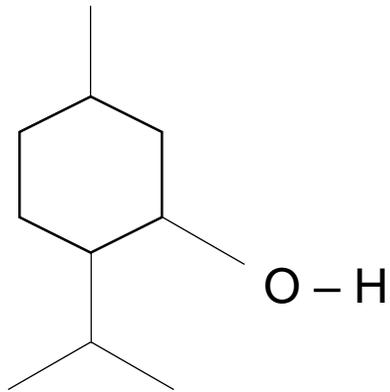
Intense et fin entre 2850 et 3000  $\text{cm}^{-1}$   
=> Liaisons C - H



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne

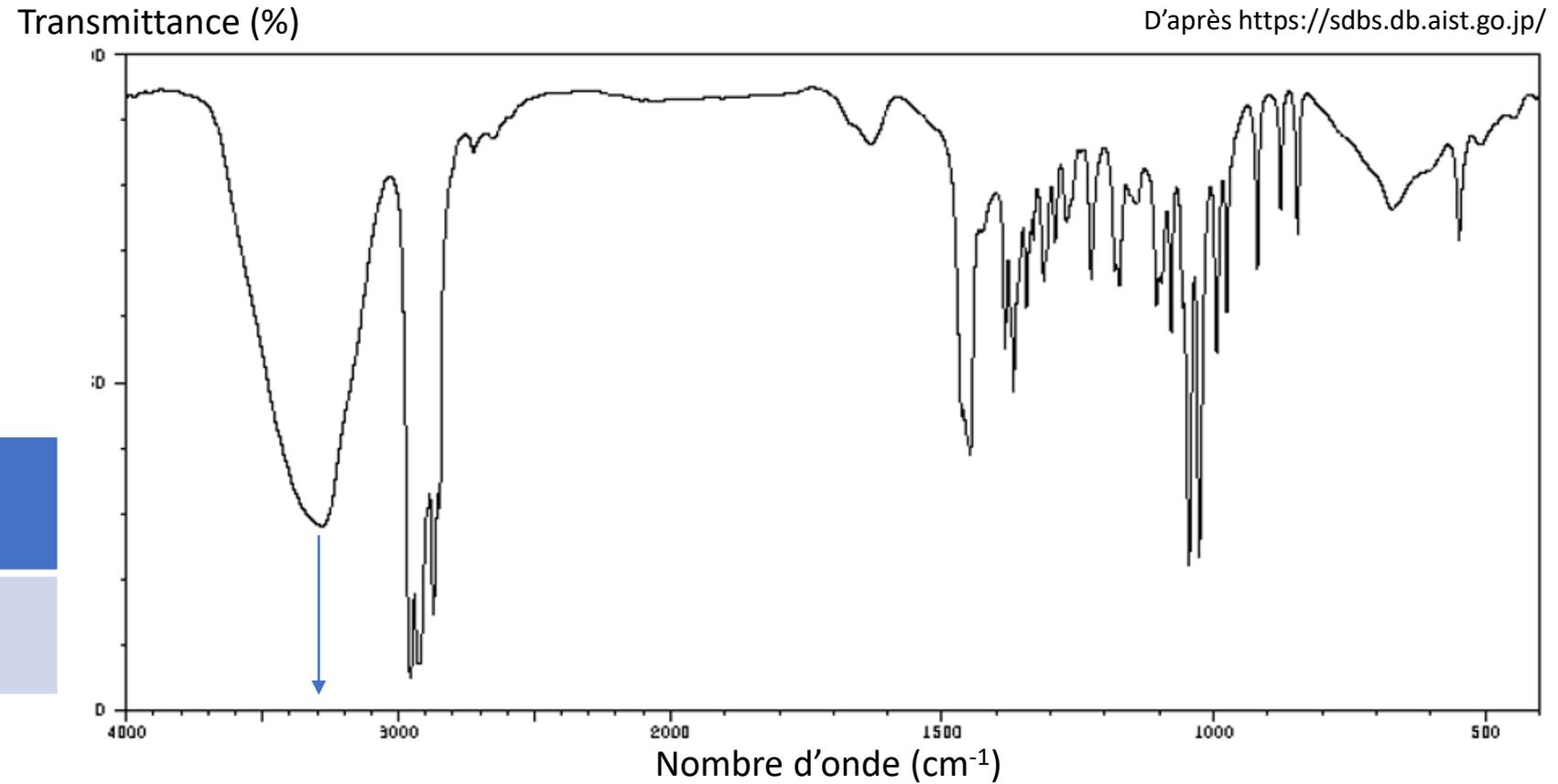


## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule



### Menthol

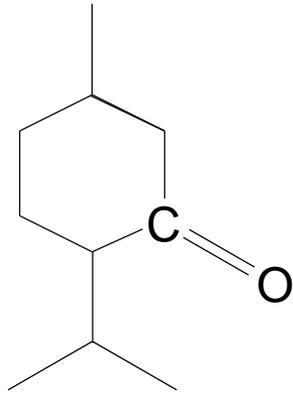
Intense et large à  $3300\text{ cm}^{-1}$   
=> Liaison O - H



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne



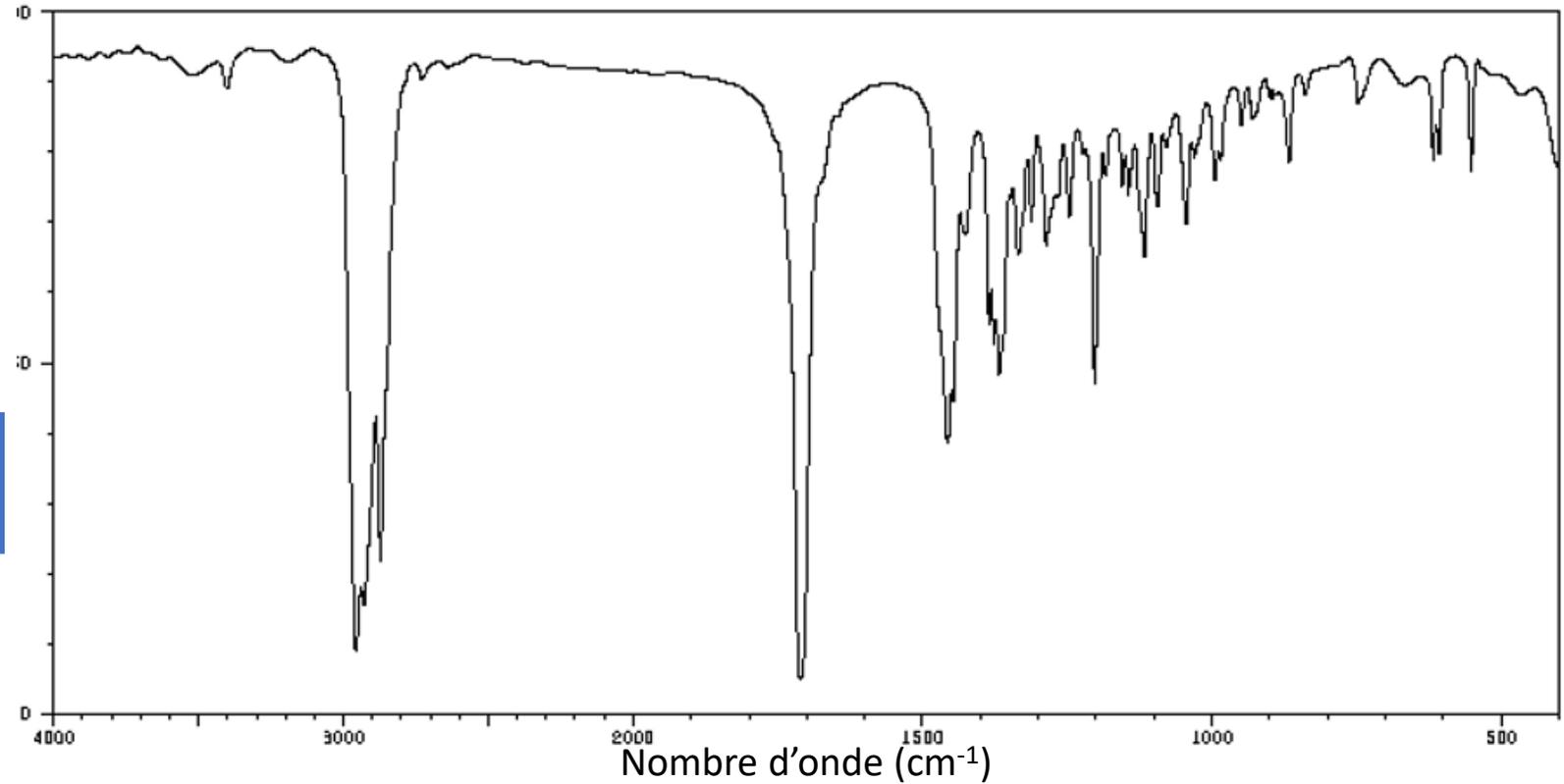
## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule



Menthone

Transmittance (%)

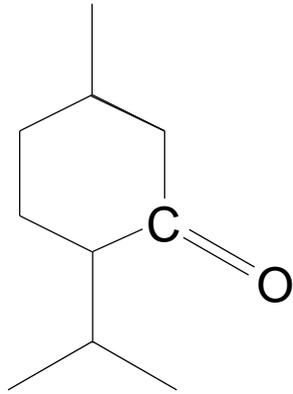
D'après <https://sdb.s.db.aist.go.jp/>



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne



## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule

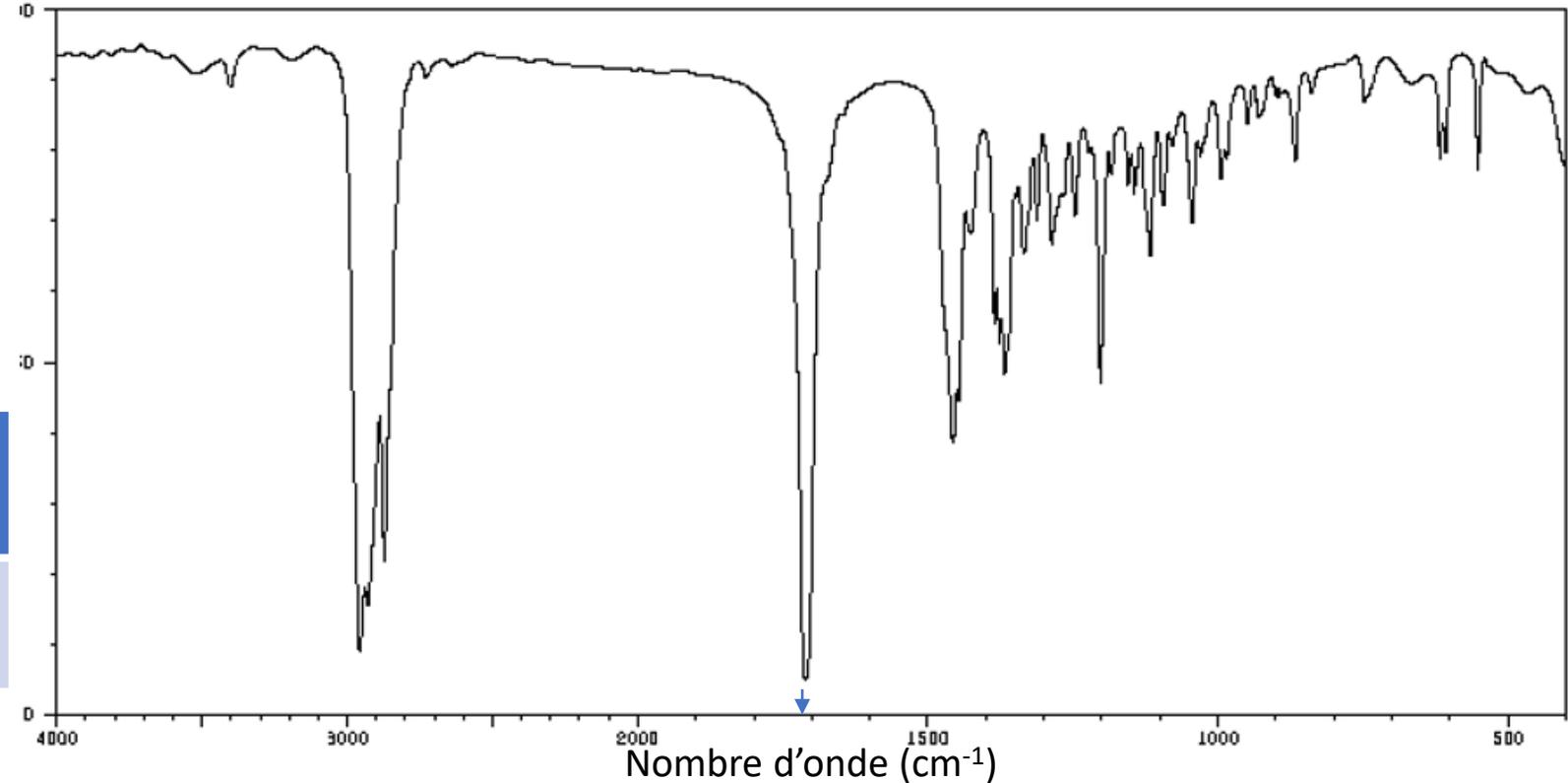


### Menthone

Intense et fin à  $1710\text{ cm}^{-1}$   
=> Liaison C = O d'un carbonyle

Transmittance (%)

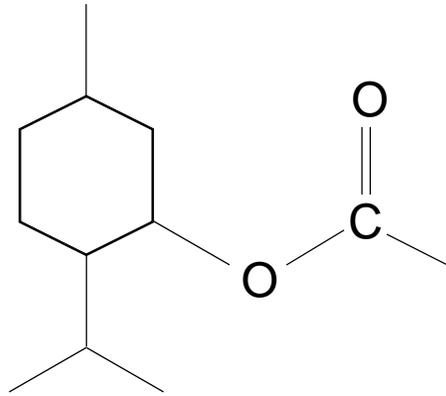
D'après <https://sdb.s.aist.go.jp/>



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne



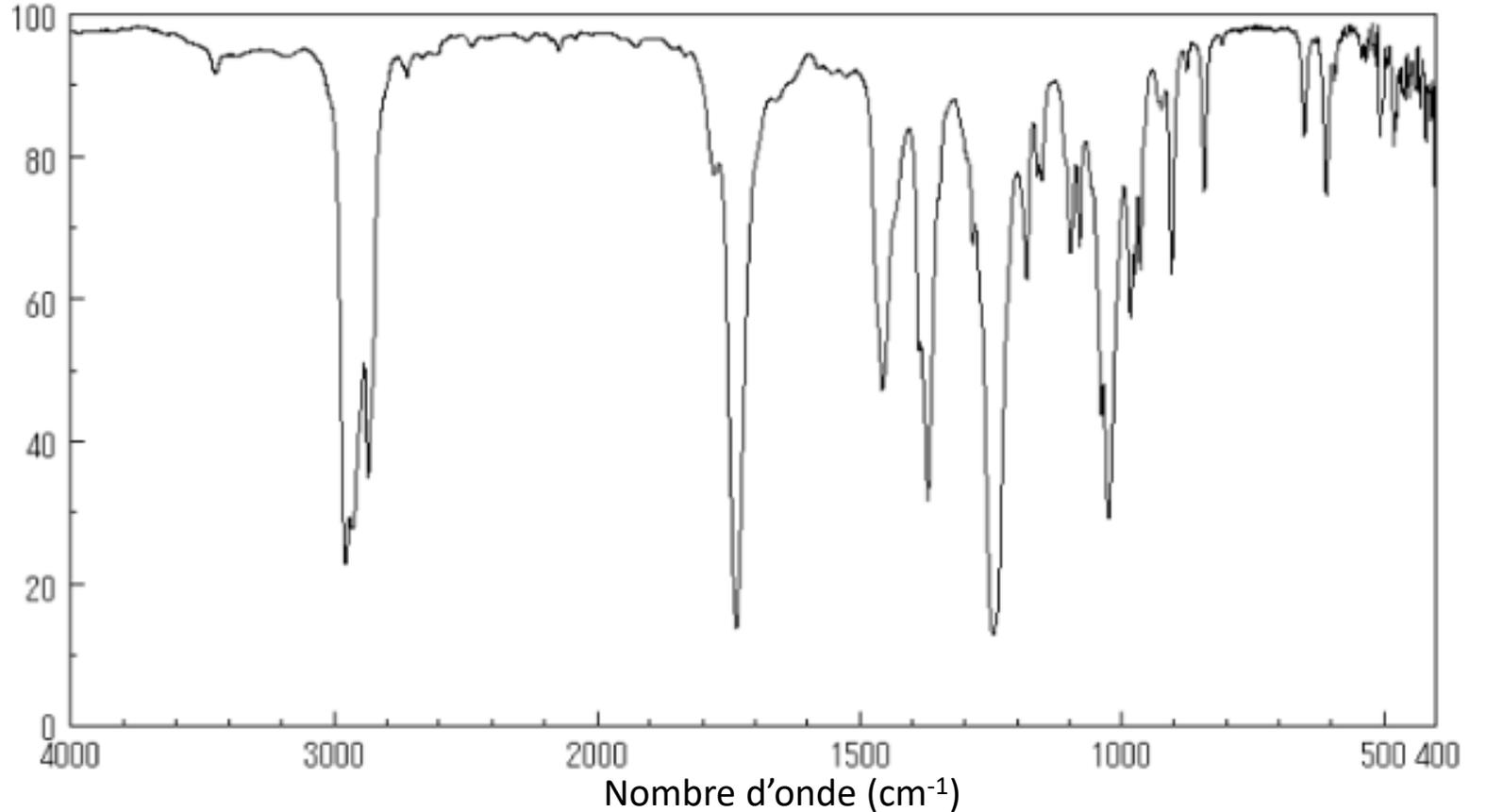
## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule



Éthanoate de menthyle

Transmittance (%)

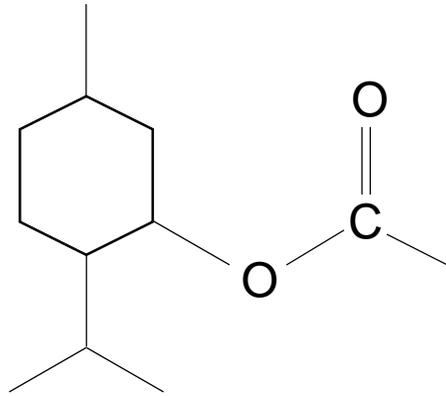
D'après <https://sdb.s.db.aist.go.jp/>



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne



## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule

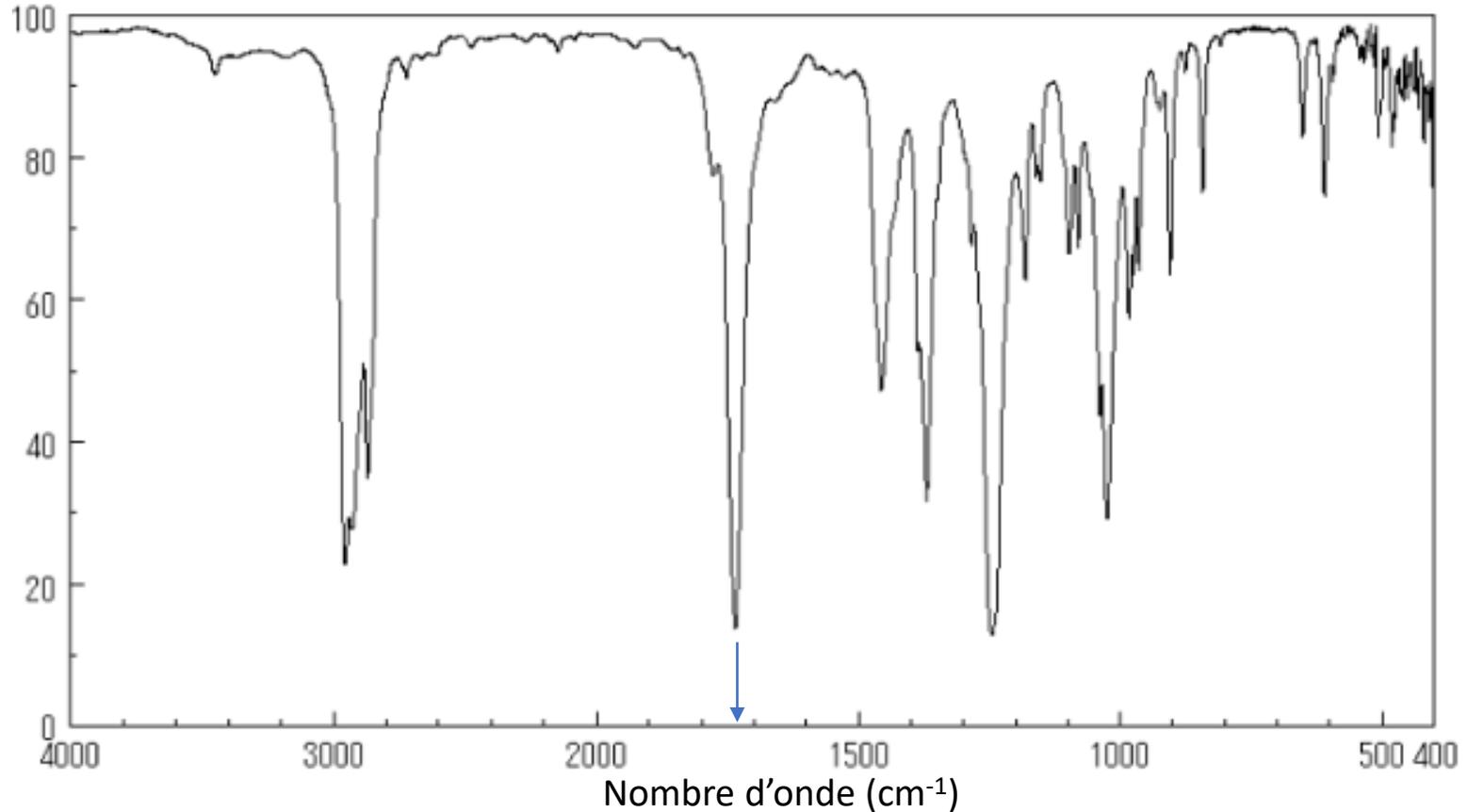


### Éthanoate de menthyle

Intense et fin à  $1740\text{ cm}^{-1}$   
=> Liaison C = O d'un ester

Transmittance (%)

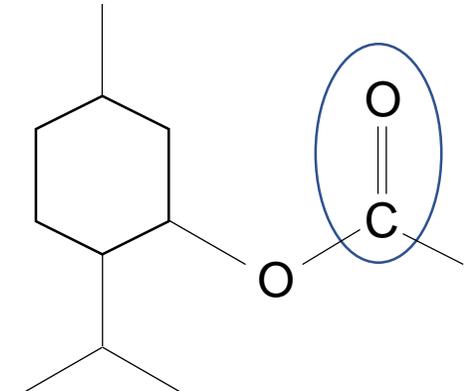
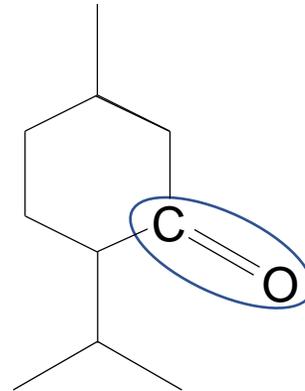
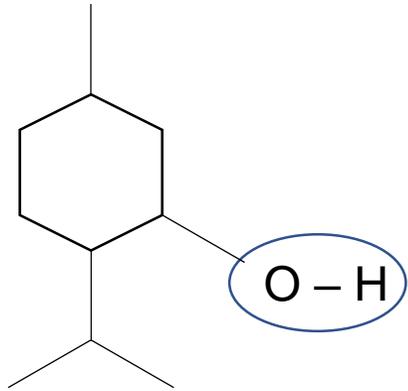
D'après <https://sdfs.db.aist.go.jp/>



Liaison	O - H	C - H	C = O ester	C = O carbonyle	C - O	C - C
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> ) et intensité	3200-3400 forte et large	2800-3000 forte	1700-1740 forte	1650-1730 forte	1050-1450 moyenne	1000-1250 moyenne



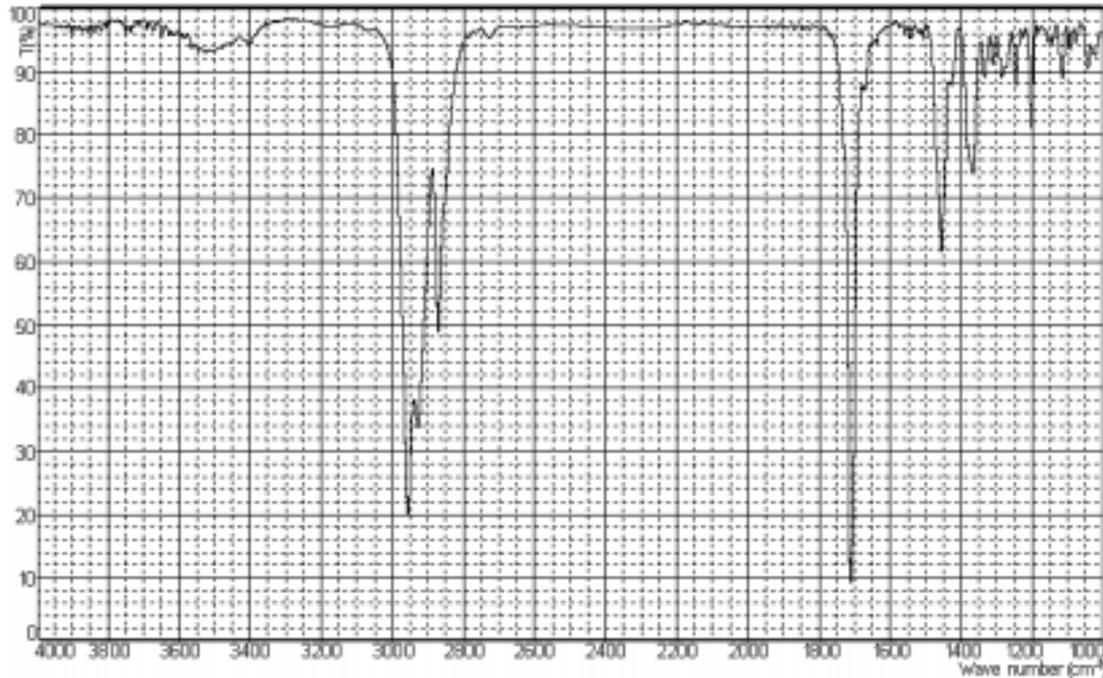
## Analyse des spectres infrarouge de chaque molécule



Menthol	Menthone	Éthanoate de menthyle
Intense et large à $3300\text{ cm}^{-1}$ => Liaison O - H	Intense et fin à $1710\text{ cm}^{-1}$ => Liaison C = O d'un carbonyle	Intense et fin à $1740\text{ cm}^{-1}$ => Liaison C = O d'un ester

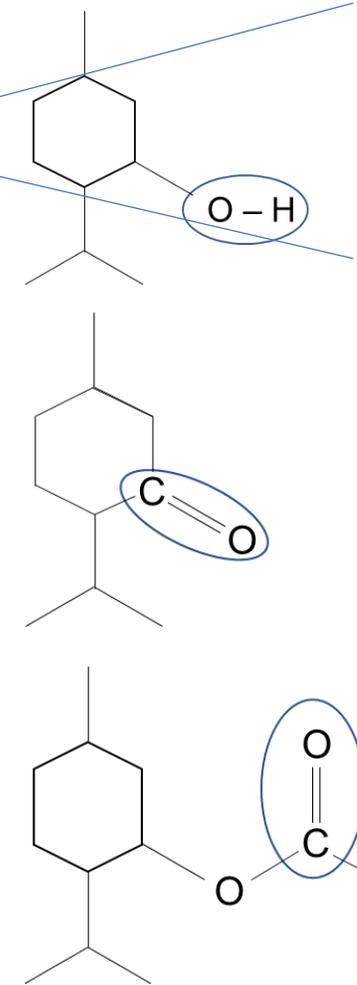
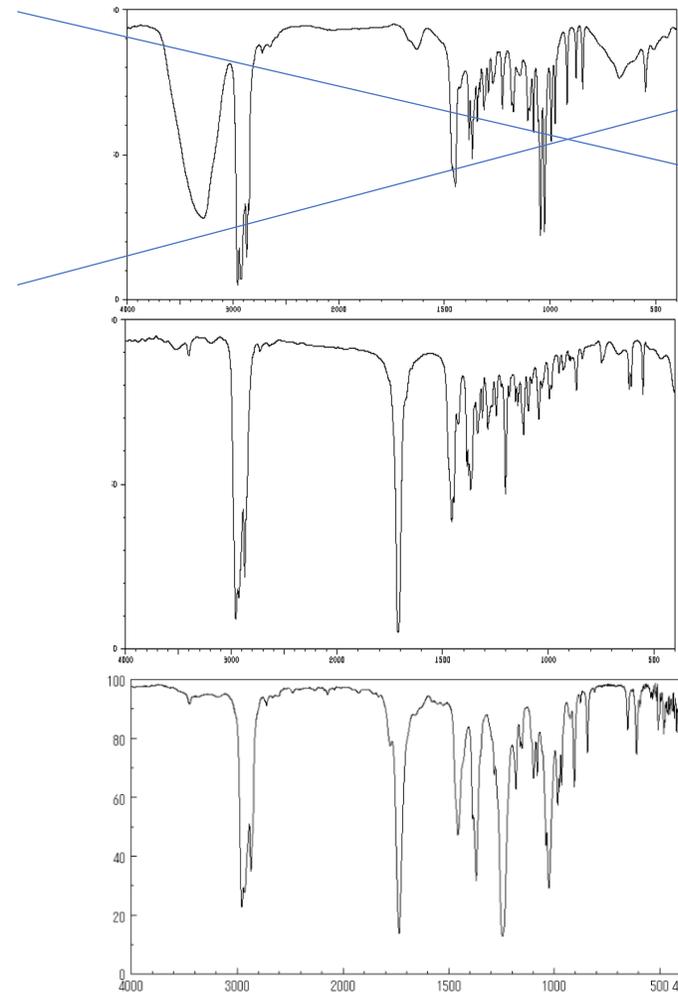


## Bilan intermédiaire : Analyse des spectres infrarouge d'une huile essentielle de menthe poivrée



*Fig. 2. Absorption spectrum of peppermint (Mentha piperita) essential oil*

I. SAMFIRA<sup>a</sup>, S. RODINO<sup>b,c</sup>, P. PETRACHE<sup>c,d</sup>, R. T. CRISTINA<sup>a</sup>, M. BUTUB, M. BUTNARIU,  
« Characterization and identity confirmation of essential oils by mid infrared absorption spectrophotometry”, *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, Vol. 10, No. 2, April - June 2015, p. 557 - 566



Notions et contenus	Capacités exigibles
Spectroscopie infrarouge. Identification de groupes caractéristiques et d'espèces chimiques	Exploiter, à partir de données tabulées, un spectre d'absorption infrarouge pour identifier un groupe caractéristique ou une espèce chimique.



## QUIZZ

On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en éthanal par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). L'éthanal est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, l'éthanal est métabolisé par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).

Alcool pur : Ethanol :  $C_2H_6O$

Enzyme ADH

Ethanal  $C_2H_4O$

Dégradation ultérieure...

Synthèse du cholestérol

www.sfa-ispa.ch

1.1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs fonctions caractéristiques.

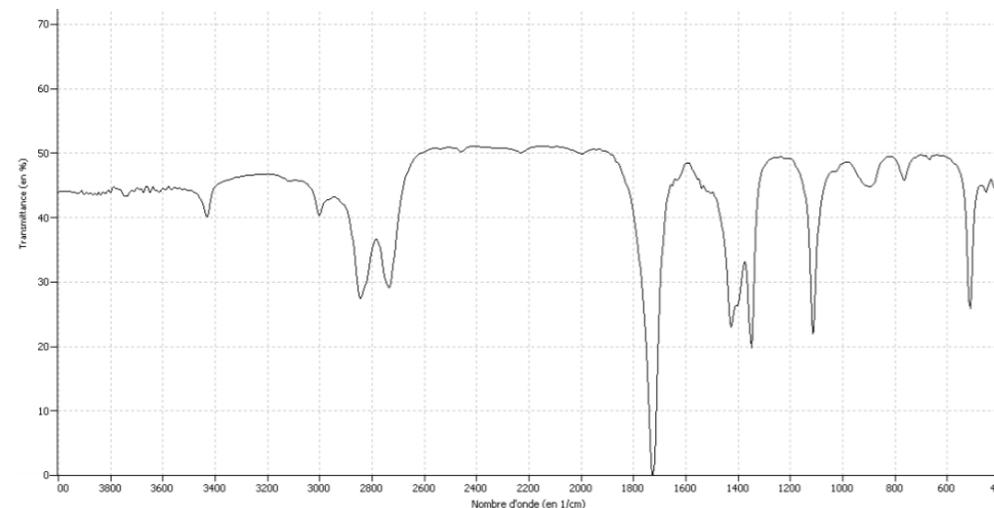
1.2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? À quelle famille appartient cette molécule ?

1.3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? À quelle famille appartient cette molécule ?

1.4. En utilisant les données spectroscopiques du document 2, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.

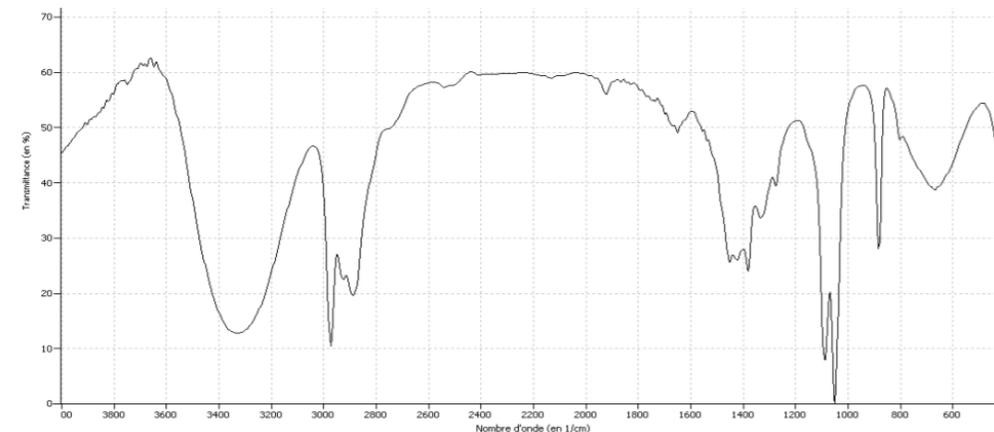
Liaison	C - C	C - O	C = O (carbonyle)	C - H	O - H
Nombre d'onde ( $cm^{-1}$ )	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR



<http://www.sciences-edu.net>

Document 2a : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1



<http://www.sciences-edu.net>

Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

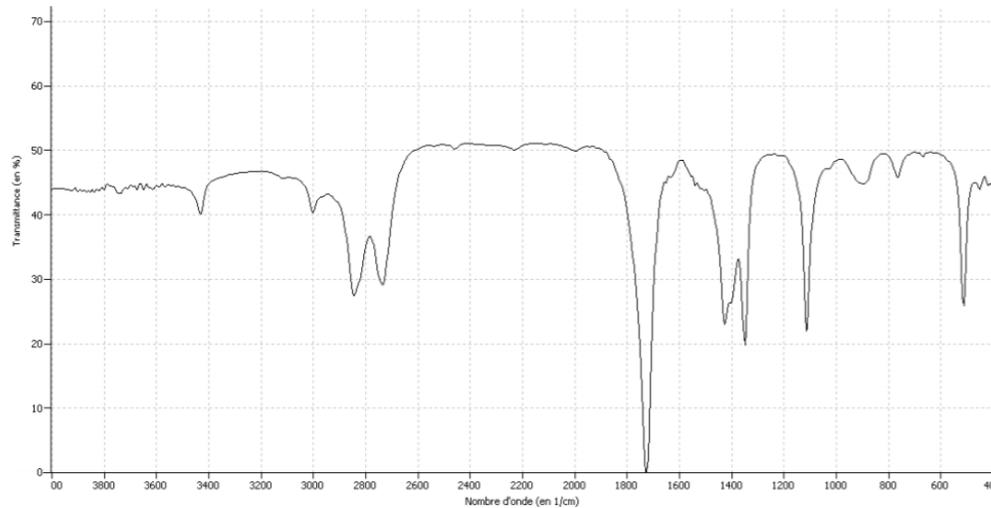


## QUIZZ

- 1.1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal ; représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs groupes caractéristiques.
- 1.2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? À quelle famille appartient cette molécule ?
- 1.3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? À quelle famille appartient cette molécule ?
- 1.4. En utilisant les données spectroscopiques du document 2, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.

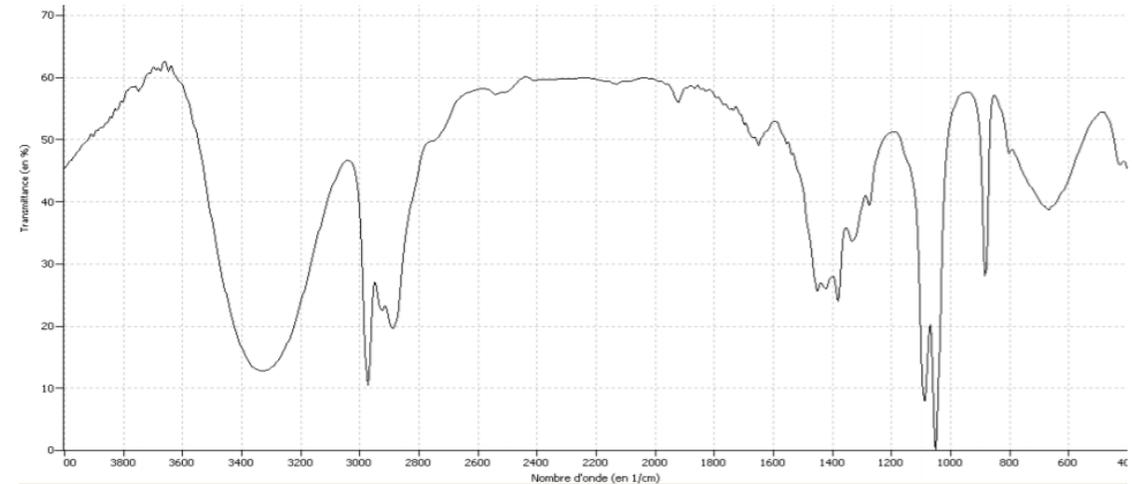
## D'après Bac S Amérique du Sud 2013

Éthanol $C_2H_6O$	Éthanal $C_2H_4O$



<http://www.sciences-edu.net>

Document 2a : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1



<http://www.sciences-edu.net>

Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

Liaison	C - C	C - O	C = O (carbonyle)	C - H	O - H
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR



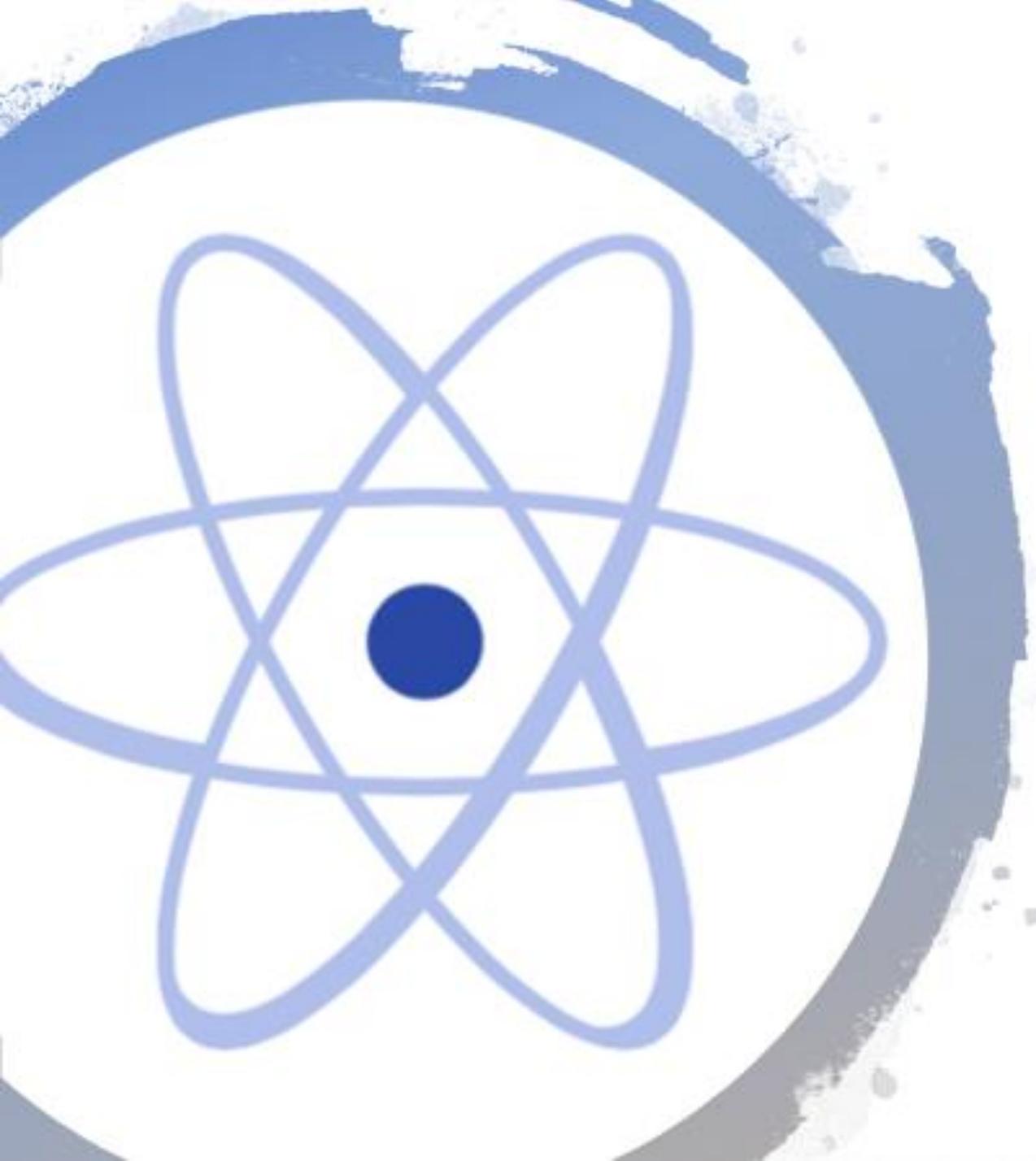
## Conclusion de l'analyse par infrarouge



**Ingrédients** : arôme naturel de menthe, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

**Ingrédients** : arôme naturel de menthe : menthone et éthanoate de menthyle, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

Et pour le colorant ?



## 2. Colorant alimentaire : analyse par spectroscopie UV-visible



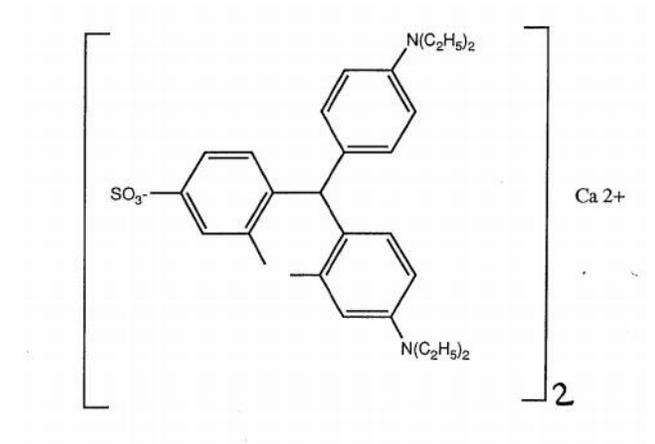
Bleu patenté V



**Ingrédients** : arôme naturel de menthe : menthone et éthanoate de menthyle, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

⇒ Étude qualitative

E131	Bleu patenté
E132	Indigotine
E133	Bleu brillant



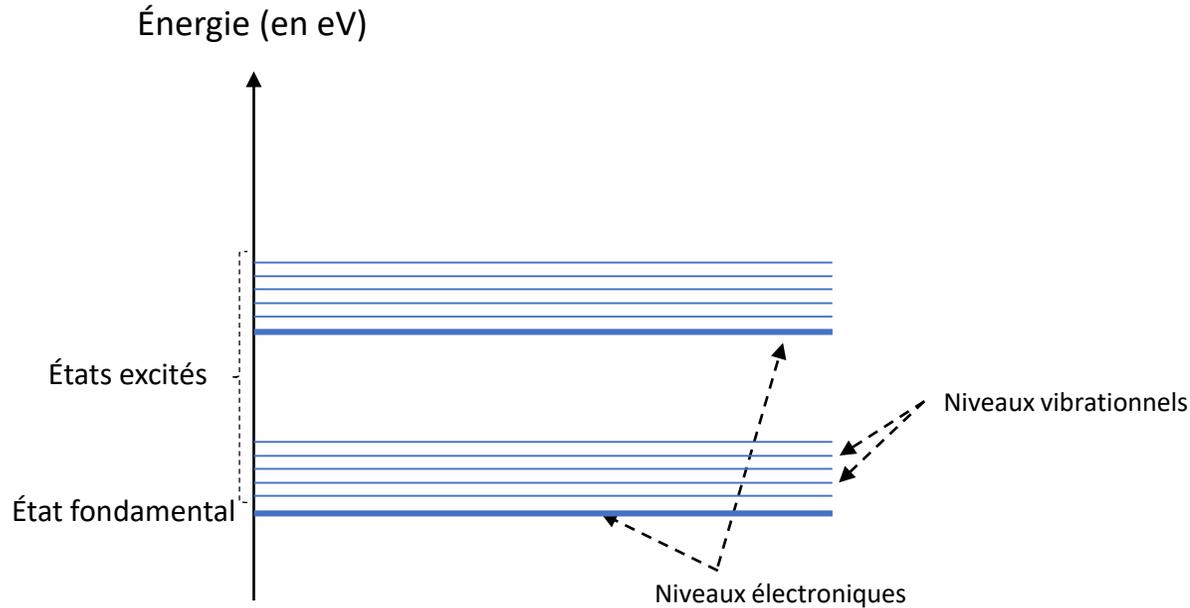
⇒ Étude quantitative

*Dose journalière admissible (DJA) = 5 mg/kg/jour*

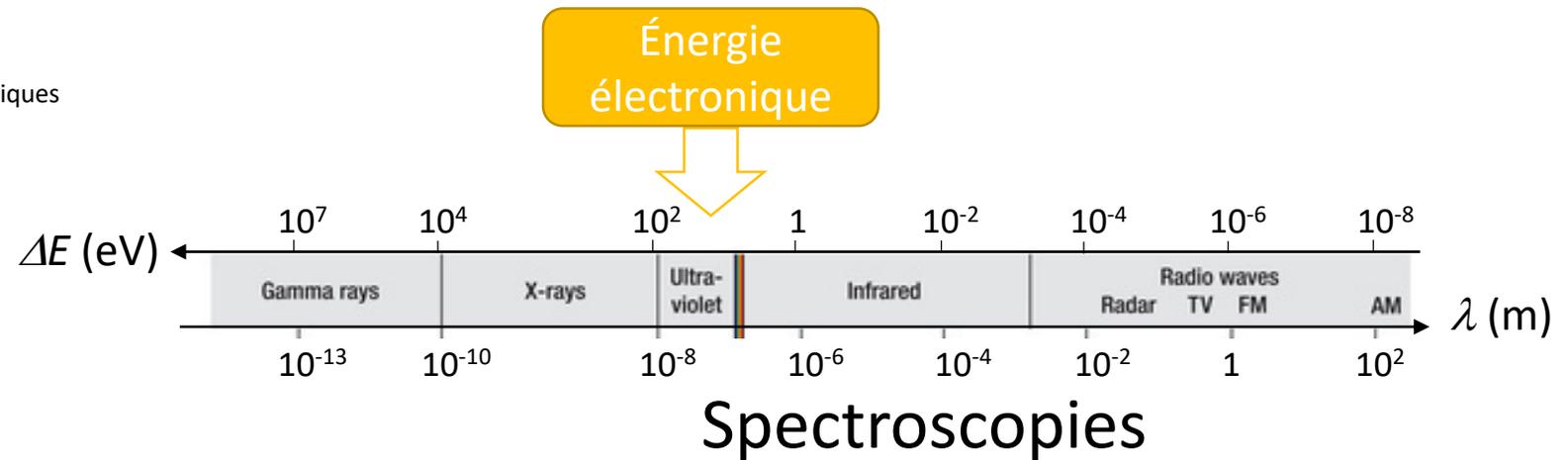
*D'après <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/130301>*



# Interaction lumière-matière

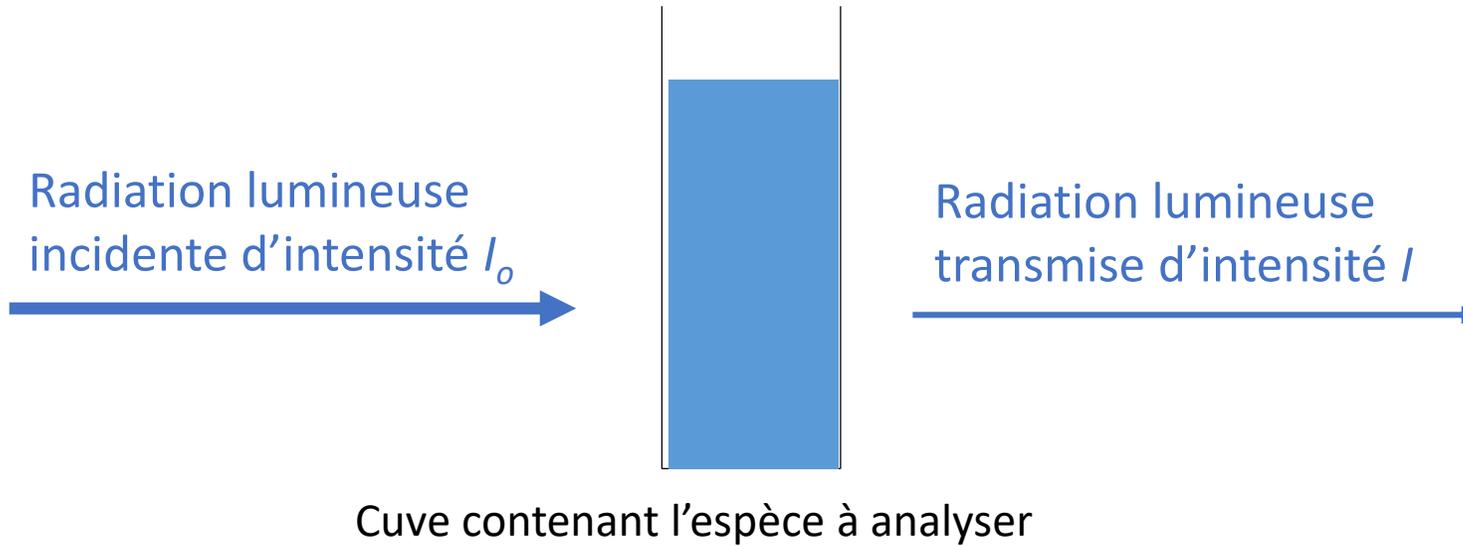


$$\text{Relation de Planck : } \Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$





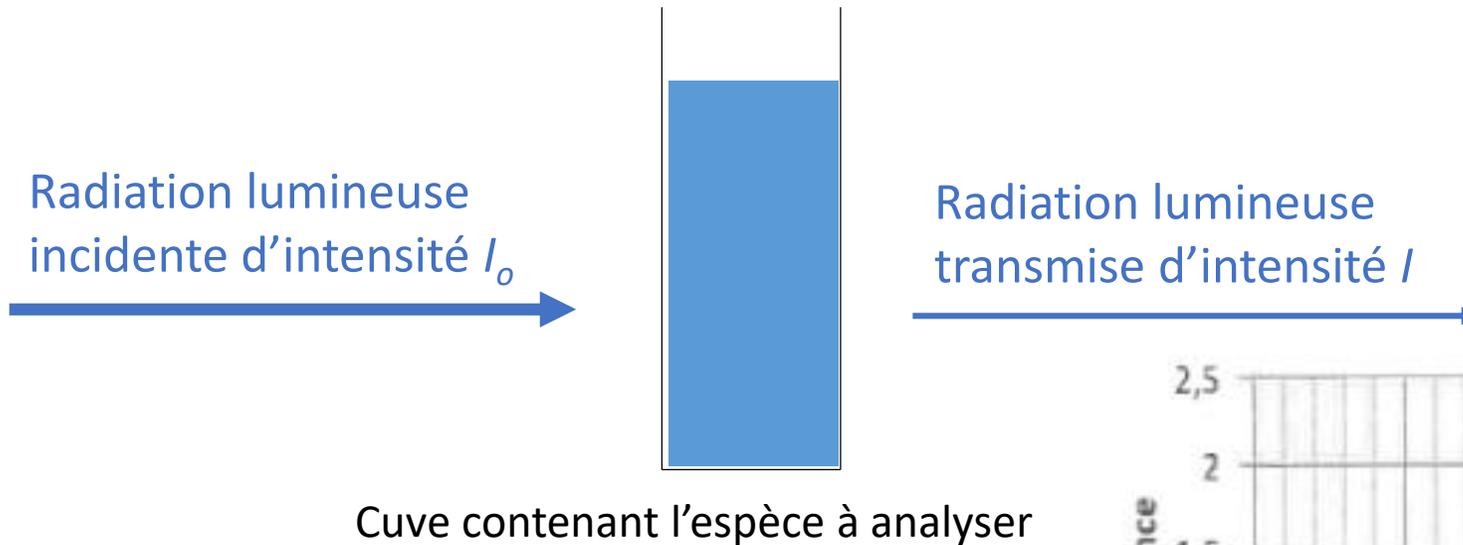
Pour une gamme de radiations de longueur d'onde  $\lambda$  (en nm) :



Absorbance :

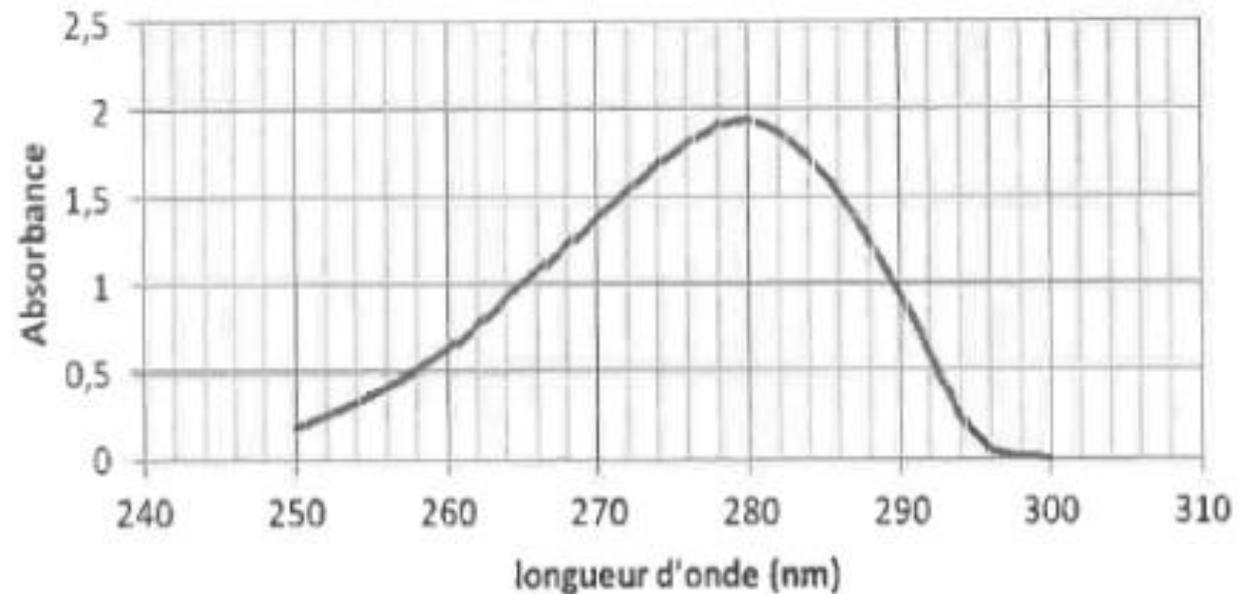


Pour une gamme de radiations de longueur d'onde  $\lambda$  (en nm) :



Absorbance :

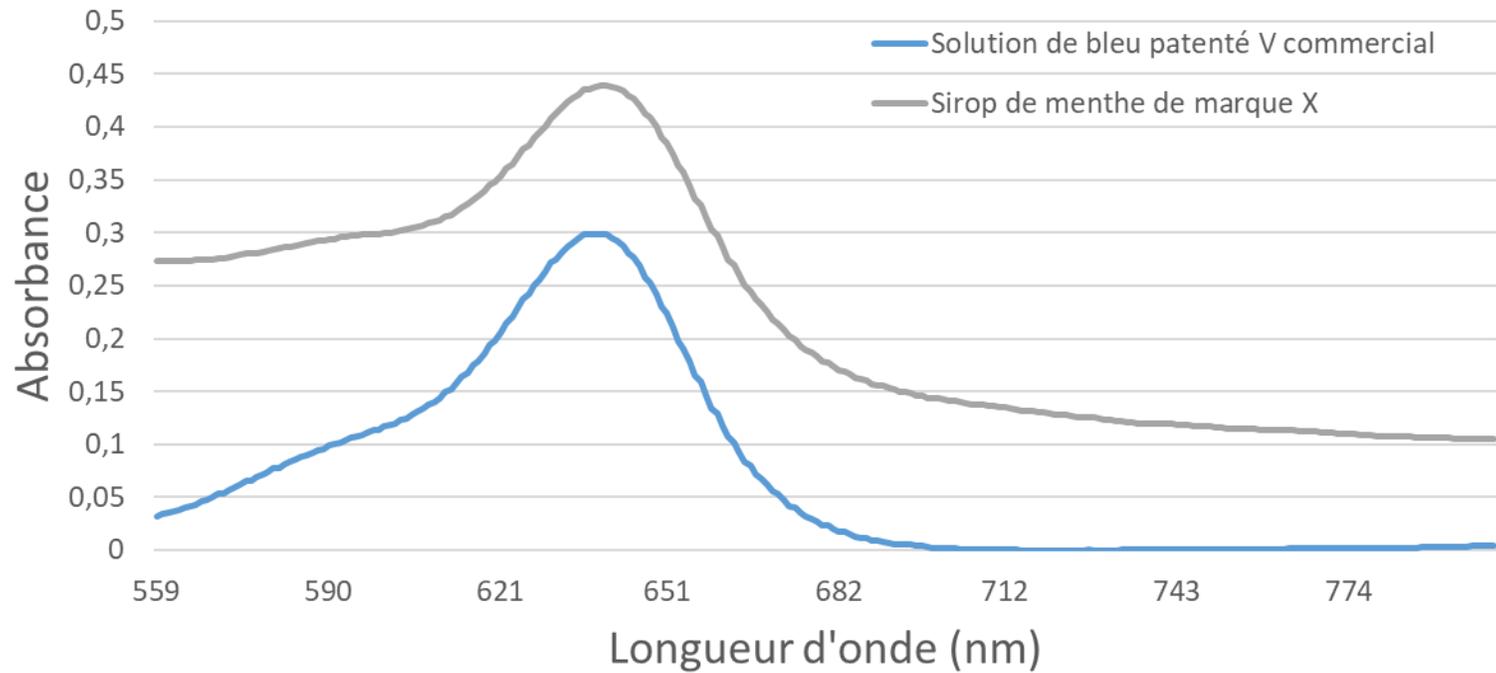
$$A = \log \frac{I_0}{I}, \text{ sans unité}$$



Spectre d'absorption UV du L-tyrosine, d'après Bac S Antilles 09/16



### Comparaison des spectres d'absorption d'une solution de bleu patenté et du sirop de menthe

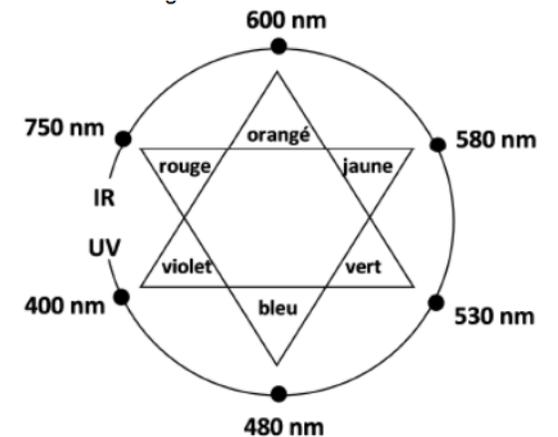


⇒ Longueur d'onde d'absorption maximale est bien identique pour les deux spectres

⇒  $\lambda_{\max} = 640 \text{ nm}$

Couleur absorbée de la solution : orange

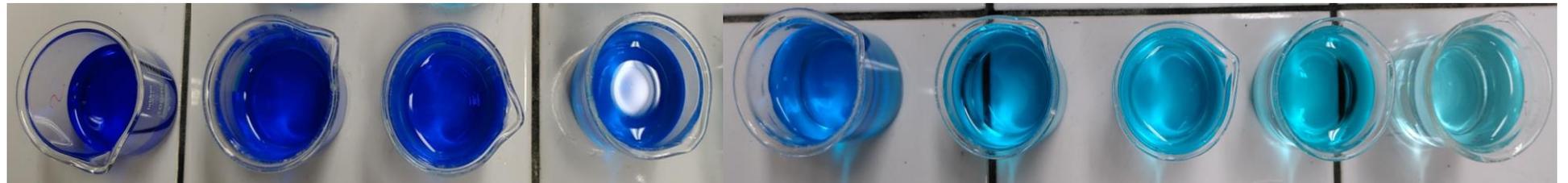
Couleur perçue de la solution : bleue





Dosage par étalonnage par spectrophotométrie du bleu patenté contenu dans le sirop de menthe.

Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0

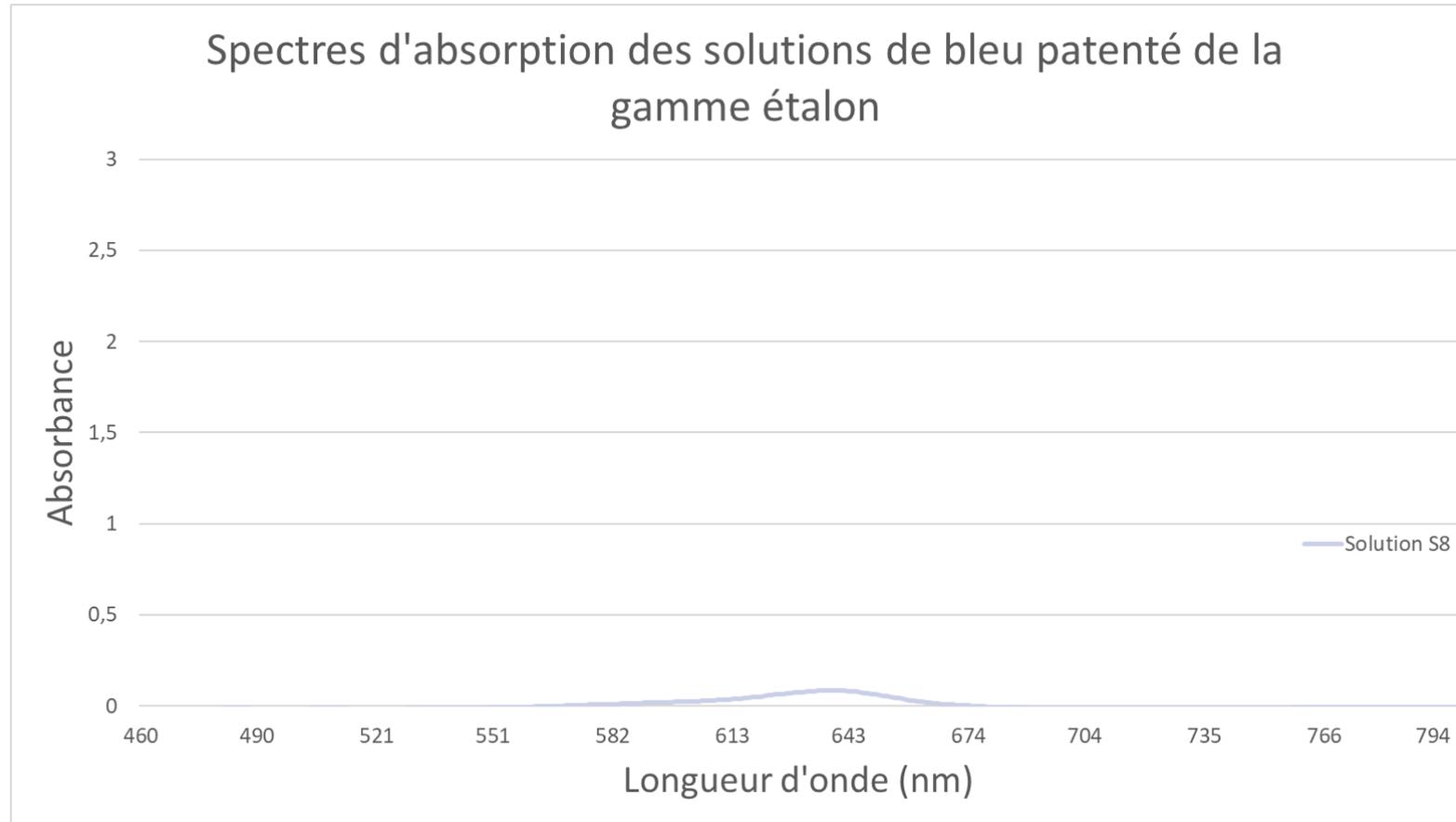








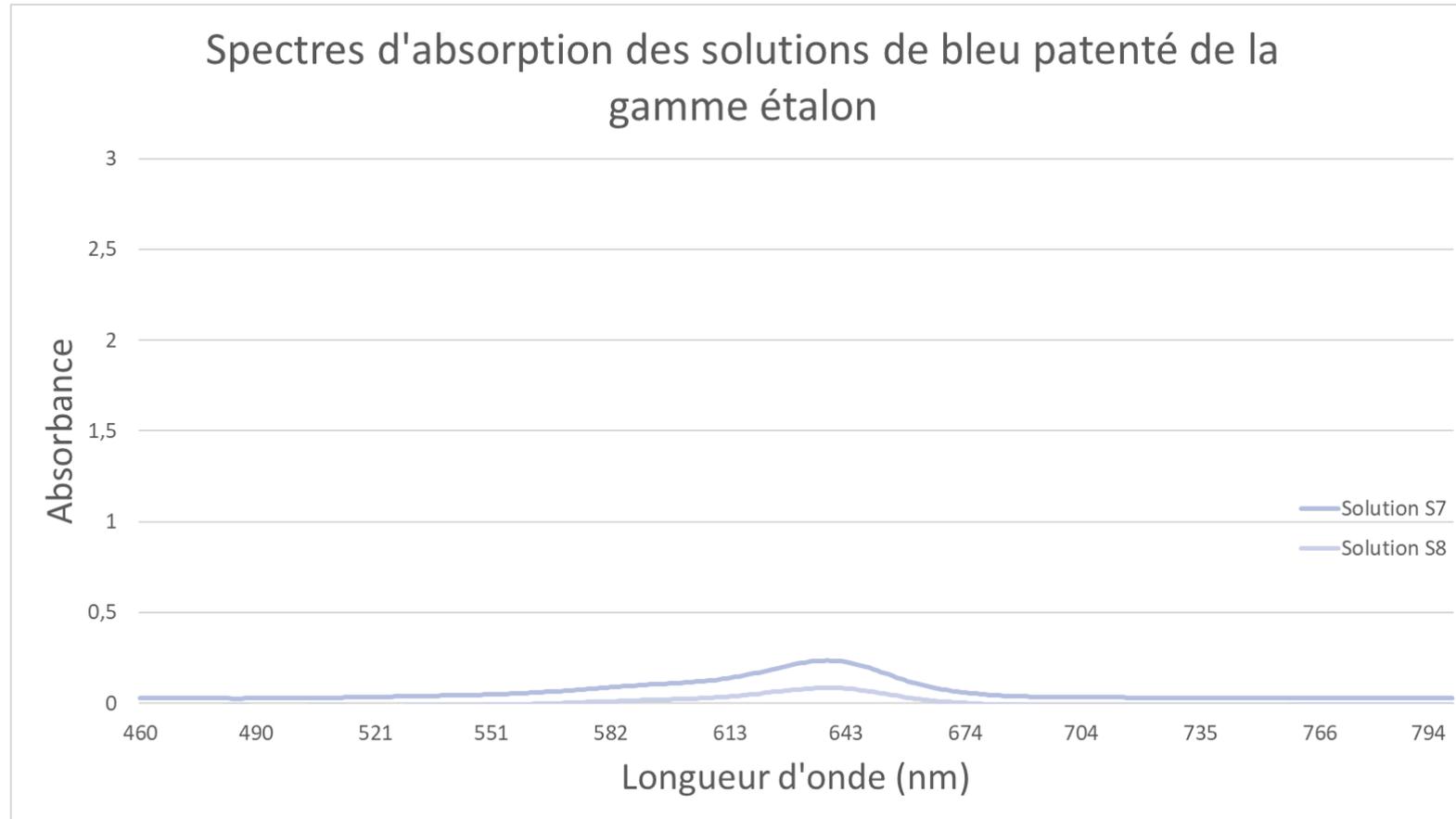
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



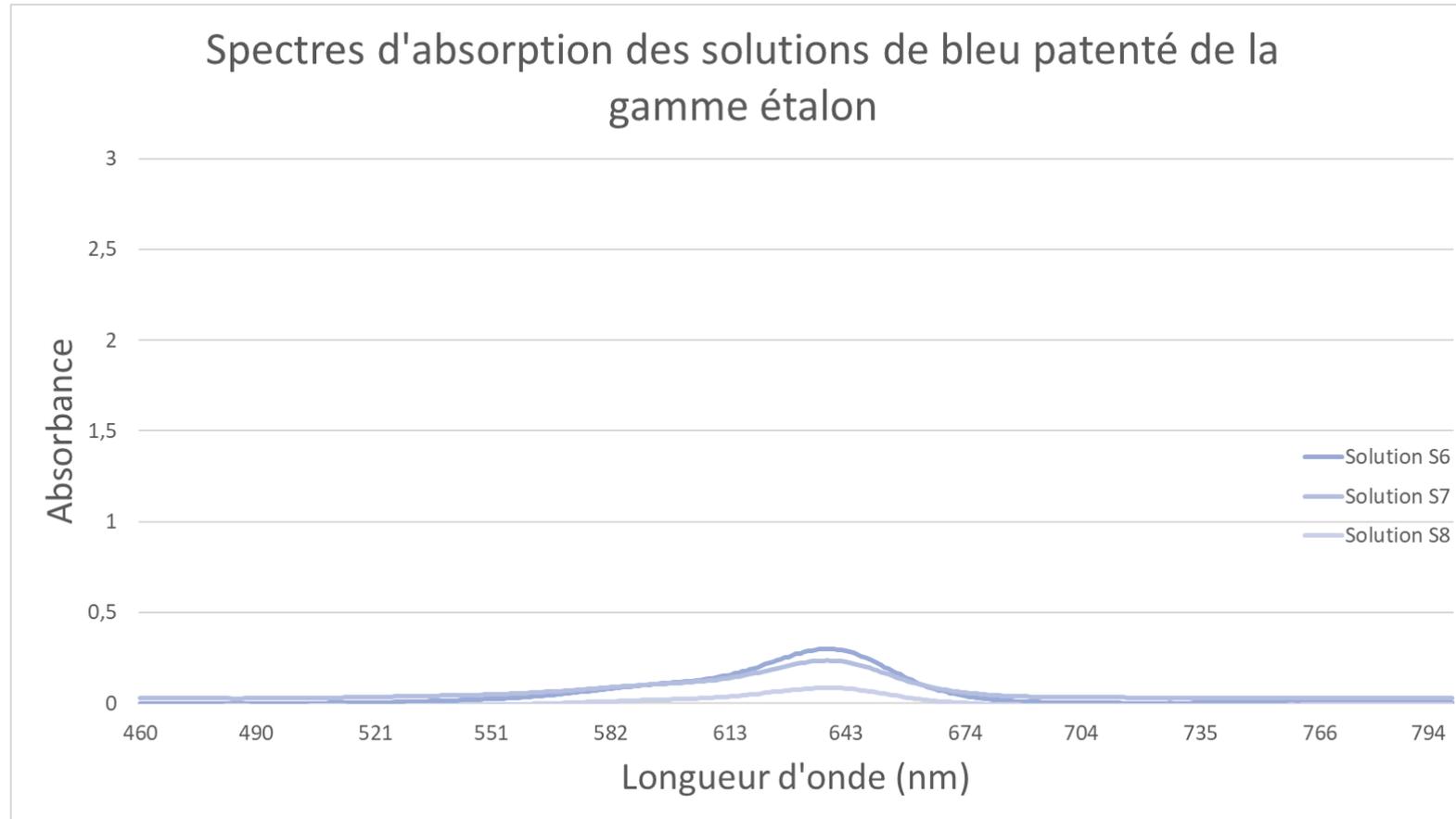
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



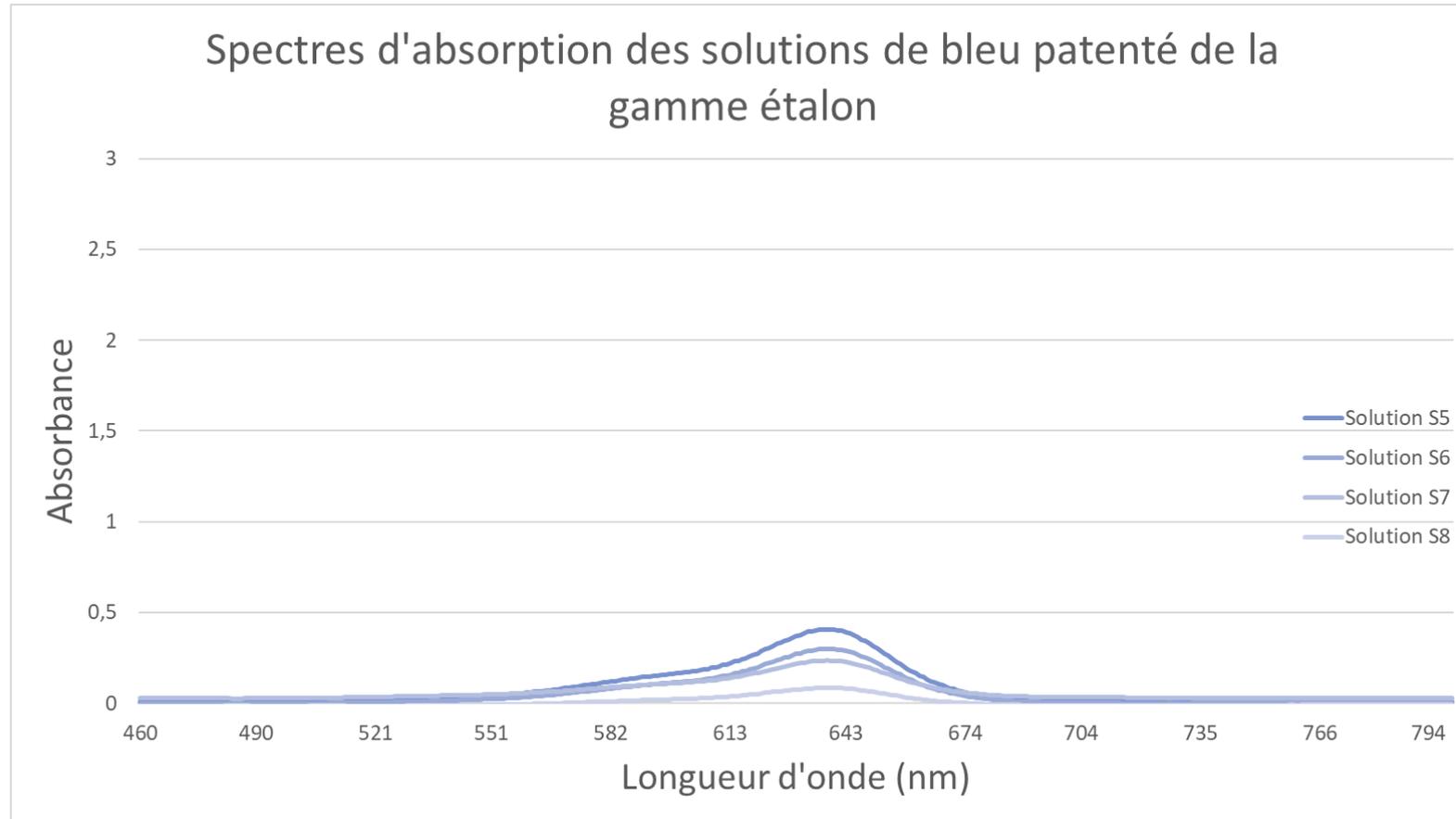
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



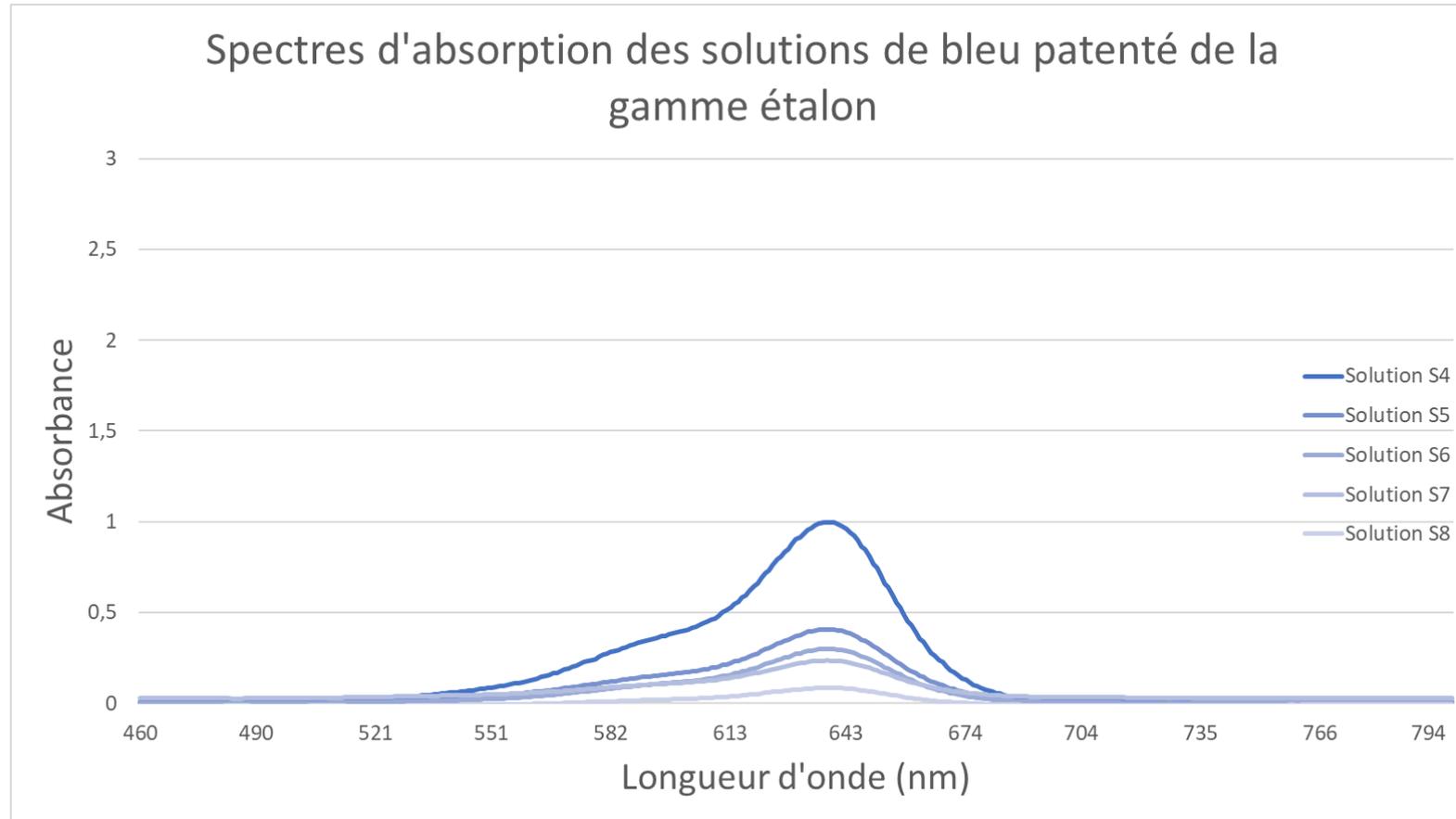
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



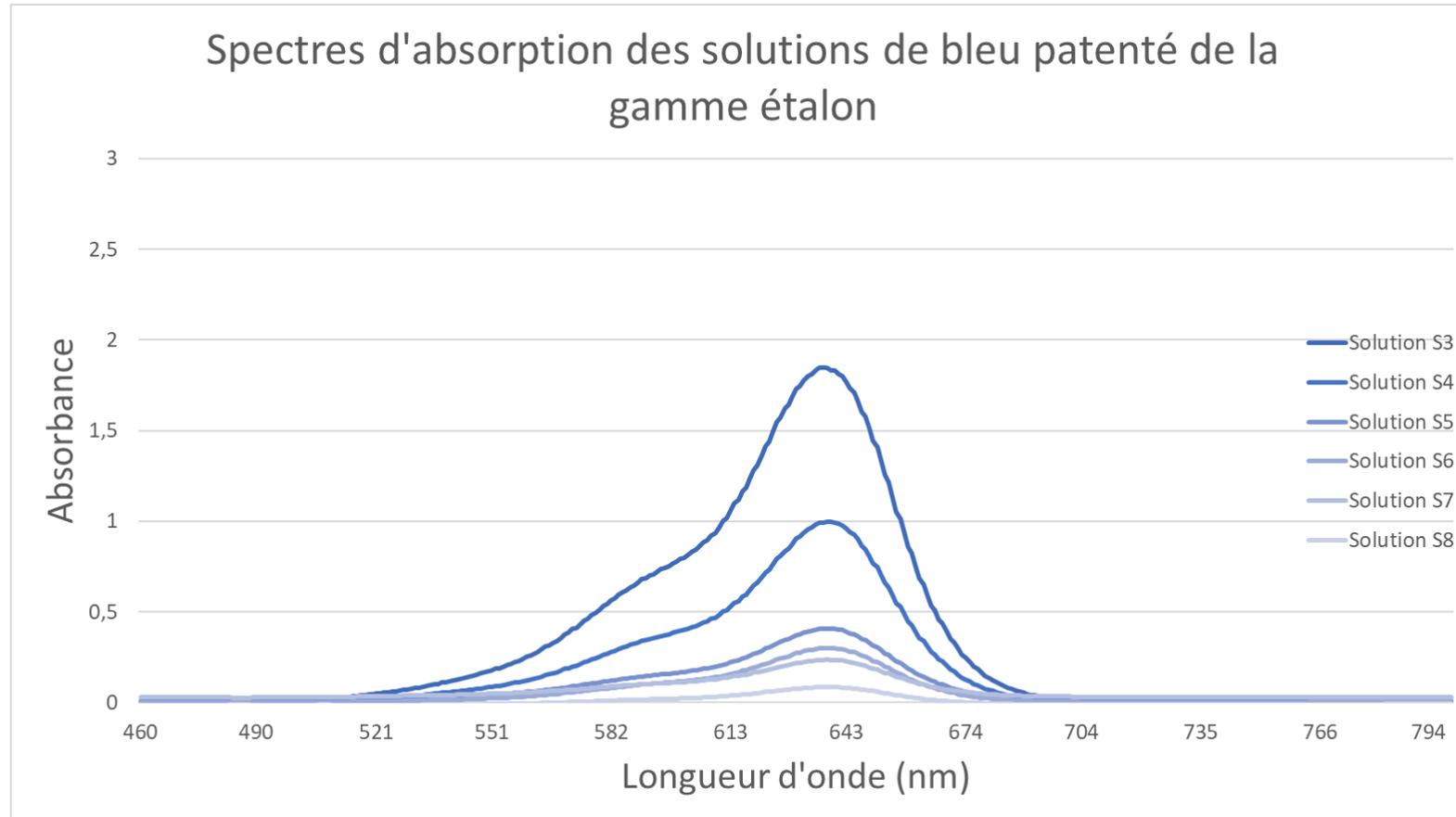
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



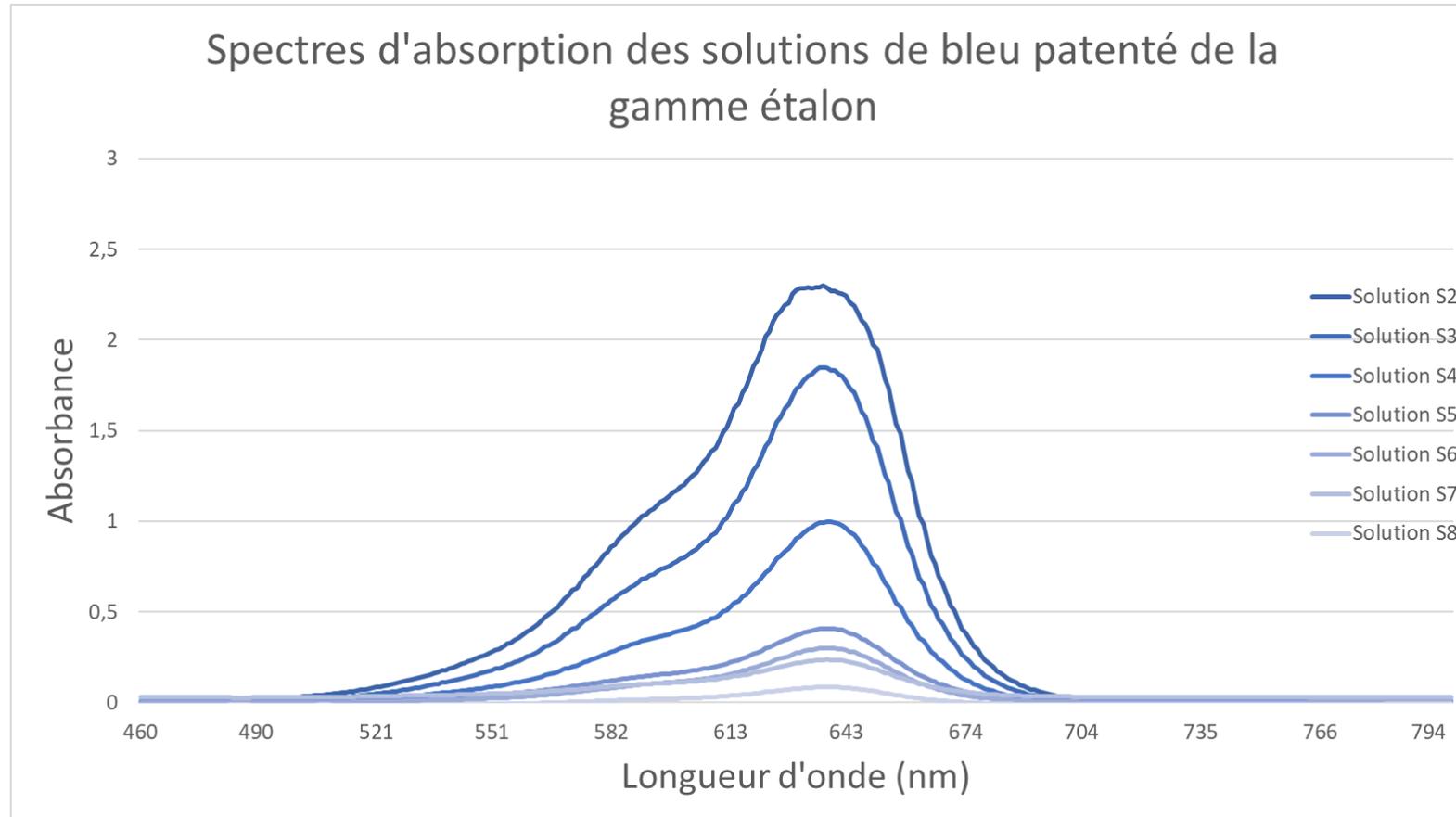
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



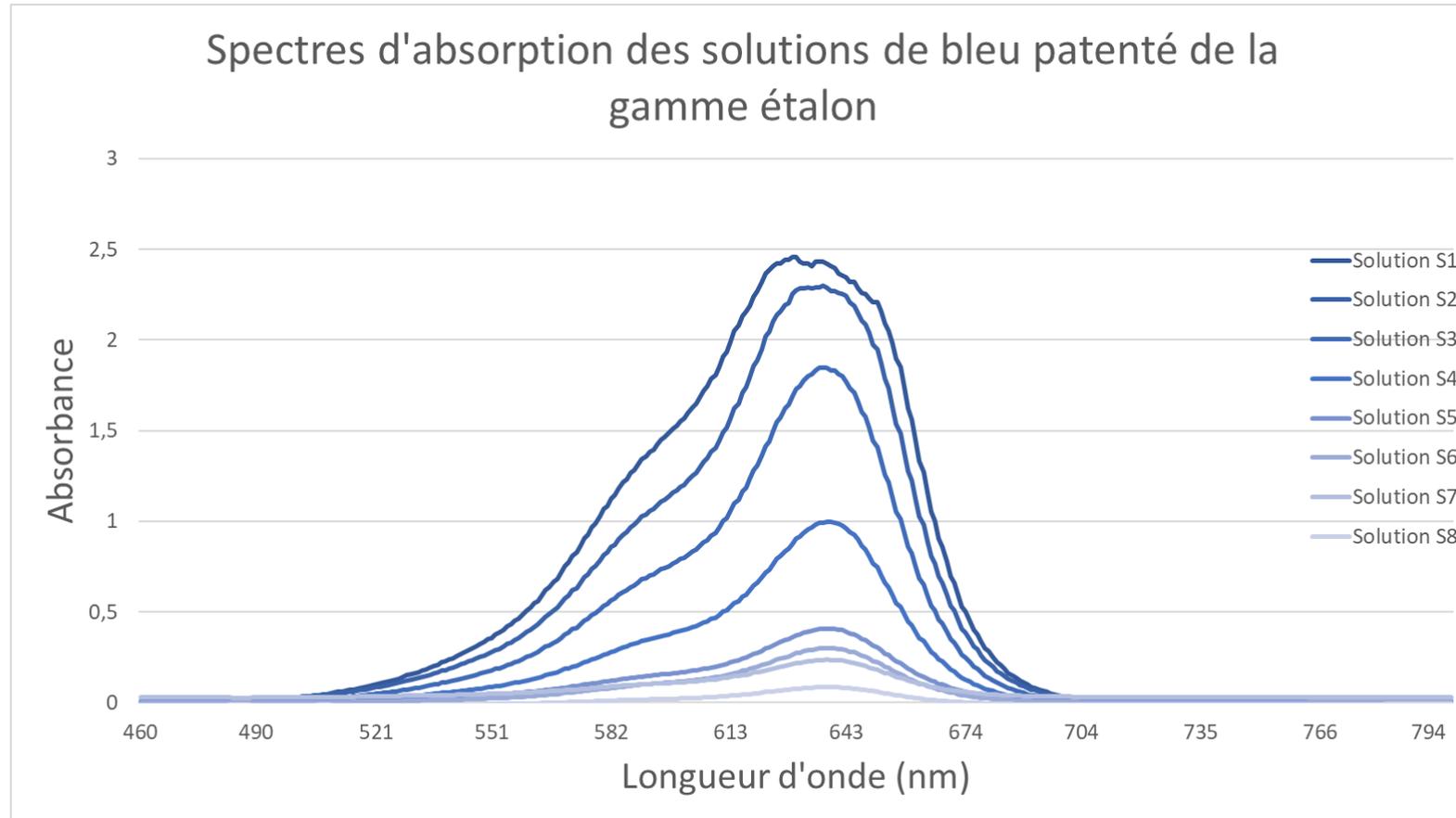
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



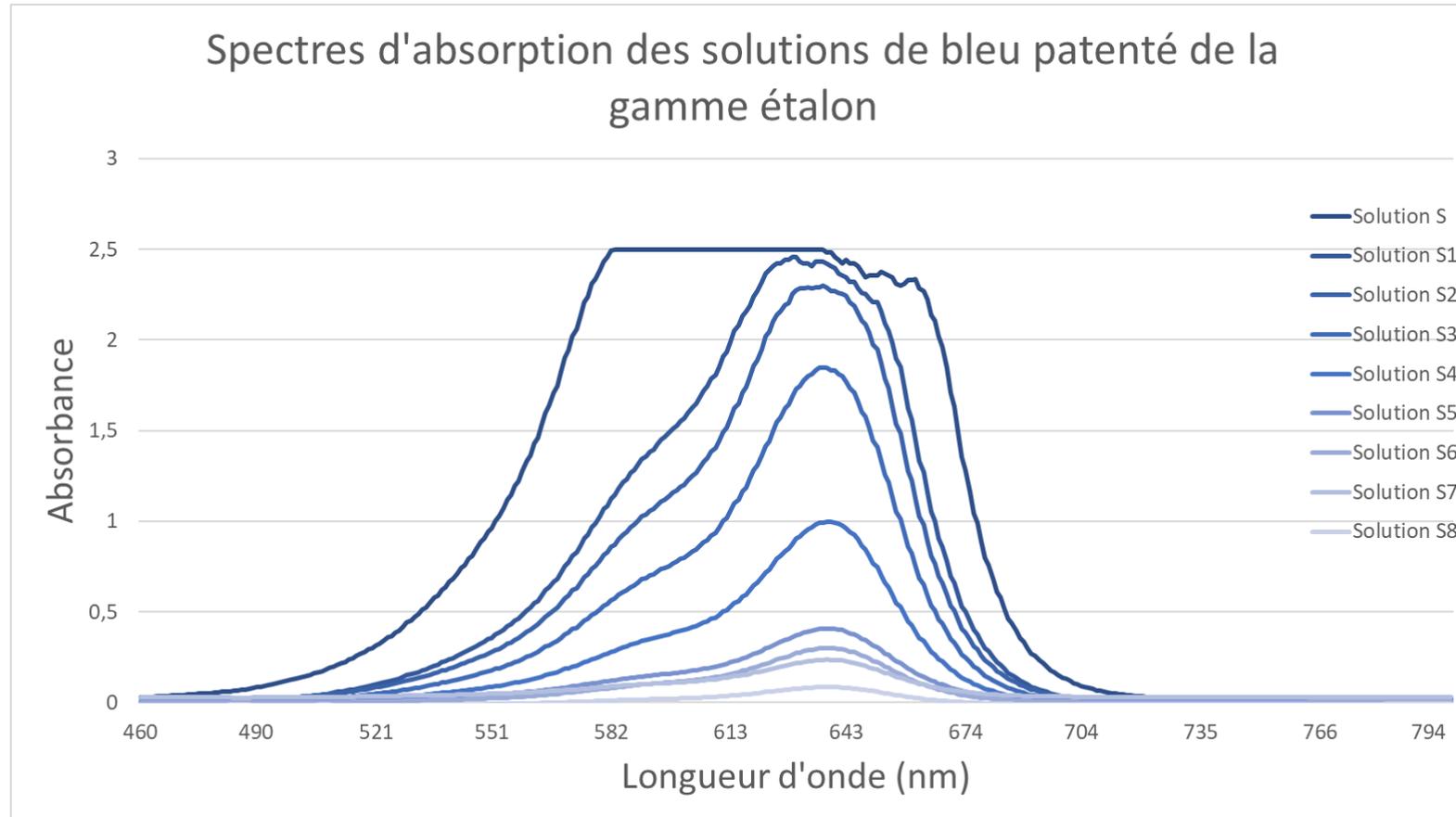
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0



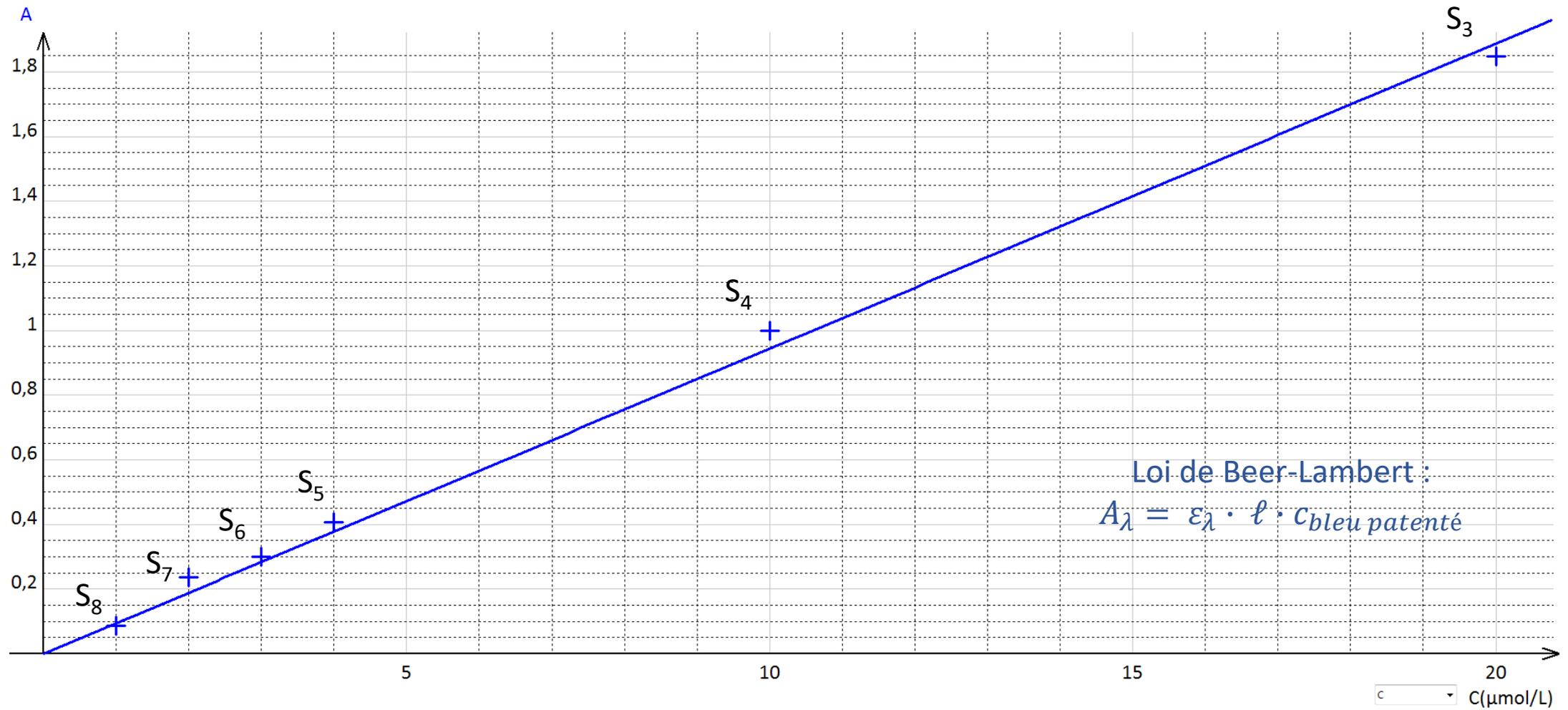
## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire



Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0

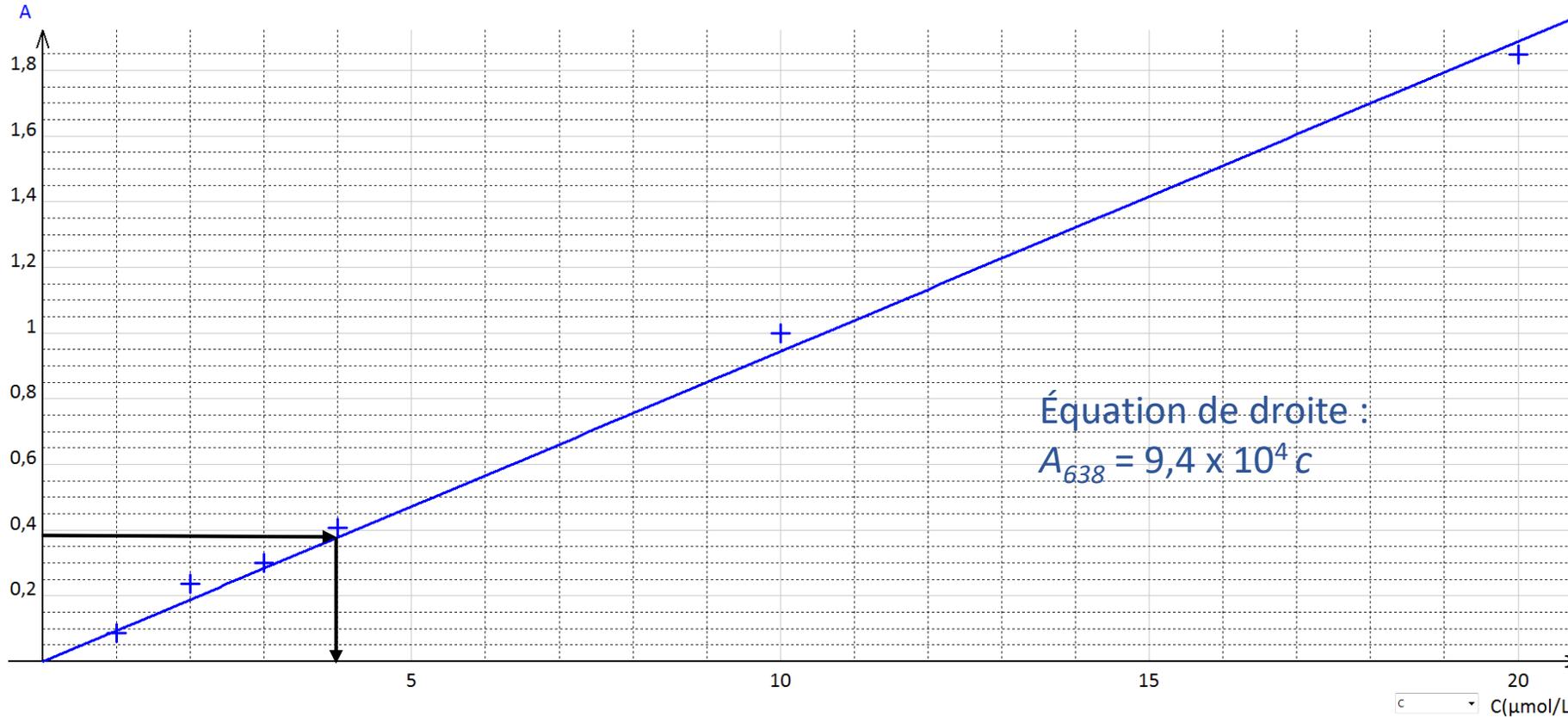


## Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible du colorant alimentaire





Absorbance du sirop de menthe :  $A = 0,386$



=> Par lecture graphique :  
 $c =$

=> Par calcul :  
on a  $A_{638} = 9,4 \times 10^4 c$

Donc :  
 $c =$



Comment qualifier et quantifier une espèce colorée ?

Utilisation de la spectroscopie UV-visible

Qualification : comparaison des spectres et des longueurs d'onde maximales d'absorption

Quantification :  
- dosage par étalonnage par spectrophotométrie => utilisation de la courbe  
- Loi de Beer-Lambert :  $A_\lambda = \varepsilon_\lambda \cdot \ell \cdot c$

Notions et contenus	Capacités exigibles
Absorbance; loi de Beer-Lambert. Spectroscopie UV-visible. Identification d'espèces chimiques.	Exploiter la loi de Beer-Lambert pour déterminer une concentration ou une quantité de matière. Citer les domaines de validité de ces relations.  Exploiter, à partir de données tabulées, un spectre d'absorption UV-visible pour identifier une espèce chimique.



### 3. Contrôle de qualité d'une gélule de L-tyrosine

L'étiquette mentionne des gélules de L-tyrosine contenant 500 mg de principe actif. On désire vérifier cette information par un dosage spectrophotométrique.

Protocole expérimental suivi :

- Dissoudre totalement une gélule de L-tyrosine dans un volume de 2,00 L d'eau. La solution obtenue est notée S.
- Préparer une solution aqueuse de L-tyrosine de concentration  $c_0 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  à partir d'un flacon de produit pur du laboratoire. Cette solution est notée  $S_0$ .
- À partir de la solution mère  $S_0$ , préparer quatre solutions filles dont les concentrations sont fournies dans le tableau suivant :

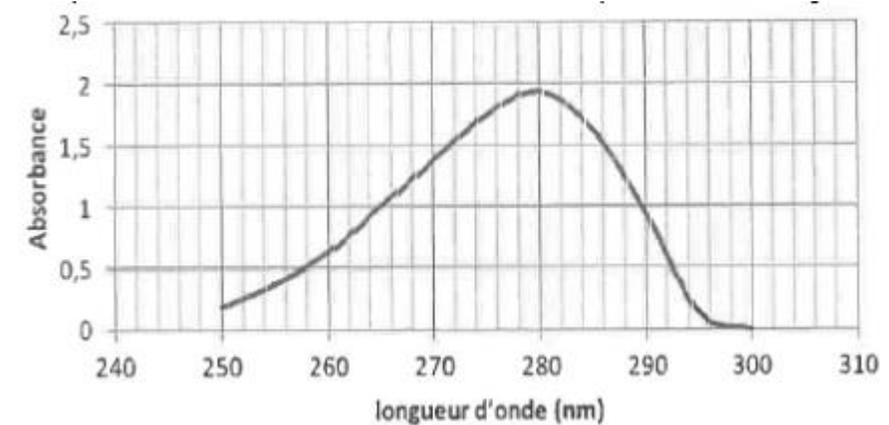
Solution fille	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$c \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$

- Mesurer l'absorbance de chaque solution et tracer  $A = f(c)$ .
- Mesurer l'absorbance de la solution S.

Résultats expérimentaux :

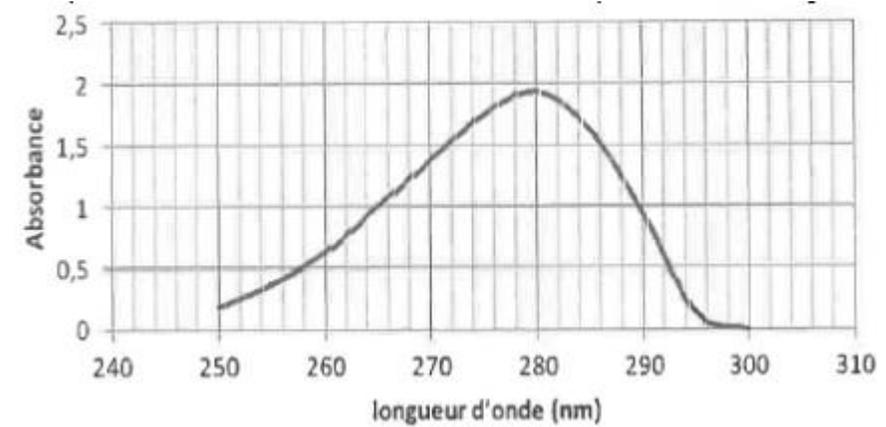
La courbe d'étalonnage obtenue est représentée sur le document réponse, en annexe à rendre avec la copie.

La mesure de l'absorbance de la solution S est  $A = 1,0$





3.1. Quels réglages faut-il effectuer sur le spectrophotomètre pour réaliser le contrôle qualité?



3.2. Déterminer le volume de solution mère à prélever pour préparer 100,0 mL de solution  $S_1$ .  
Nommer la verrerie utilisée pour préparer cette solution.

- Préparer une solution aqueuse de L-tyrosine de concentration  $c_0 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  à partir d'un flacon de produit pur du laboratoire. Cette solution est notée  $S_0$ .
- À partir de la solution mère  $S_0$ , préparer quatre solutions filles dont les concentrations sont fournies dans le tableau suivant :

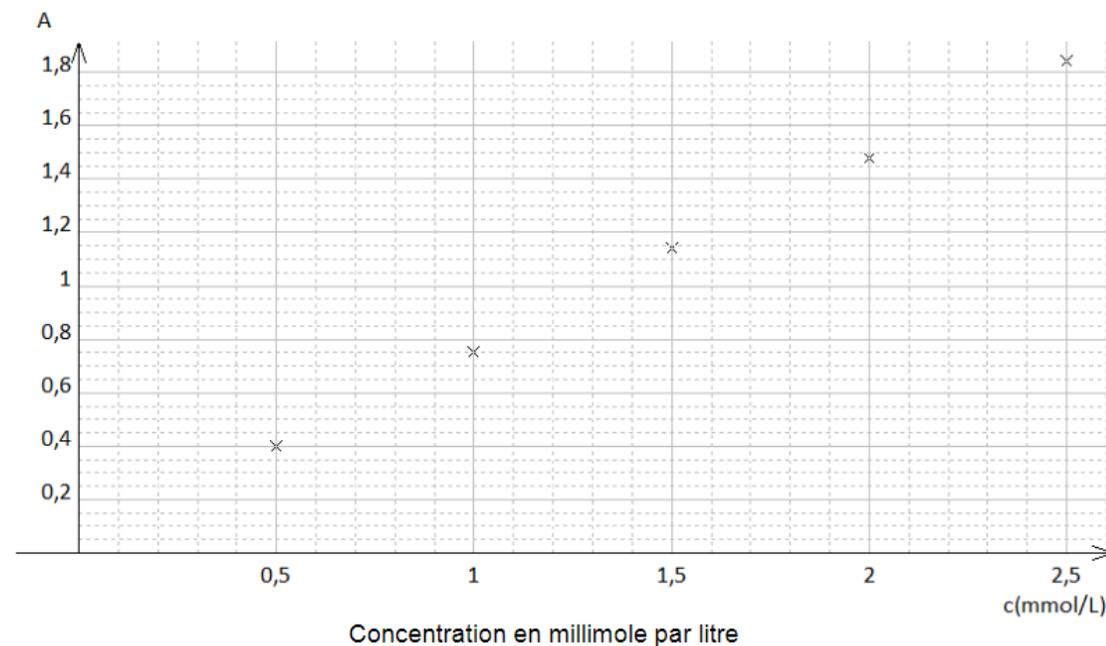
Solution fille	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$c \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$



3.3. La teneur en L-tyrosine de la gélule est-elle conforme à l'indication de l'étiquette du médicament ?

*Tout élément de la démarche sera valorisé même si celle-ci n'aboutit pas.*

**Document réponse 2 :** Courbe d'étalonnage de l'absorbance  $A$  en fonction des concentrations molaires des solutions de L-Tyrosine



La mesure de l'absorbance de la solution S est  $A = 1,0$

L'étiquette mentionne des gélules de L-tyrosine contenant 500 mg de principe actif. On désire vérifier cette information par un dosage spectrophotométrique.

Protocole expérimental suivi :

- Dissoudre totalement une gélule de L-tyrosine dans un volume de 2,00 L d'eau. La solution obtenue est notée S.



## Conclusion de l'analyse par spectrophotométrie



**Ingrédients** : arôme naturel de menthe, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

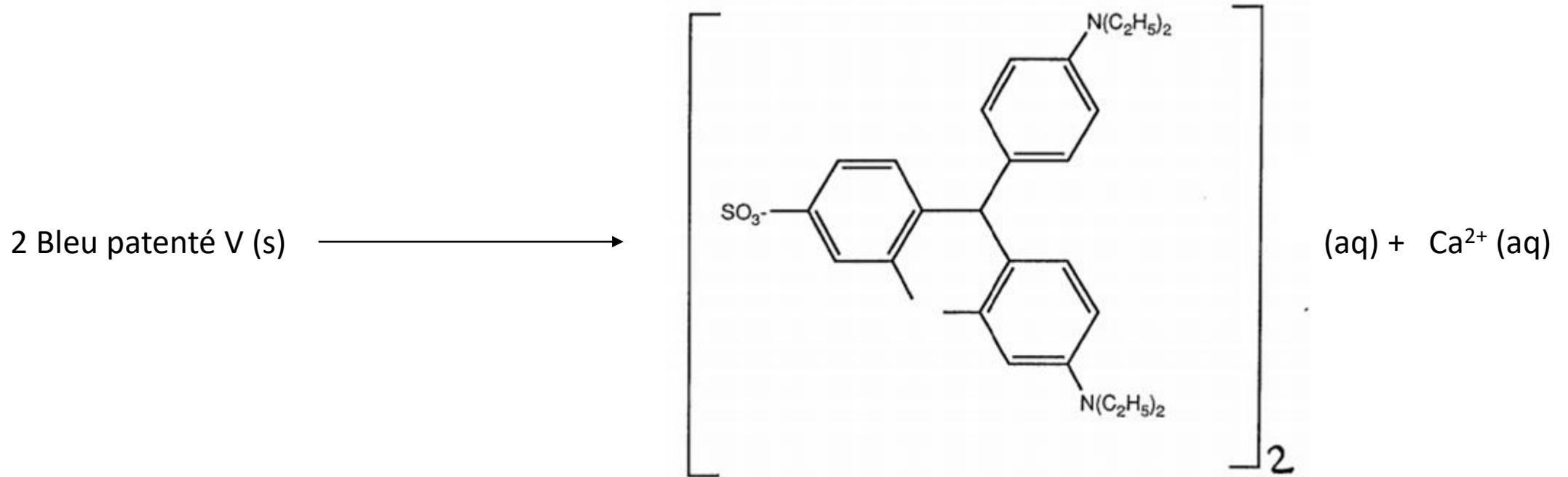
**Ingrédients** : arôme naturel de menthe: menthone et éthanoate de menthyle, colorant : bleu patenté V ( $4,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ ), sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

Existe-t-il une autre méthode physique pour doser le colorant?



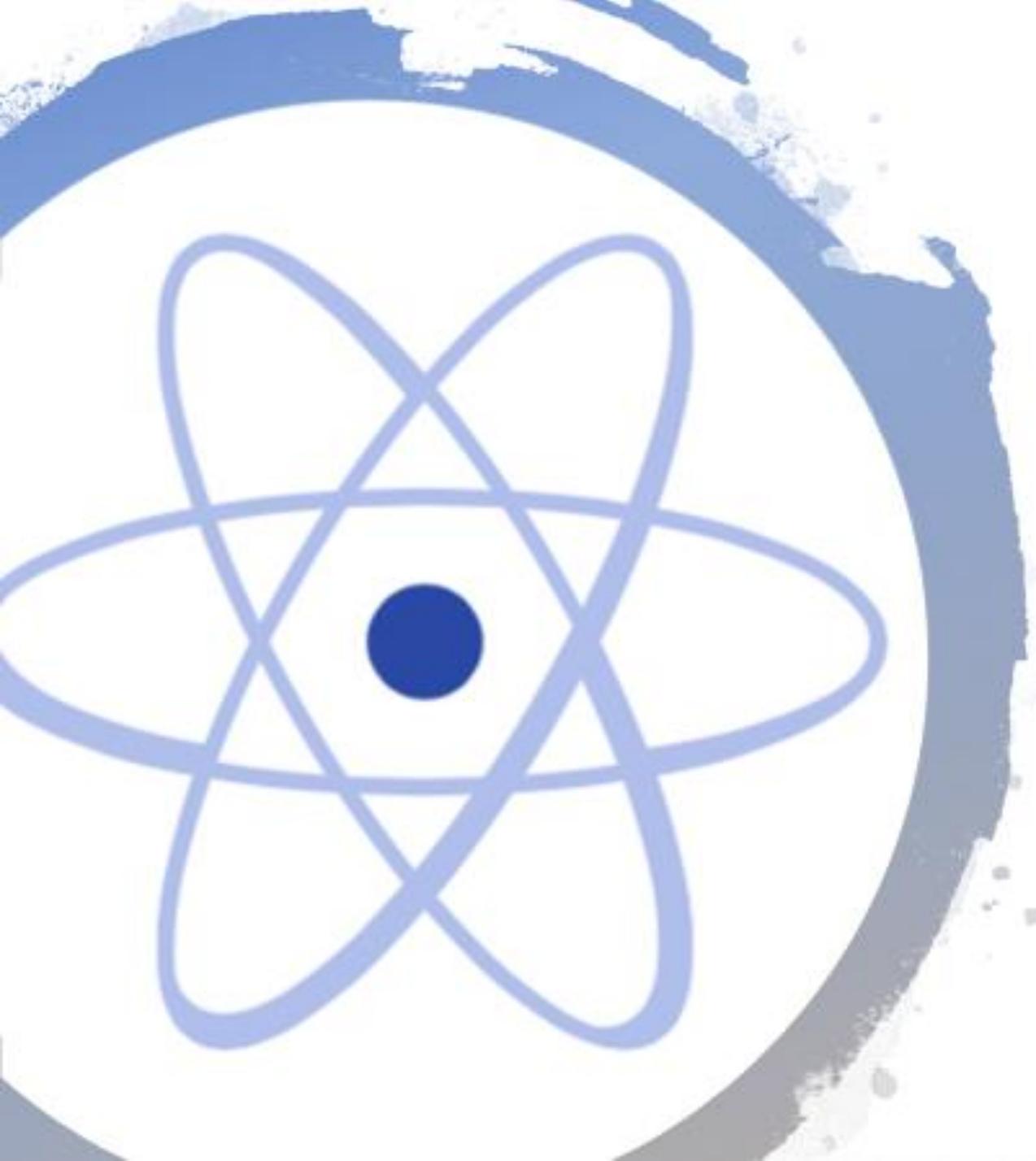
## Structure du bleu patenté V dissous en solution

Equation de dissolution du bleu patenté dans l'eau :

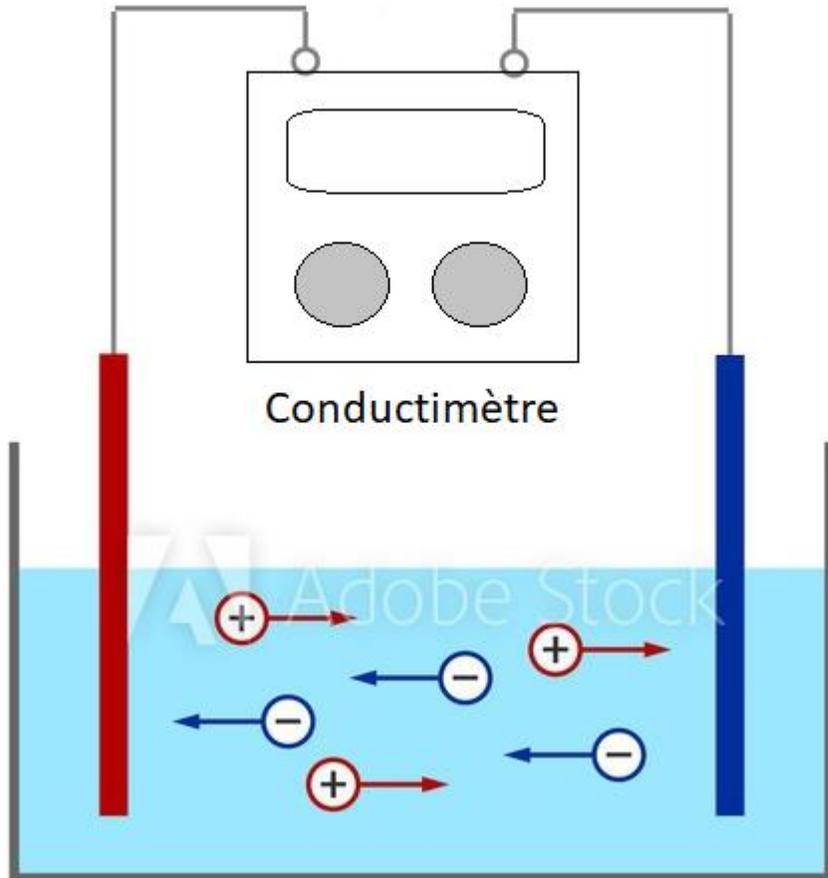


$\Rightarrow$  Présence de charges.

$\Rightarrow$  Seules espèces chargées en solution ?



### 3. Colorant alimentaire : analyse par conductimétrie



Conductivité électrique : caractérise l'aptitude de la solution à permettre le passage d'un courant électrique.

⇒ Mesure de la quantité d'espèces ioniques présentes en solution

⇒ Loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \lambda_1 \cdot [X_1] + \lambda_2 \cdot [X_2] + \dots + \lambda_n \cdot [X_n]$$

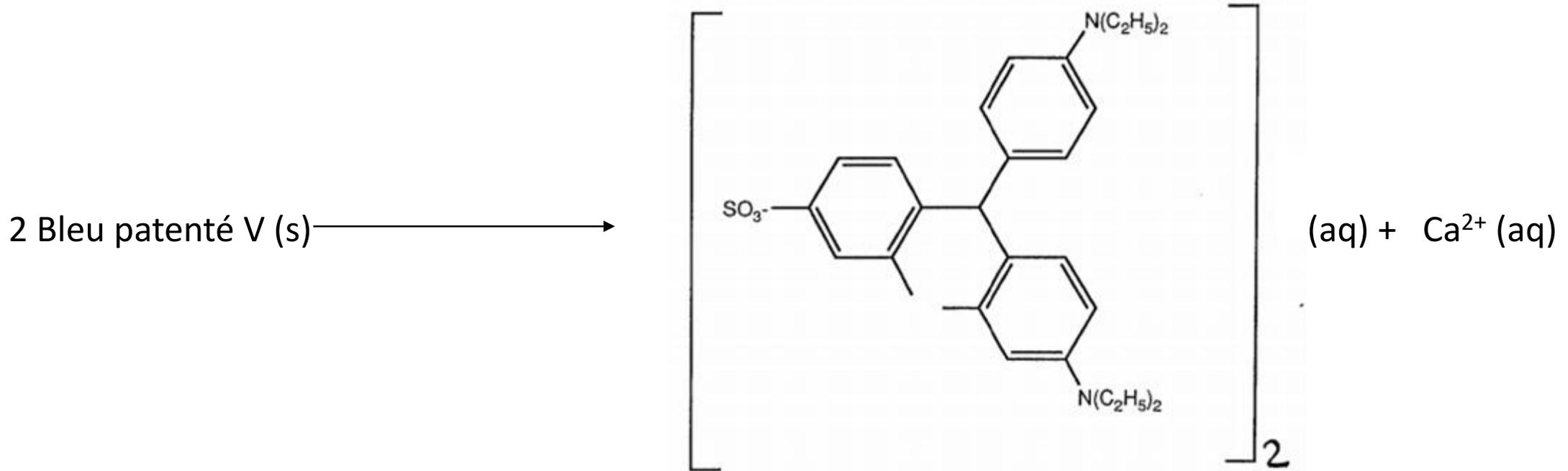
$\sigma$  : conductivité de la solution ( $\text{S.m}^{-1}$ )

$\lambda_1, \lambda_2, \dots$  et  $\lambda_n$  : conductivités molaires ioniques des espèces ioniques ( $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ )

$[X_1], [X_2], \dots$  et  $[X_n]$  : concentrations des espèces ioniques ( $\text{mol.m}^{-3}$ )



Equation de dissolution du bleu patenté dans l'eau :



Loi de Kohlrausch appliquée à cette solution :  $\sigma = \lambda_1 \cdot [X_1] + \lambda_2 \cdot [X_2] + \dots + \lambda_n \cdot [X_n]$

$$\sigma = \lambda_{bleu} \cdot [Bleu^-] + \lambda_{Ca^{2+}} \cdot [Ca^{2+}]$$

Or  $[Ca^{2+}] = [Bleu^-] / 2$

Donc  $\sigma = (\lambda_{bleu} + \lambda_{Ca^{2+}} / 2) \cdot [Bleu^-]$



## Analyse quantitative par conductimétrie du colorant alimentaire

Solution	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
Concentration (en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	100,0	40,0	30,0	20,0	10,0	4,0	3,0	2,0	1,0

$$C_{\text{bleu patenté}} = 4,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

Solution	S <sub>5</sub>	Sirop de menthe non dilué
$C_{\text{bleu patenté}}$ (en $\text{mol.L}^{-1}$ )	$4,0 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-6}$
$\sigma$ (en $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )		





Solution	$S_5$	Sirop de menthe non dilué
$C_{\text{bleu patenté}}$ (en mol.L <sup>-1</sup> )	$4,0 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-6}$
$\sigma$ (en $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	8,94	34,1

Dosage impossible dans ce cas, car d'autres espèces ioniques sont vraisemblablement présentes dans le sirop de menthe.



Comment quantifier une espèce ionique ?



Utilisation de la conductimétrie



Dosage par étalonnage par conductimétrie  
$$\sigma = \lambda_1 \cdot [X_1] + \lambda_2 \cdot [X_2] + \dots + \lambda_n \cdot [X_n]$$

Notions et contenus	Capacités exigibles
Conductivité; loi de Kohlrausch	Exploiter la loi de Kohlrausch pour déterminer une concentration ou une quantité de matière. Citer les domaines de validité de ces relations. <i>Tracer une courbe d'étalonnage pour déterminer une concentration.</i>



## QUIZZ : Choix de la technique pour un dosage par étalonnage

Pour chacune des situations ci-dessous, choisir la méthode physique la plus appropriée pour le dosage : spectrophotométrie ou conductimétrie ?

- a. On souhaite doser une solution incolore contenant du iodure de Potassium ( $K^+(aq)$ ,  $I^-(aq)$ ).
- b. On souhaite doser le diiode  $I_2(aq)$  qui apparaît brun en solution.
- c. On souhaite doser une solution de chlorure de Nickel ( $Ni^{2+}(aq)$ ;  $2 Cl^-(aq)$ ) apparaissant verte.



Combien de verres de sirop un adulte de 65 kg peut-il absorber par jour sans dépasser la DJA ?

$$DJA = 5 \text{ mg/kg/jour}$$

$$c (\text{bleu patenté}) = 4,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

Conseils de dilution : à diluer dans 8 à 10 volumes d'eau

$$M_{\text{bleu patenté}} = 1159,45 \text{ g.mol}^{-1}.$$

- Pour un verre de sirop de menthe dilué 10 fois :

$$c_{\text{dilué}} (\text{bleu patenté}) = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\begin{aligned} m (\text{bleu patenté}) &= c (\text{bleu patenté}) \times V_{\text{verre}} \times M_{\text{bleu patenté}} \\ &= 4,0 \cdot 10^{-7} \times 0,200 \times 1159,45 \end{aligned}$$

$$m (\text{bleu patenté}) = 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

- Une personne de 65 kg peut ingérer :  $65 \times 5 = 325 \text{ mg/jour}$  de bleu patenté
- Calculons le nombre de verres :  $325 \times 10^{-3} / 9,3 \cdot 10^{-5} = 3500$  verres !



## Intérêt du dosage

**Bac S 2018 Metropole**  
**EXERCICE III – HYDRATATION LORS D'UN MARATHON (5 points)**

Une marathonnienne, âgée de 35 ans, court le marathon en 4 heures. En moyenne, la perte en eau d'une marathonnienne est comprise entre 1,5 et 2,5 litres par heure de course. Consciente des risques de déshydratation, la marathonnienne décide d'assurer ses besoins en eau à l'aide d'une boisson isotonique qui contient notamment des « sucres libres » et un colorant alimentaire, le bleu brillant.

Dans cet exercice, on s'intéresse aux deux diénoxyphényls liés aux quantités de bleu brillant et de sucres libres.

### Questions préliminaires :

1. Déterminer le volume maximal de boisson isotonique que la marathonnienne peut ingérer le jour du marathon pour suivre les recommandations de l'OMS concernant les « sucres libres ».
2. Calculer la valeur de la concentration molaire en bleu brillant de la solution  $S_5$  obtenue par dilution.

### Problème :

Lors d'un marathon, afin de compenser la totalité de sa perte en eau, la marathonnienne consomme uniquement la boisson isotonique étudiée précédemment. Déterminer si la marathonnienne respecte les recommandations concernant les « sucres libres » et le bleu brillant lors de ce marathon.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives, notamment à propos d'une donnée manquante, et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

*La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.*

#### Données :

- masse molaire moléculaire du colorant E133 :  $793 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- énergie apportée par les « sucres libres » contenus dans 100 mL de boisson isotonique : 68,5 kJ ;
- besoins énergétiques pour une femme d'âge compris entre 20 et 40 ans, le jour d'un marathon :  $19 \times 10^3 \text{ kJ}$



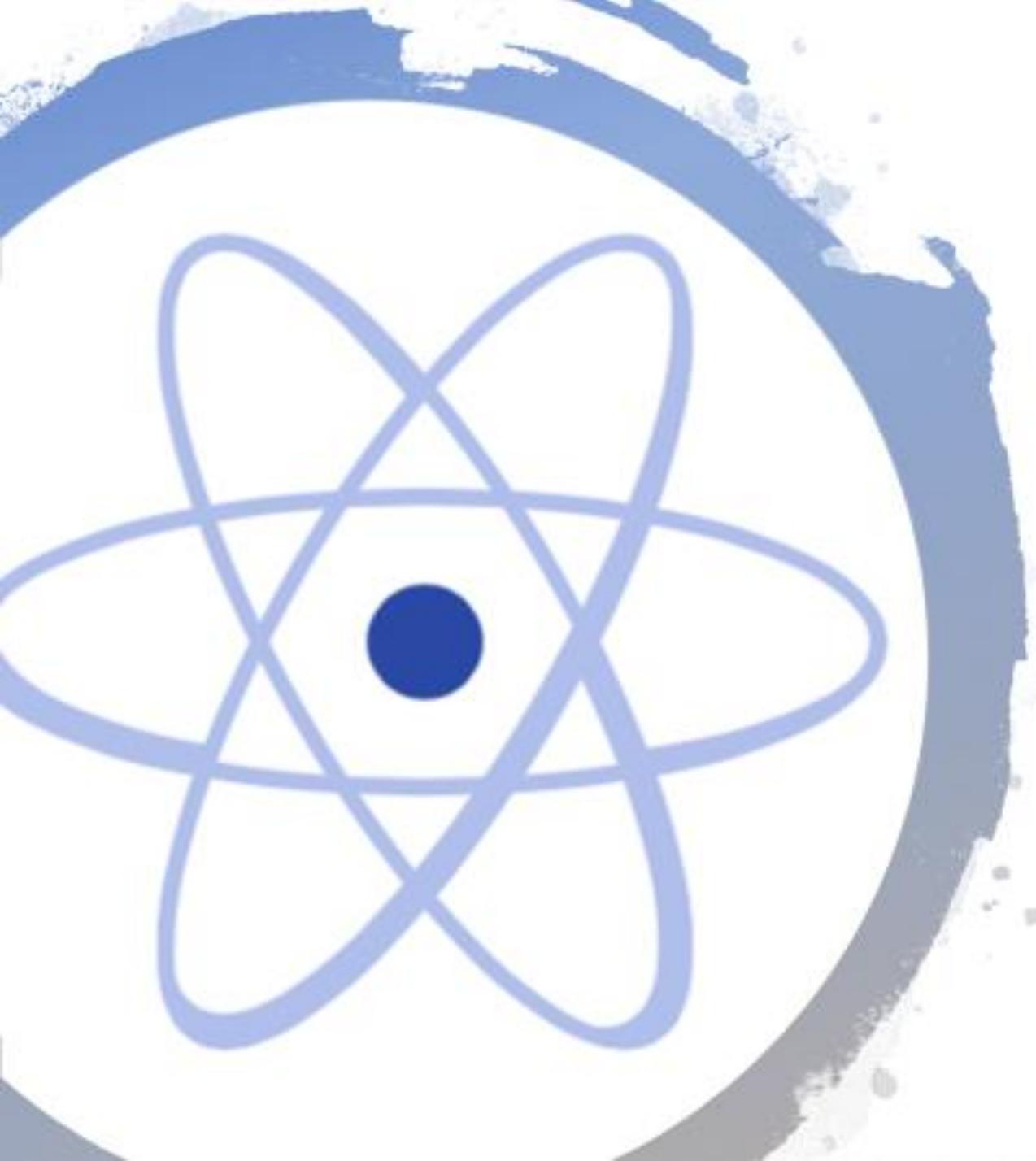
## Conclusion de l'analyse du colorant



**Ingrédients** : arôme naturel de menthe, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

**Ingrédients** : arôme naturel de menthe: menthone et éthanoate de menthyle, colorant : bleu patenté V ( $4,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ ), sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

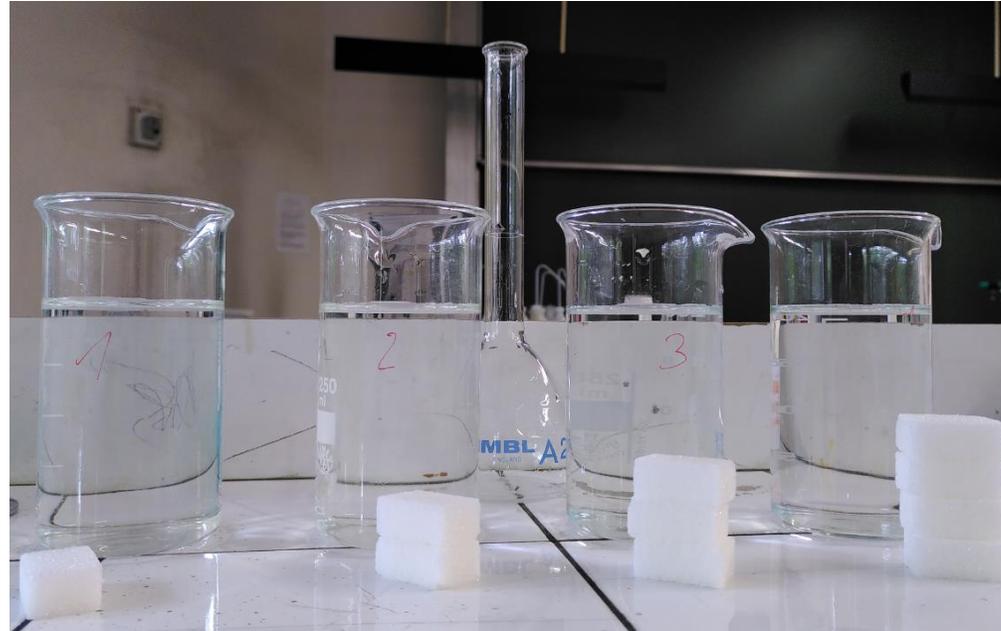
Le sucre n'est-il pas plus nocif que le colorant?



4. Un autre dosage possible :  
teneur en sucre du sirop de  
menthe



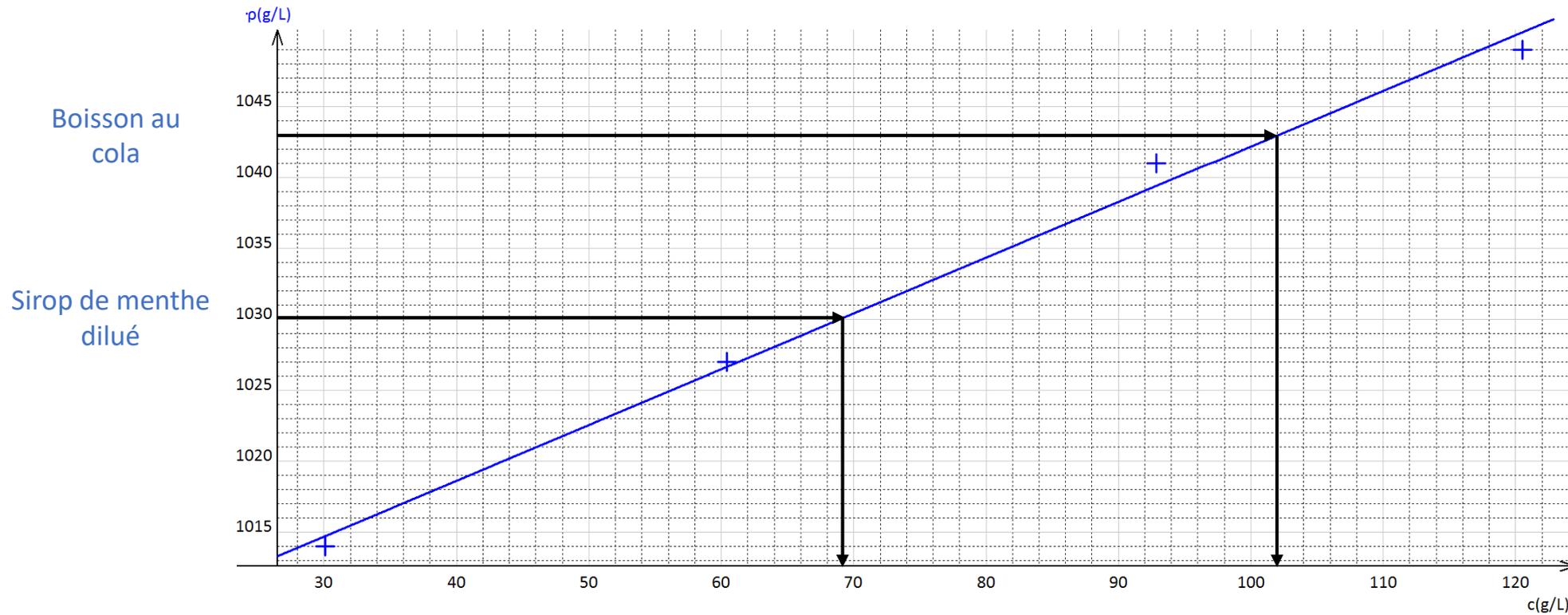
## Teneur en sucre du sirop grâce à un dosage par étalonnage



Solution	1	2	3	4
$\rho$ (en g.L <sup>-1</sup> )	1014	1027	1041	1049
$c_{\text{sucre}}$ (en g.L <sup>-1</sup> )	30,10	60,45	92,85	120,5



## Teneur en sucre du sirop grâce à un dosage par étalonnage



Solution de 200 mL	Sirop de menthe dilué	Boisson au cola
$\rho$ (en g.L <sup>-1</sup> )	1030	1043
$c_{\text{sucrose}}$ (en g.L <sup>-1</sup> )	69	102
$m_{\text{sucrose}}$ (en g)	13,8	20,4

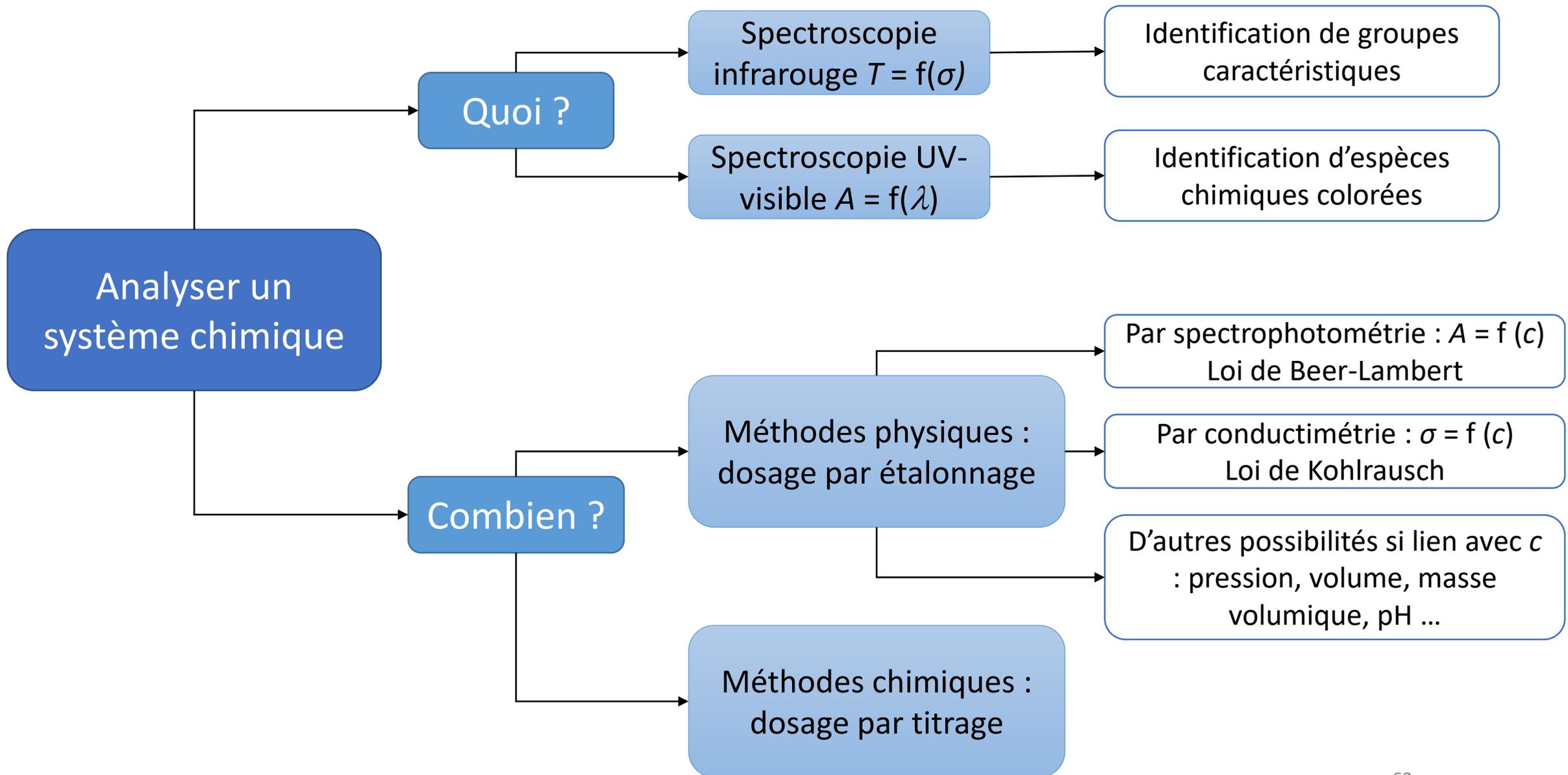


## Conclusion de l'analyse de la teneur en sucre



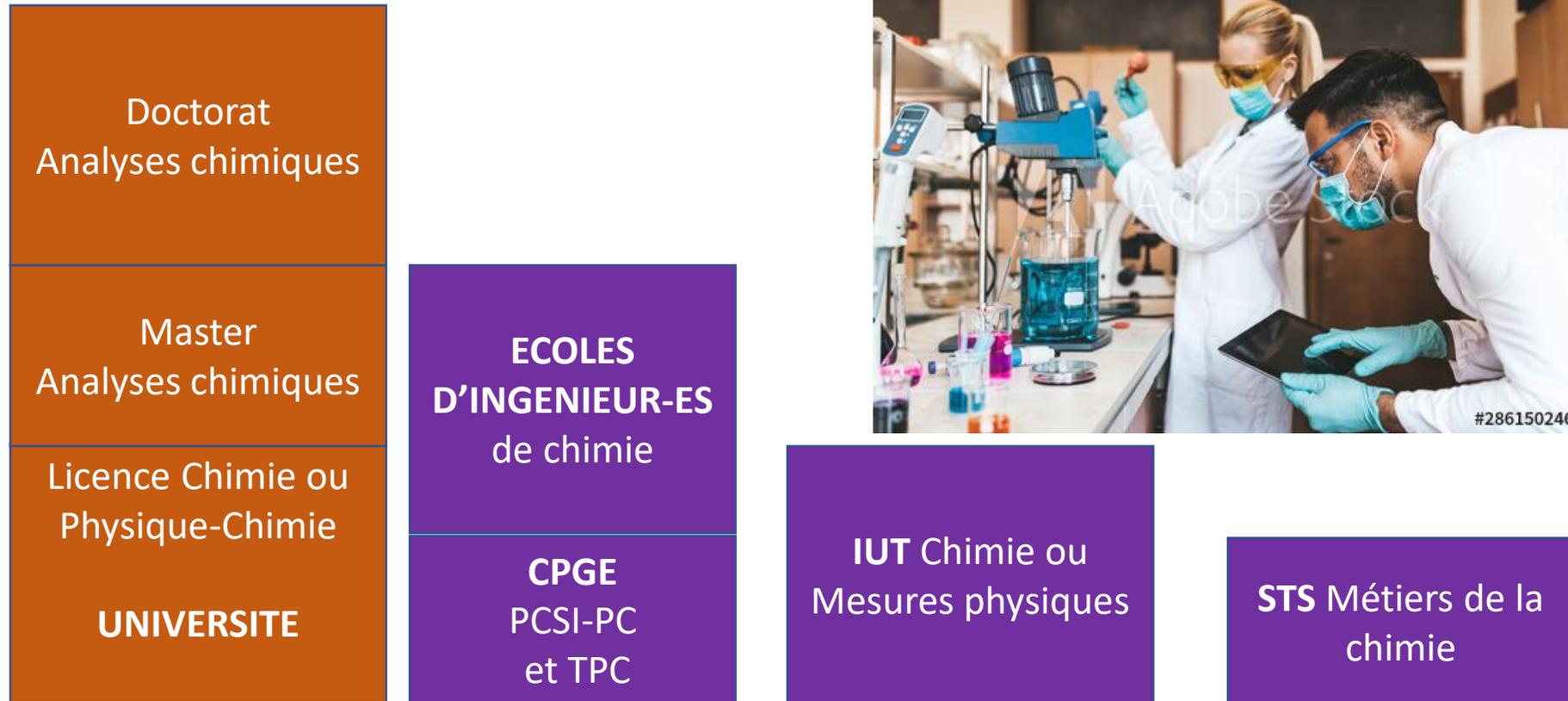
**Ingrédients** : arôme naturel de menthe, colorant : bleu patenté V, sucre, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.

**Ingrédients** : arôme naturel de menthe, colorant : bleu patenté V ( $4,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ ), **sucre (= 2,5 morceaux de sucre par verre)**, eau, émulsifiants : gomme d'acacia, E445.





### Devenir technicien-ne, ingénieur-e ou chercheur-e en analyses chimiques



**Baccalauréat général et Baccalauréat STL SPCL**