

UE LU3CI952 (UE3) – Spectroscopie pour la caractérisation des matériaux



Thierry Azais,

thierry.azais@upmc.fr

Laboratoire Chimie de la Matière Condensée de Paris

Tour 44, 4^{ème} étage



Plan du cours

1. Introduction
2. Spectroscopie d'absorption-émission
3. Spectroscopie UV-Visible
4. Spectroscopie Infrarouge
5. Spectroscopie RMN

1. Introduction

— 1.1 Définition

Spectroscopie

Etude expérimentale des **rayonnements électromagnétiques** issu d'un phénomène physique, c'est-à-dire de leur analyse sur une échelle d'**énergie**, ou toute autre grandeur se ramenant à une énergie (**fréquence**, **longueur d'onde**, etc.).

— 1.1 Définition

Une spectroscopie est une technique d'analyse basée sur l'**interaction** entre un **rayonnement électromagnétique** et la **matière**.

Mécanique Quantique



Existence de niveaux d'énergie

- ✓ « Nature »
- ✓ Populations



Interaction rayonnement EM / Matière. Phénomène de résonance

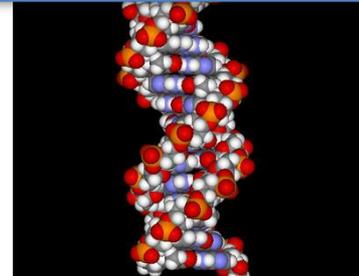
- ✓ Règle de sélection
- ✓ Transitions permises/interdites



Retour à l'équilibre

- ✓ Règle de sélection
- ✓ Transitions permises/interdites

Données et propriétés individuelles au niveau atomique et moléculaire !
Structure, distances, angles, dynamique...



Absorption



MESURE

Emission



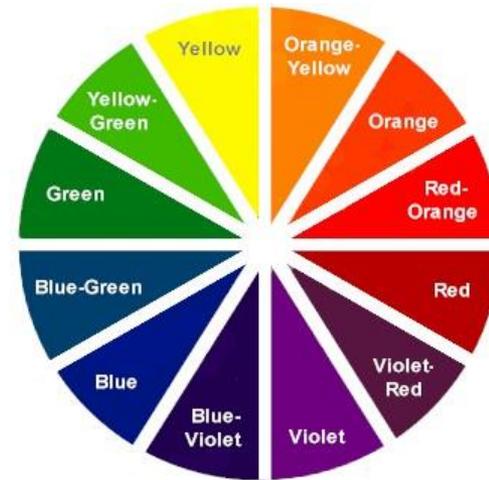
Energie/ Longueur d'onde / fréquences / intensités

— 1.2 Phénomènes spectroscopique au quotidien —

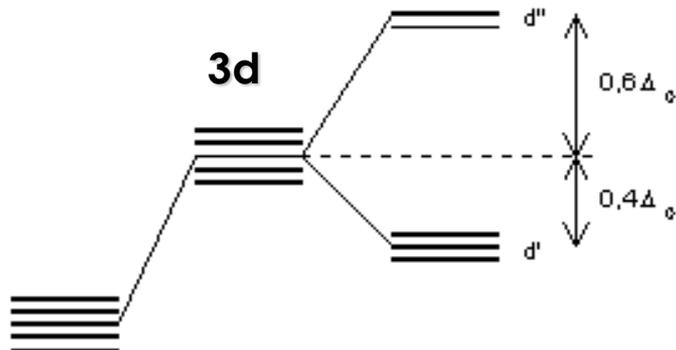
La couleur...

Couleur des complexes de métaux de transitions

Ex: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

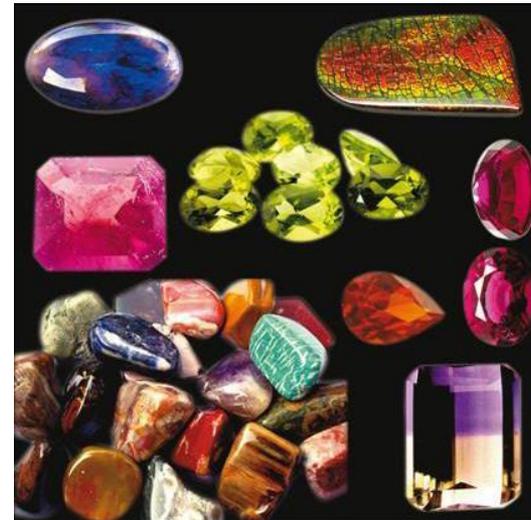


Absorption !



$\lambda_{\text{max}} = 800 \text{ nm}$

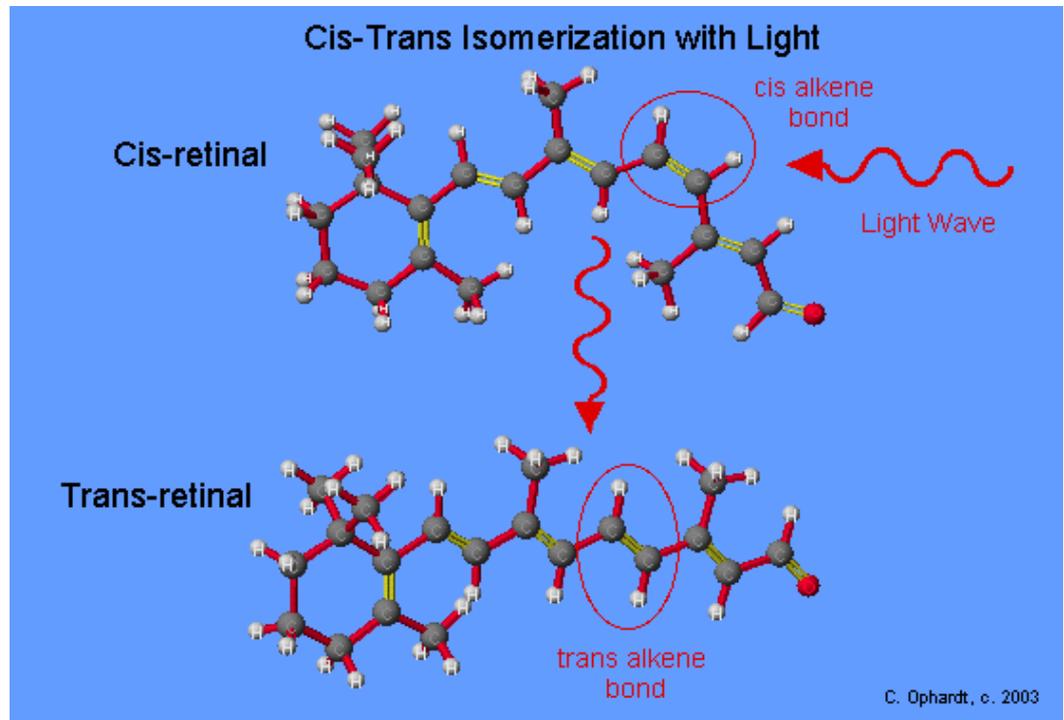
abs.: orange → bleu



— 1.2 Phénomènes spectroscopique au quotidien —

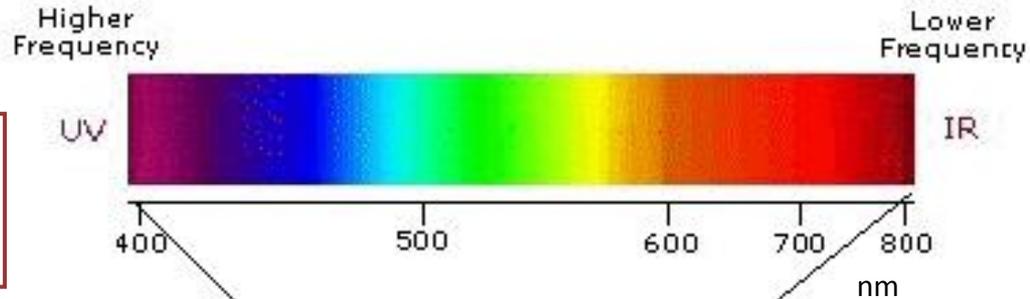


La vue !!

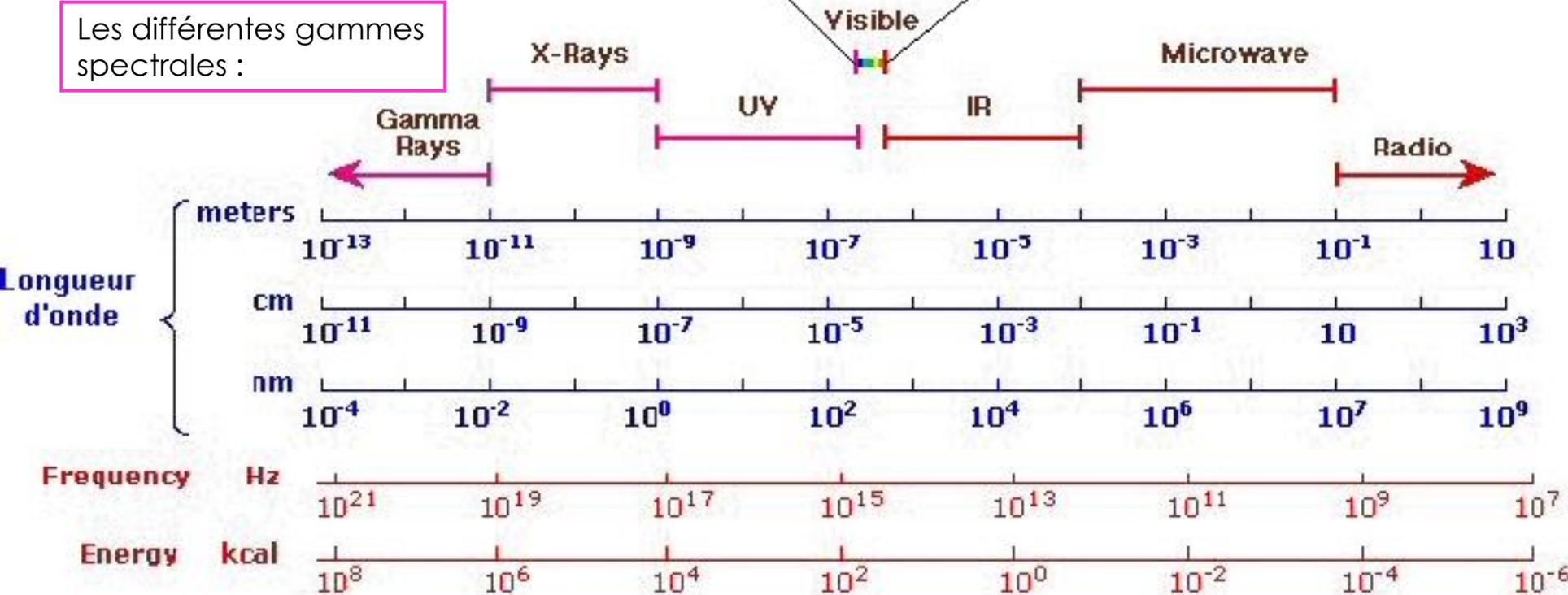


1.3. Le rayonnement électromagnétique

Le rayonnement électromagnétique = Photons !

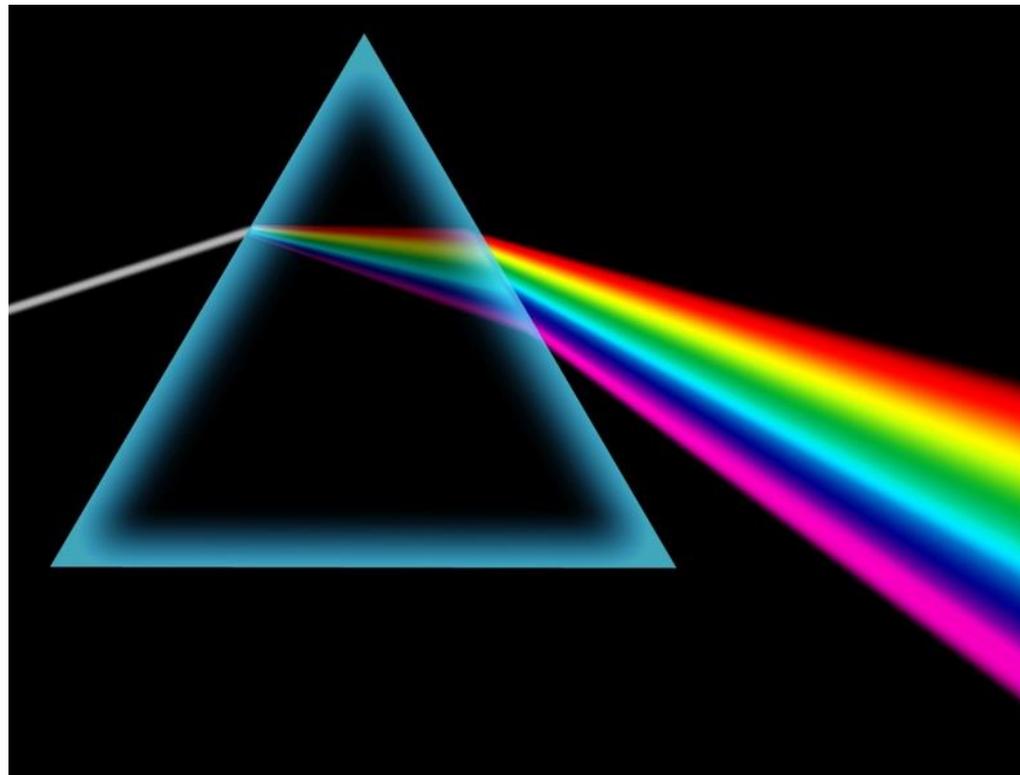


Les différentes gammes spectrales :



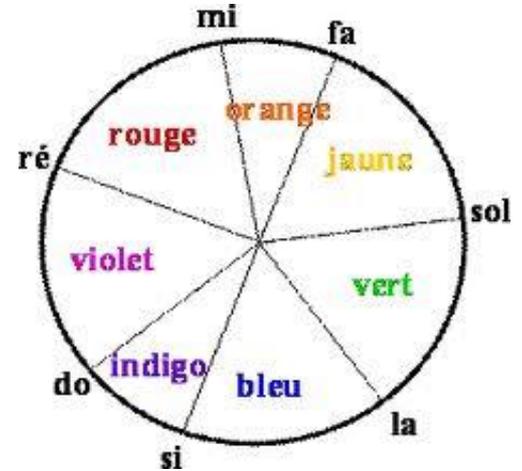
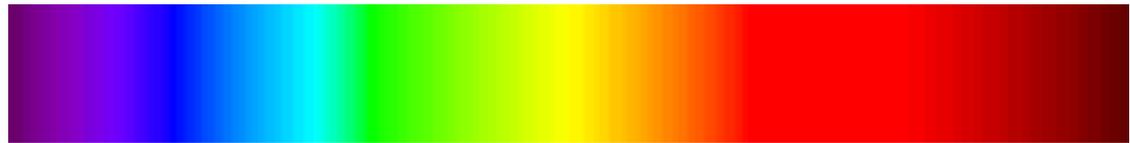
— 1.4 Le dioptre ou prisme

- Thierry de Freiberg (1311) : description de la dispersion de la lumière par un dioptre (arc-en-ciel).
- XVII^{ème} siècle : vente des 1ers dioptres en verre.
- Isaac Newton (1672) explique que le prisme sépare la lumière blanche en ses composantes monochromes.



La lumière transporte 7 couleurs

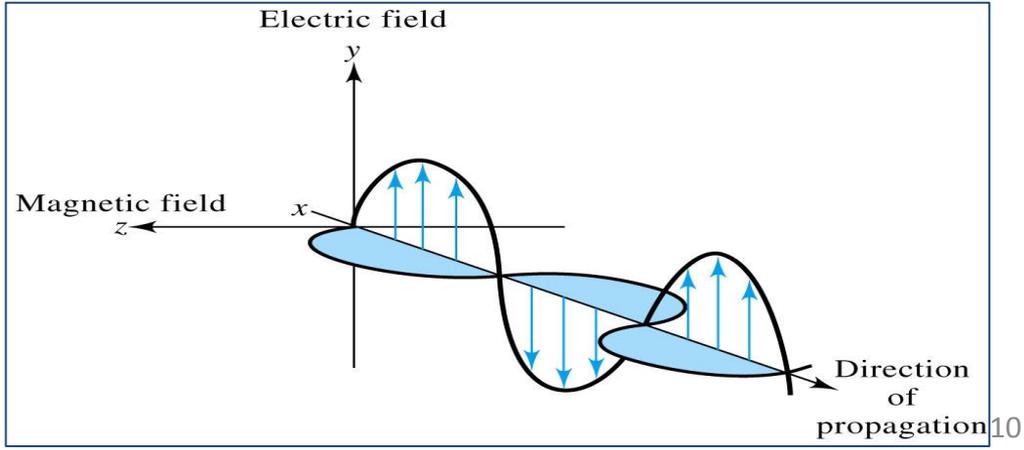
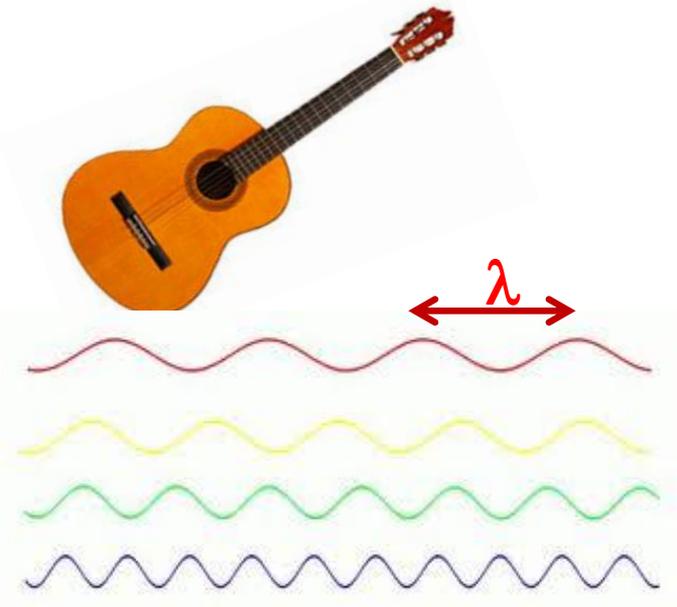
Violet indigo bleu vert jaune orange rouge



Le son est une onde acoustique

La lumière est une onde électromagnétique

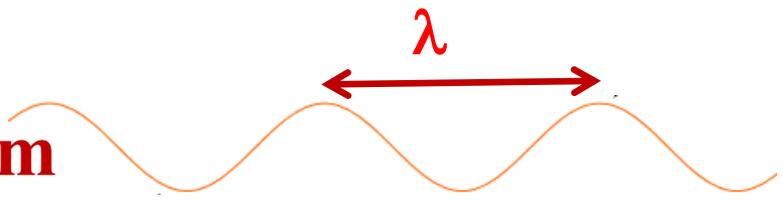
On peut donc la caractériser en fonction de sa longueur d'onde λ ou sa fréquence ν



— La longueur d'onde

Lumière = rayonnement électromagnétique : Nature ondulatoire

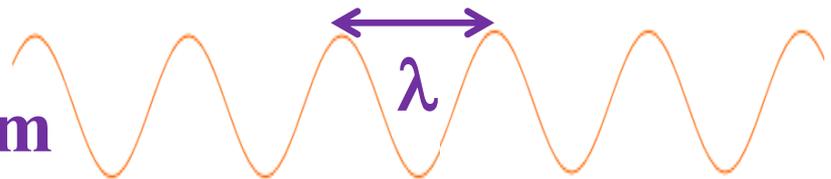
1. Longueur d'onde: □ rouge $\approx 0,8 \mu\text{m}$



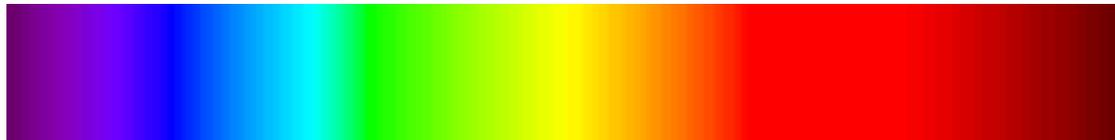
longueur d'onde

The diagram shows a single cycle of a red light wave. A red double-headed arrow above the wave indicates the wavelength, labeled with the Greek letter lambda (λ).

□ violet $\approx 0,4 \mu\text{m}$



The diagram shows a single cycle of a violet light wave. A purple double-headed arrow above the wave indicates the wavelength, labeled with the Greek letter lambda (λ).



— 1.5 La relation de Planck-Einstein (1905) —

$$E = h.\nu = h.c/\lambda$$

- Avec h : la constante de Planck = $6.62608.10^{-34}$ J.s
- c : la vitesse de la lumière = 3.10^8 m.s⁻¹
- E = l'énergie (Joule; J)
- ν : la fréquence (Hertz; Hz; s⁻¹)
- λ : la longueur d'onde (mètre; m)

— 1.6 Exercices

*Convertir les valeurs limites de la gamme du visible
($\lambda = 400 - 800 \text{ nm}$) :
en fréquence (Hz), en énergie (Joules, kJ/mol et eV)*

