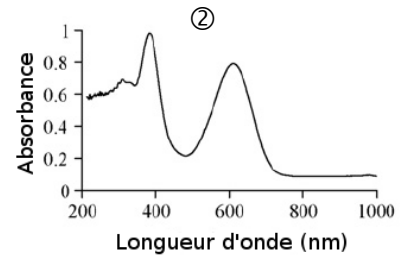
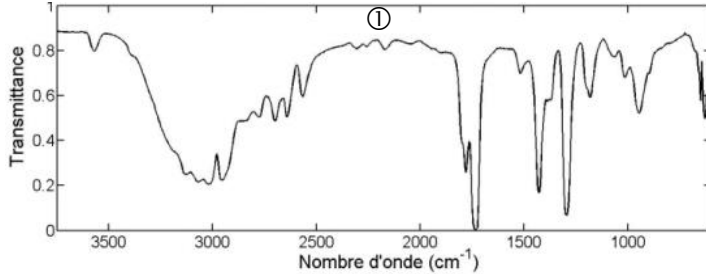


Chapitre C2 – Analyser un système chimique par des méthodes physiques



Se positionner

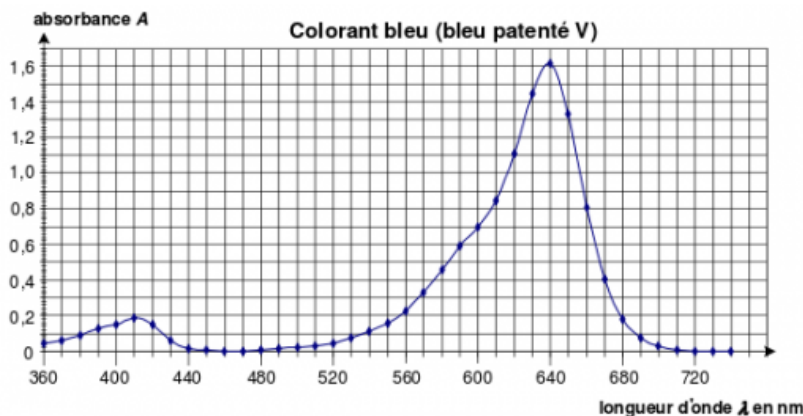
1 . Remettez un peu d'ordre dans ces spectres !



- a. Quel est le spectre d'absorption infra-rouge ?
 - b. Lequel de ces spectres permet d'identifier la présence de groupes fonctionnels présents dans des molécules.
2. La relation entre le nombre d'ondes (σ) et la longueur d'onde (λ) est :
 - ① $\sigma = k \times \lambda$ ② $\sigma = \frac{1}{\lambda}$
 3. Un courant électrique dans une solution est un déplacement :
 - ① d'électrons ② d'ions (cation et anions) ③ d'électrons et d'ions négatifs
 4. Le déplacement ordonné des porteurs de charges dans la matière :
 - ① existe toujours ② existe si une tension électrique est appliquée
 5. Concentration en quantité de matière et masse volumique s'expriment en $g.L^{-1}$ donc ces deux grandeurs expriment la même chose : ① Vrai ② Faux

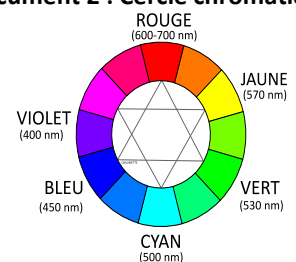
Activité 1. Analyse du spectre visible du bleu patenté

Document 1 : Spectre d'absorption d'une solution So de bleu patenté



1. Peut-on qualifier ce spectre de spectre UV-visible ? Justifier.
2. Quelle information principale le spectre d'absorption du bleu patenté apporte-t-il ?
3. Repérer la longueur d'onde λ_{max} puis donner sa valeur.
4. Quelle(s) est (sont) la (ou les) couleur(s) absorbée(s) par le bleu patenté ?
5. Justifier que ce colorant soit bleu, à l'aide du cercle chromatique ci-contre.
6. Tracer sur le document 1 l'allure du spectre qui serait obtenu avec une solution plus diluée.

Document 2 : Cercle chromatique



**Pour aller plus loin**

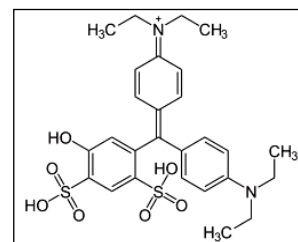
Lire le document 3.

La formule semi-développée du bleu patenté est représentée ci-contre.

Montrer que sa formule est en accord avec les conclusions de Witt et le spectre d'absorption obtenu.

Document 3 : Le chimiste allemand Witt, en faisant réagir des composés colorés avec de l'hydrogène, a montré que toute molécule colorée renferme obligatoirement des groupes d'atomes insaturés, c'est à dire qu'ils possèdent une ou plusieurs doubles liaisons. Il a également montré que plus le nombre de doubles liaisons conjuguées* est grand, plus l'espèce chimique absorbe dans les grandes longueurs d'onde du visible.

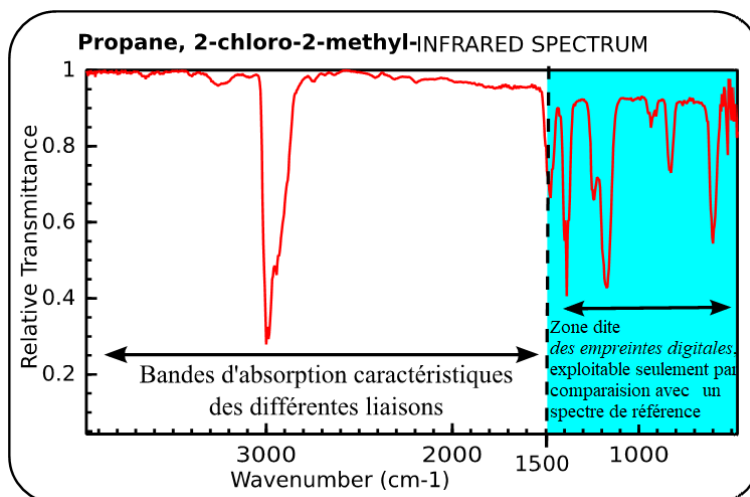
*doubles liaisons conjuguées : alternance de double liaison et simple liaison

**Activité 2. Que nous disent les spectres IR ?**

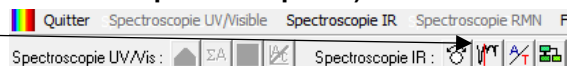
Lorsqu'une lumière IR traverse un échantillon, les liaisons des molécules peuvent absorber de l'énergie et se mettent alors à vibrer à des fréquences bien particulières (élongation longitudinale et déformation angulaire). Il apparaît alors des **bandes d'absorption** caractéristiques des liaisons présentes dans la molécule étudiée. Cette analyse spectrale IR concerne majoritairement les composés organiques.

Activité 2a : Caractéristiques générales d'un spectre IR

1. Quelle grandeur représente-t-on en abscisse (la nommer en français) ? Indiquer son unité.
2. Calculer les valeurs des longueurs d'ondes minimales et maximales, en nm, correspondant aux bornes de l'axe des abscisses ci-contre. Vérifier qu'elles sont bien toutes dans l'infrarouge.
3. a. Que signifie une transmittance égale à 1 ?
b. Que signifie une transmittance égale à 0 ?
4. Parmi les deux domaines d'un spectre IR, lequel permet d'identifier les groupes caractéristiques présents dans une molécule ?
5. Indiquer la valeur moyenne de la bande d'absorption remarquable de la molécule analysée.

**Pour les activités qui suivent, on utilise le logiciel Specamp (et son module Spectroscopie IR)**

- Pour visualiser un spectre : _____
- Pour afficher la totalité d'un spectre :
clic droit n'importe où dans le spectre
- Pour afficher plusieurs spectres pour les comparer :



Menu déroulant Spectroscopie IR puis Comparaison de spectres IR puis ajouter les spectres grâce au bouton

Activité 2b : Les pics d'absorption « célèbres »

1. Vous devez comparer les spectres IR du **propane gazeux** et du **butane gazeux**

a) Écrire les formules semi-développées de ces 2 hydrocarbures. Lister les différentes liaisons présentes dans ces deux molécules.

b. En comparant les 2 spectres fournis, repérer la valeur de la bande d'absorption et préciser à quelle liaison elle correspond (sachant que la signature de la liaison C-C se trouve dans l'empreinte).

2. On compare les spectres IR du butan-1-ol et du butan-2-ol en phase gazeuse.

a. Écrire les formules semi-développées de ces 2 alcools.

b. Lister les liaisons et identifier la bande due à la liaison C_{tétra}-H.

c. A quelle liaison est due la bande vers 3700 cm⁻¹ ? (La liaison C-O se trouve dans l'empreinte)

d. Peut-on toujours distinguer des molécules différentes à l'aide d'un spectre infrarouge ?

3. On considère les spectres IR de l'acide butanoïque et de la butanone en phase gazeuse

a. Écrire les formules semi-développées de ces deux molécules et lister toutes les liaisons.

b. Identifier à quelle liaison correspond chaque bande située hors de l'empreinte digitale.

c. En conclusion, un groupe carboxyle en phase gazeuse sera caractérisé par combien de bandes, repérées pour quelles valeurs ?

**Activité 2c : Et en présence de liaisons hydrogène ?**

1. Rappeler ce qu'est une liaison hydrogène. Schématiser cette liaison.

2. Comparer les spectres IR de l'acide butanoïque et du butanol en phase gazeuse et en phase condensée (c'est-à-dire liquide ou solide). Noter les différences puis compléter le texte ci-dessous :

Par lecture sur l'un des deux spectres, la liaison O-H sans liaison hydrogène (phase :) absorbe à avec une bande (préciser *très large ou fine*).

Par contre la liaison O-H avec une liaison hydrogène (phase :) est identifiée par une bande (préciser *très large ou fine*) comprise entre et

Comment s'est déplacée la valeur du nombre d'onde du maximum d'absorption ?

L'analyse du spectre du butanol liquide nous montre que (*toutes les, certaines, la majorité des*) molécules de butanol ont une liaison hydrogène.

Repasser en couleur les pics d'absorption correspondant aux différentes liaisons O-H libre et O-H liée sur les spectres.

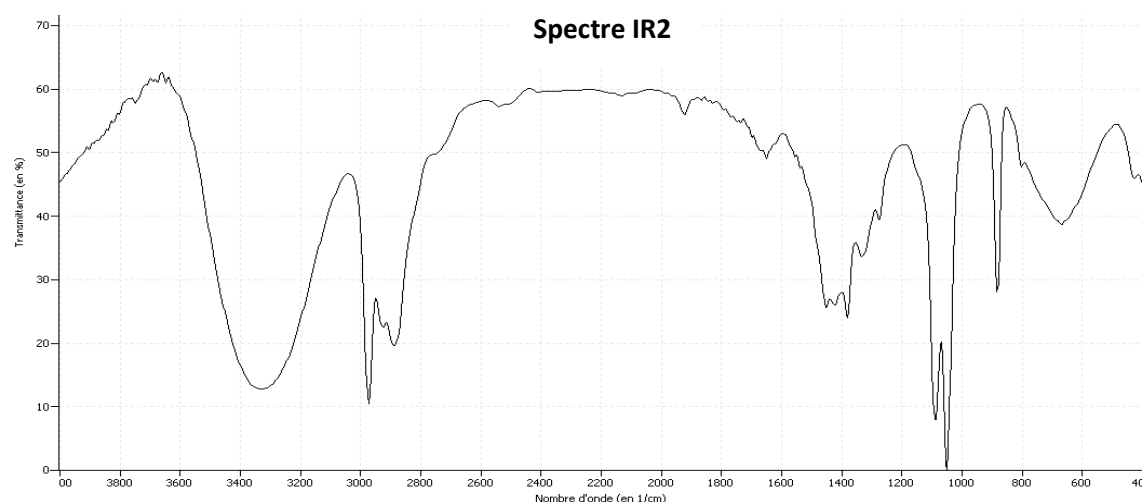
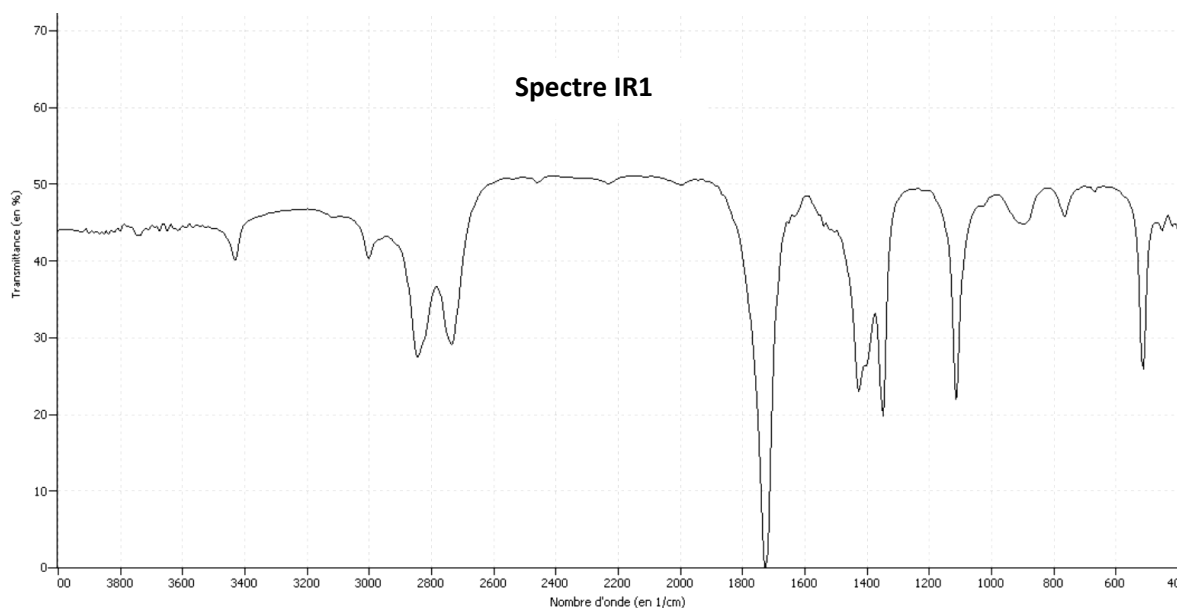
Tables de données qu'il faut savoir utiliser pour lire un spectre IR.

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Largeur de la bande	Intensité
C _{tétra} -H	Autour de 3000	large	Moyenne à forte
O-H en phase gazeuse	Vers 3700	fine	Moyenne
O-H en phase condensée	Vers 3300	Très large	Forte
C=O	Vers 1800	fine	Forte
N-H en phase gazeuse	Entre 3300 et 3500	fine	Faible à Moyenne
N-H en phase condensée	Entre 3100 et 3300	large	Forte
 alcène	Autour de 3000	fine	Moyenne
 aldéhyde	Autour de 2800	variable	Moyenne
	Autour de 1650	variable	Moyenne

**Pour s'entraîner : Deux spectres, deux molécules...****Document 1**

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).

**Document 2 : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide**

1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules. Encadrer et nommer leurs groupes caractéristiques.

2. Repérer sur les spectres la zone d'empreintes digitales. À quelles liaisons les pics qu'elle contient peuvent-ils correspondre ?

En utilisant la table de données spectroscopiques, identifier avec rigueur les bandes d'absorption relatives aux principales liaisons présentes dans ces deux molécules. (Repasser en couleur les différentes bandes et légender.)

3. Comment peut-on interpréter la forme élargie de la bande de plus grand nombre d'onde du spectre IR2 ?

4. Associer chaque spectre infrarouge à la molécule correspondante.