

Spectroscopie infrarouge (IR)

La **spectroscopie infrarouge** sert à repérer les **groupes caractéristiques** d'une molécule, en identifiant les **liaisons** qu'elle contient.

1. Principe

Principe de la spectroscopie infrarouge

Les **liaisons** d'une molécule absorbent un rayonnement **infrarouge** à des **numéros d'onde** qui leur sont caractéristiques. Repérer ces absorptions permet d'identifier les **liaisons**, donc les **groupes caractéristiques** présents.

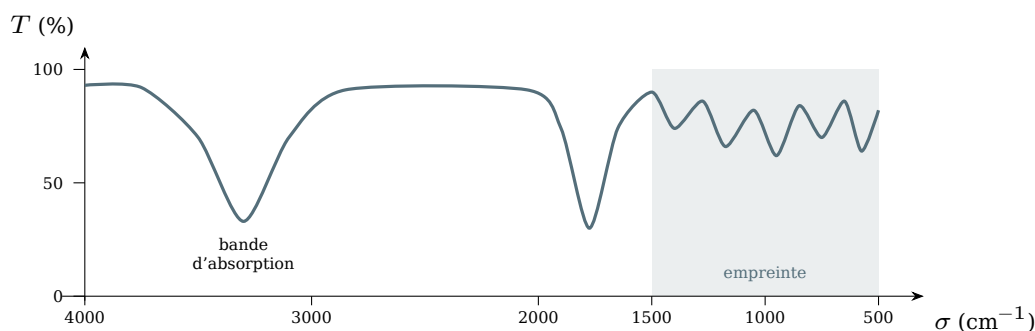
2. Lire un spectre IR

- En **abscisse** : le **nombre d'onde** σ (en cm^{-1}), sur un axe **décroissant de gauche à droite** (d'environ 4000 à 500 cm^{-1}).
- En **ordonnée** : la **transmittance** T (en %). Une absorption se traduit par une **bande dirigée vers le bas** (la transmittance chute).
- La zone des petits numéros d'onde (sous $\approx 1500 \text{ cm}^{-1}$) est l'**empreinte** de la molécule : on ne l'interprète pas bande par bande.

Nombre d'onde

Le **nombre d'onde** σ est l'inverse de la longueur d'onde :

$$\sigma = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{en cm}^{-1}).$$



Cap études supérieures

La zone d'empreinte joue le rôle de l'**empreinte digitale** d'une personne : elle est **unique** pour chaque molécule et renseigne sur le **squelette carboné** (notamment les liaisons C-C et C-O, qui y absorbent). On ne la lit pas manuellement bande par bande en terminale, mais on peut l'**exploiter par comparaison** avec une base de données de spectres de référence pour confirmer l'identité d'un composé.

3. Table simplifiée des bandes caractéristiques

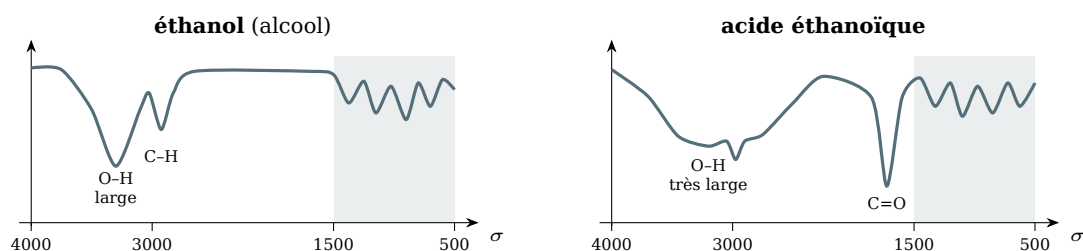
Liaison	Nombre d'onde σ (cm ⁻¹)	Remarque
O-H (alcool, acide)	3200-3650	bande large si liée
N-H (amine, amide)	3100-3500	
C-H	2800-3100	toujours présente, peu informative
C=O	1650-1750	bande forte et fine
C=C	1625-1685	

Une liaison **O-H** (ou **N-H**) est dite **liée** lorsque, en phase condensée (liquide ou solide), elle engage des **liaisons hydrogène** intermoléculaires : sa bande d'absorption devient alors **large** (au lieu d'être fine).

4. Identifier un groupe caractéristique**Cap bac — l'indispensable**

On repère les bandes situées **hors de l'empreinte**, puis on les attribue à l'aide de la table. La connaissance des liaisons présentes permet d'en déduire les groupes caractéristiques.

Deux exemples à comparer :



Exemple. À gauche, une **large bande** vers 3300 cm⁻¹ (O-H liée) **sans** bande vers 1700 : c'est un **alcool**. À droite, cette large bande O-H est **accompagnée** d'une **bande forte** vers 1710 cm⁻¹ (C=O) : caractéristique d'un **acide carboxylique**.

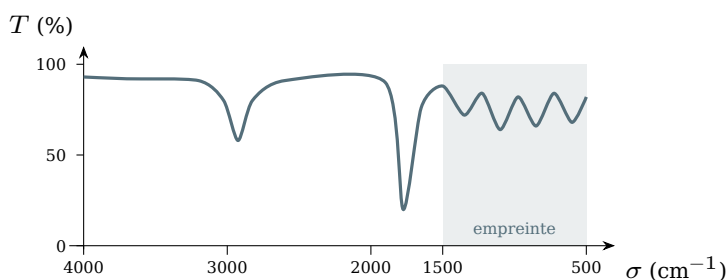
Pièges fréquents

- L'axe des abscisses est **décroissant de gauche à droite** ; σ est en cm^{-1} .
- Les bandes d'absorption pointent **vers le bas** (transmittance).
- La bande **C-H** ($\approx 2900 \text{ cm}^{-1}$) est presque toujours présente : elle n'apporte **pas** d'information utile.
- La zone d'**empreinte** ne sert pas à identifier des liaisons une à une.

5. Auto-test

Répondez avant de regarder les corrigés.

1. Que lit-on en abscisse d'un spectre IR, et dans quelle unité ?
2. Une **large** bande vers 3300 cm^{-1} indique quel type de liaison ?
3. À quelle liaison attribue-t-on une bande forte vers 1700 cm^{-1} ?
4. Pourquoi la bande C-H est-elle peu utile pour identifier une molécule ?
5. Une liaison absorbe à la longueur d'onde $\lambda = 3,0 \mu\text{m}$. Calculer son **nombre d'onde** σ en cm^{-1} (penser à convertir λ en cm).
6. D'après le spectre ci-dessous, quelle(s) liaison(s) caractéristique(s) repère-t-on ? Peut-il s'agir d'un alcool ?

**Corrigés**

1. Le **nombre d'onde** σ , en cm^{-1} (axe décroissant de gauche à droite).
2. Une liaison **O-H** liée : groupe hydroxyle (alcool ou acide carboxylique).
3. La liaison **C=O** (groupe **carbonyle** : aldéhyde, cétone, acide, ester...).
4. Parce que **toutes** les chaînes carbonées contiennent des liaisons C-H : sa présence est systématique, donc non discriminante.
5. $\lambda = 3,0 \mu\text{m} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ cm}$, donc $\sigma = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{3,0 \times 10^{-4}} = 3,3 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ (zone O-H).
6. Une **bande forte** vers 1700 cm^{-1} : liaison **C=O** (carbonyle). **Aucune** bande large vers 3300 cm^{-1} : pas de liaison O-H — ce **n'est donc pas un alcool** (ni un acide). Il s'agit d'une **cétone** ou d'un **aldéhyde**.