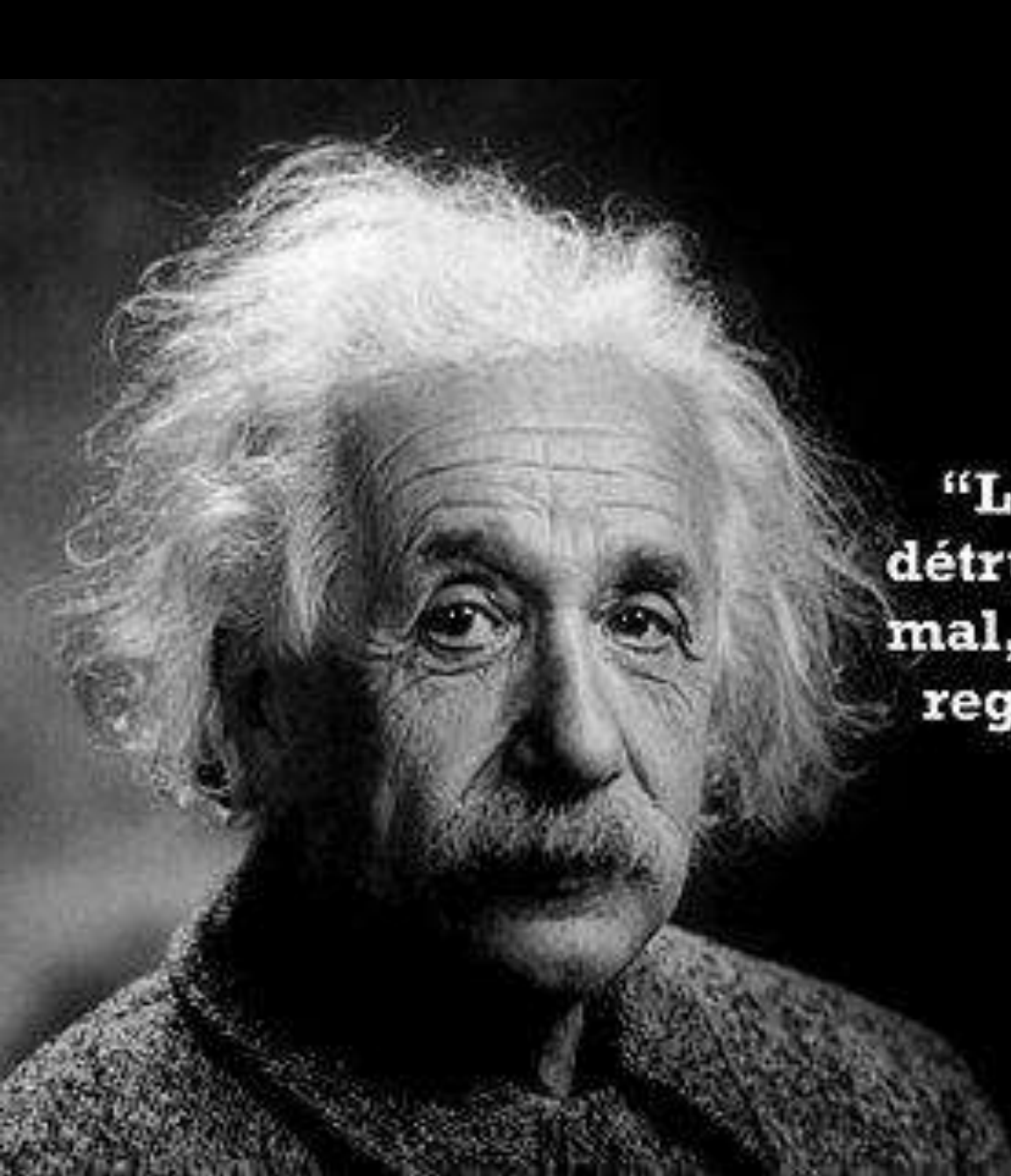


Révision

Classe de première S



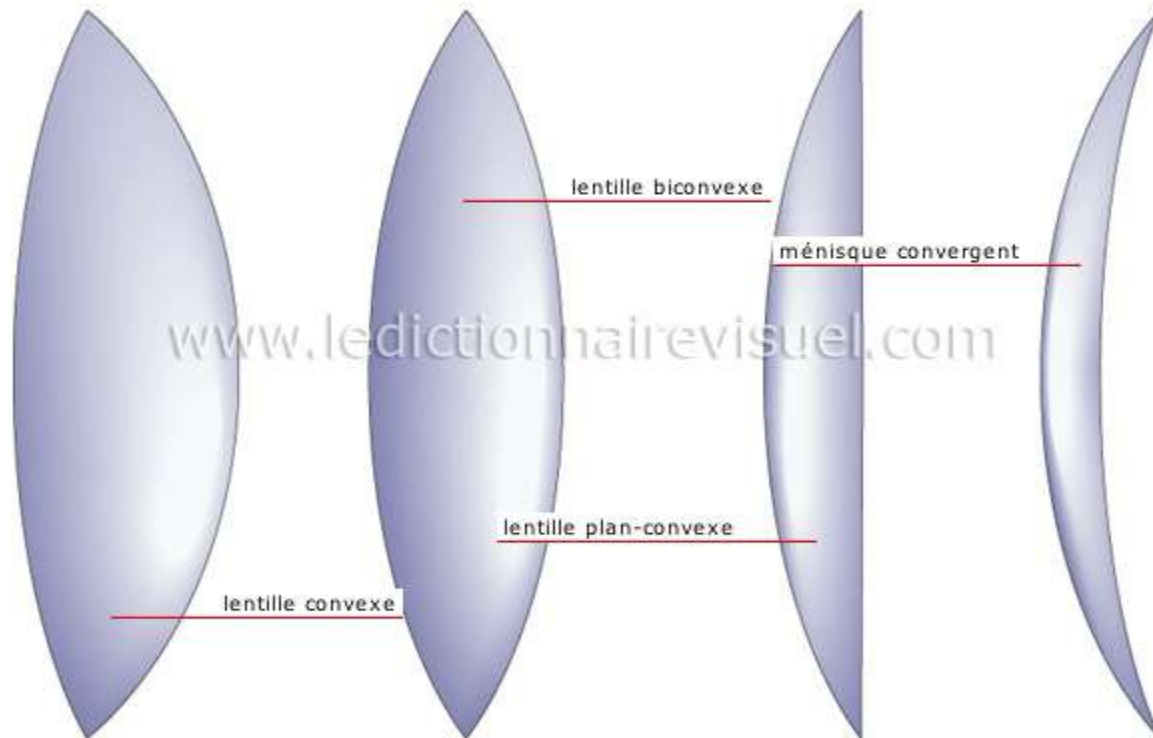


**“Le monde ne sera pas
détruit par ceux qui font le
mal, mais par ceux qui les
regarde sans rien faire”**

Albert Einstein

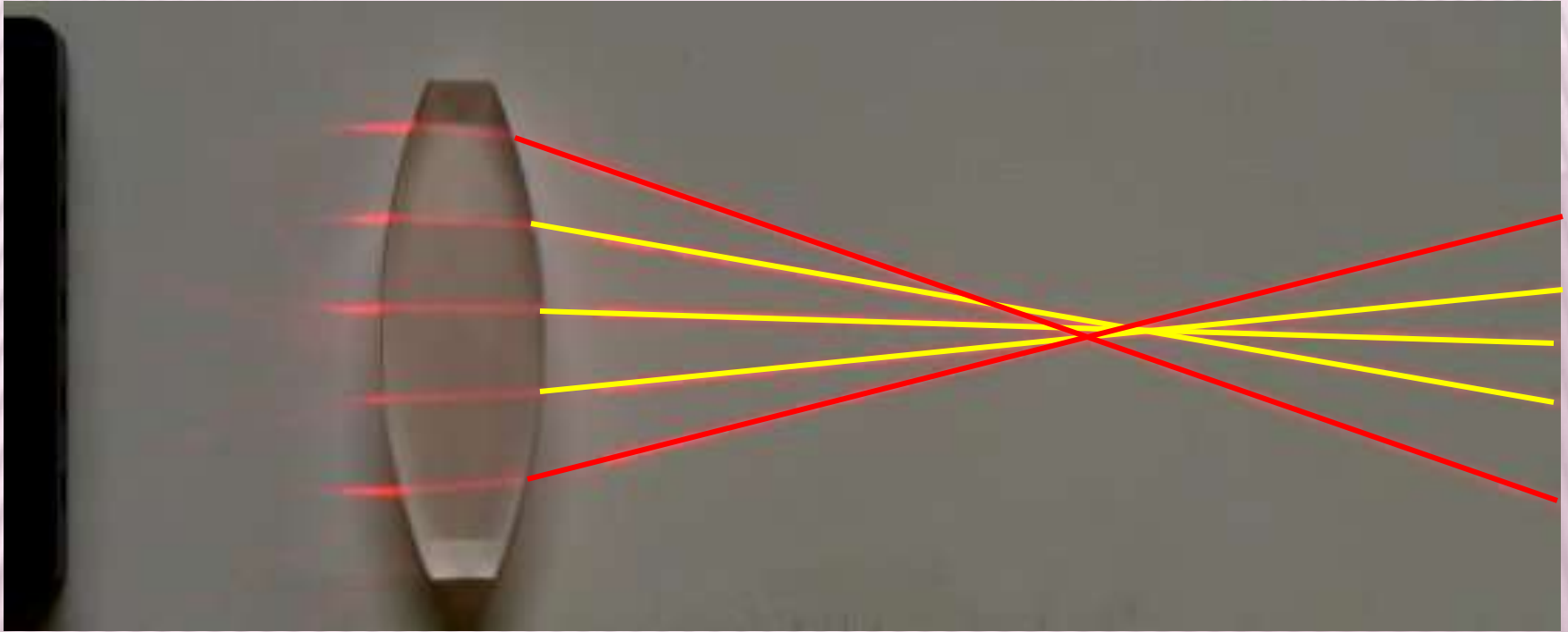
Chapitre 1

Lentilles convergentes



Une lentille convergente est un objet transparent et homogène, plus épais en son centre que sur son bord, capable de réfracter la lumière.

Observons cette réfraction

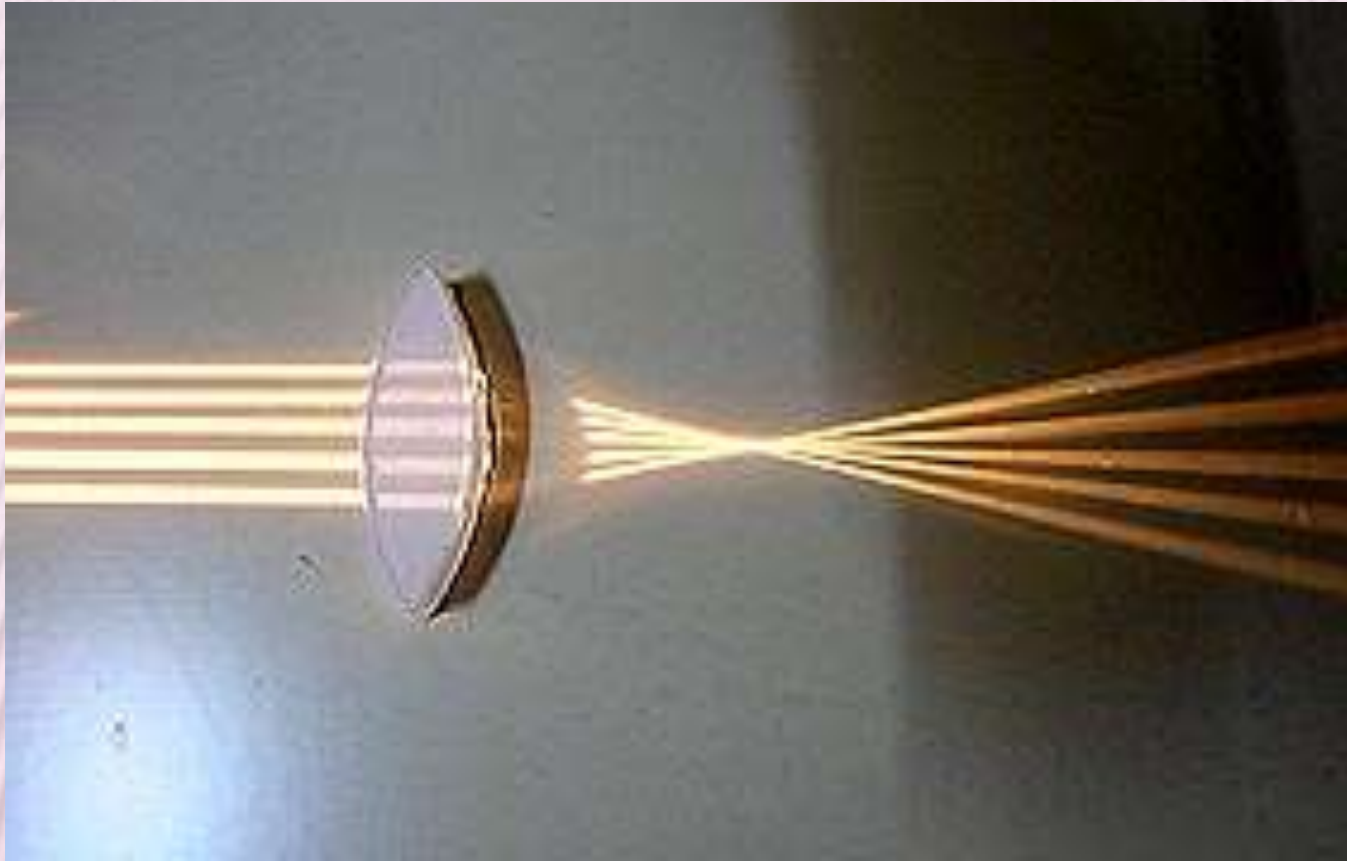


Tous les rayons passant par la partie centrale de la lentille convergent.

Cependant, si je m'écarte trop de son centre, les rayons ne se croisent plus sur le même point.

<http://www.ilemaths.net/forum-sujet-143774-2.html>

Précaution expérimentale



Il est très important de toujours centrer ses montages optiques !

Remarque : les rayons lumineux se croisent en un point particulier : le foyer focal image F' de la lentille

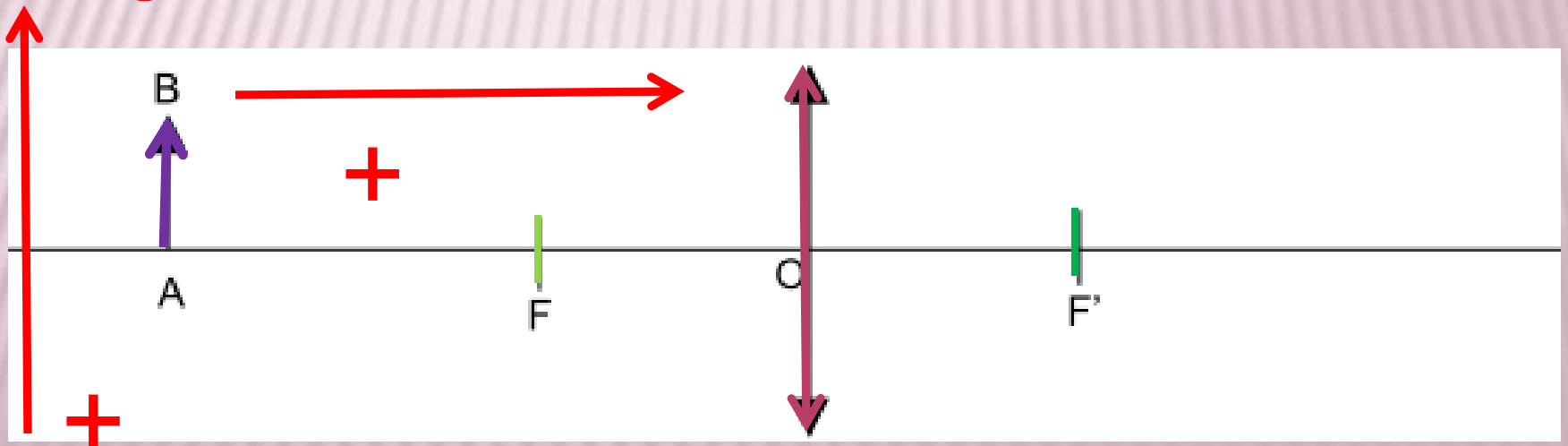
**Utiliser les
grandeurs
algébriques**

Cette construction est orientée **positivement** dans le sens de propagation vers de la lumière et, en général, vers le haut.

Toutes les distances orientées dans le **sens positif** donneront des **grandeurs algébriques positives**.

Ex : $\overline{OA'}$ = OA'

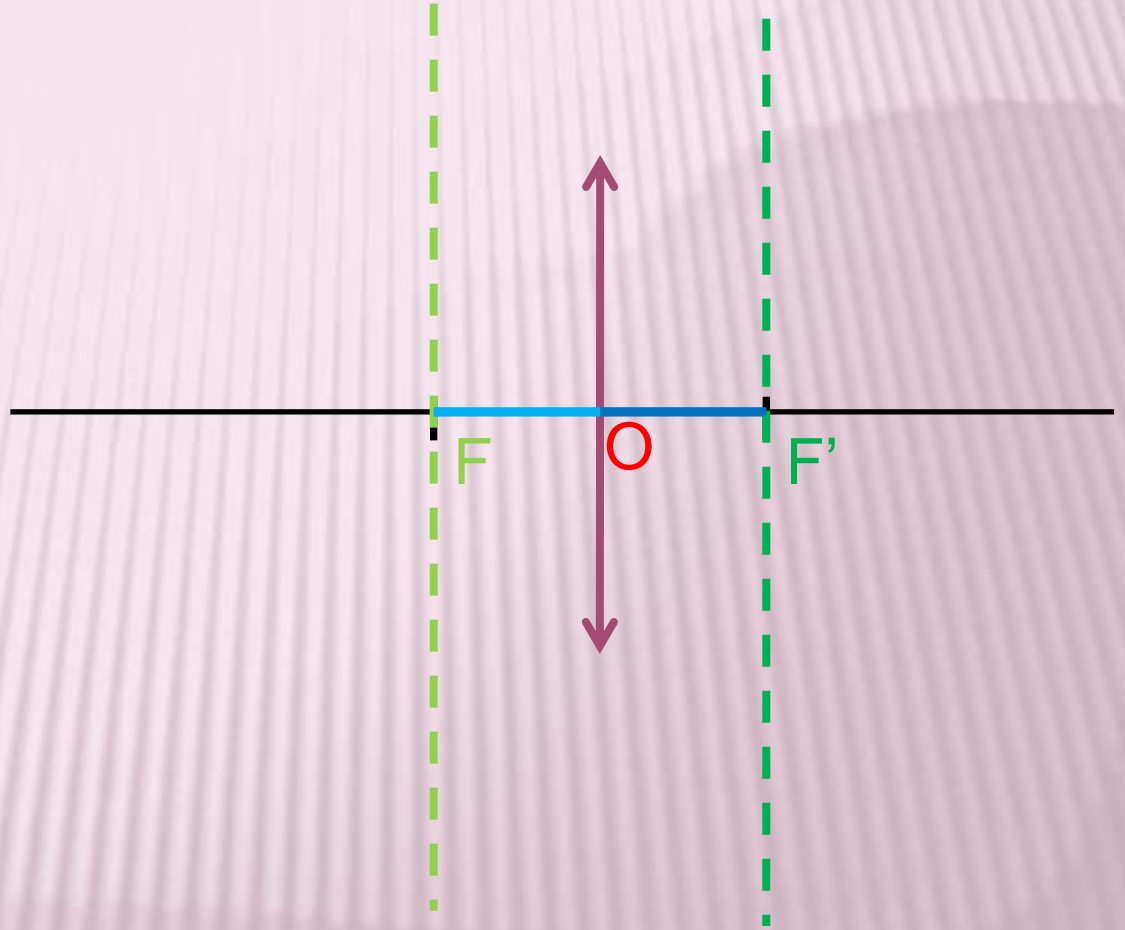
Par contre, toutes les distances orientées dans le **sens négatif** donneront des **grandeurs algébriques négatives**. Ex : \overline{OA} = - OA



Vocabulaire

- axe optique principal
- lentille convergente
- centre optique O
- foyer objet F
- foyer image F'
- plan focal objet
- plan focal image

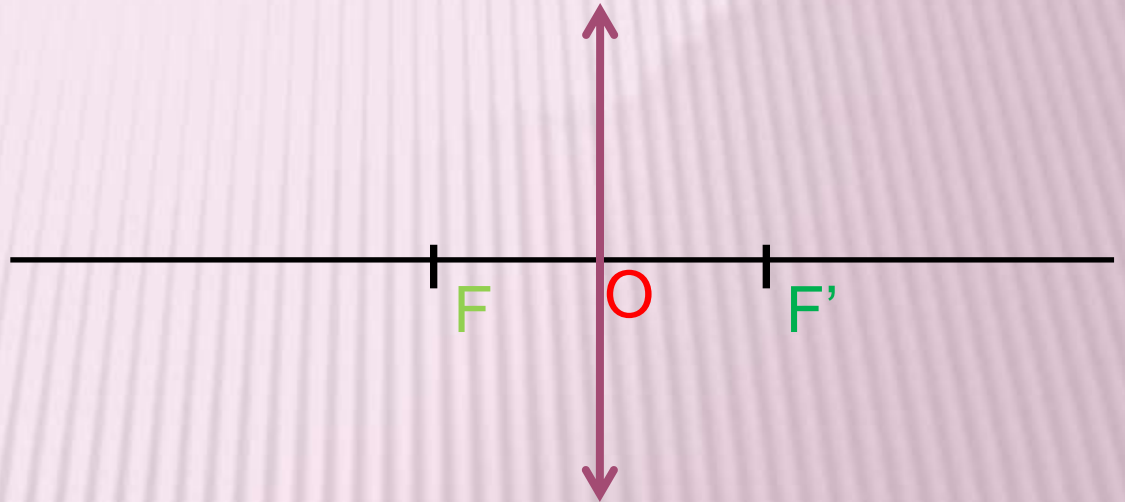
$$OF = OF'$$



Une lentille est caractérisée par sa **distance focale** avec :

$$f' = \overline{OF'} = OF'$$

unité : le mètre (m)

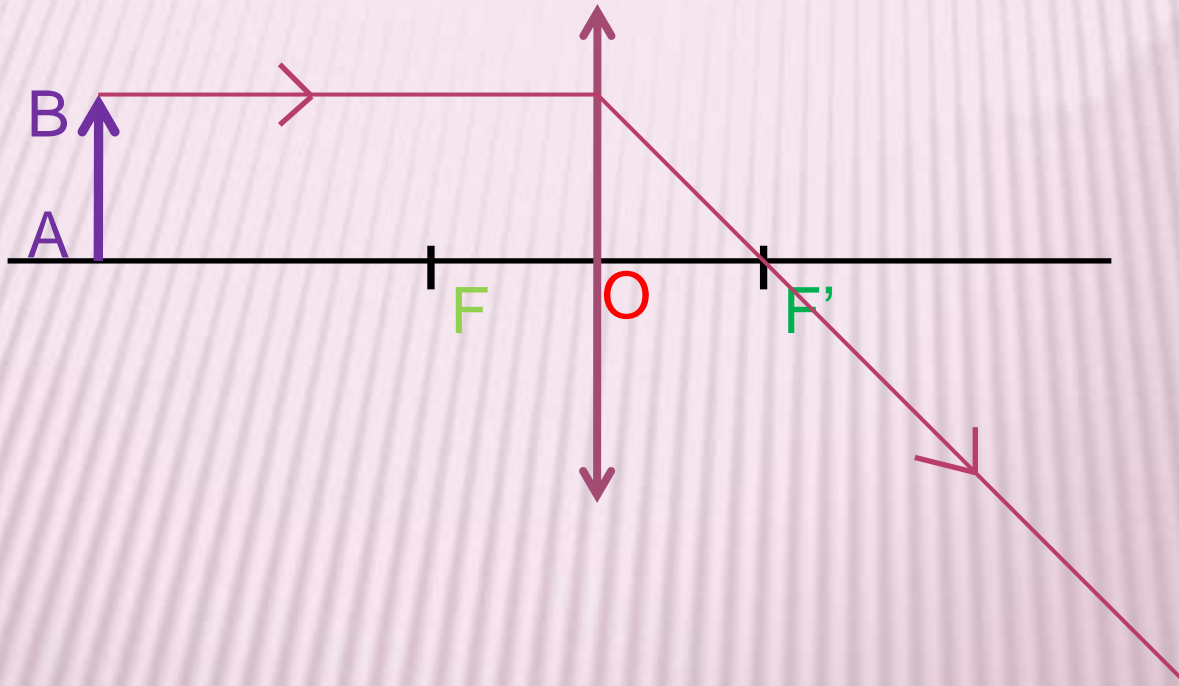


ou encore par sa vergence $C = 1 / f'$

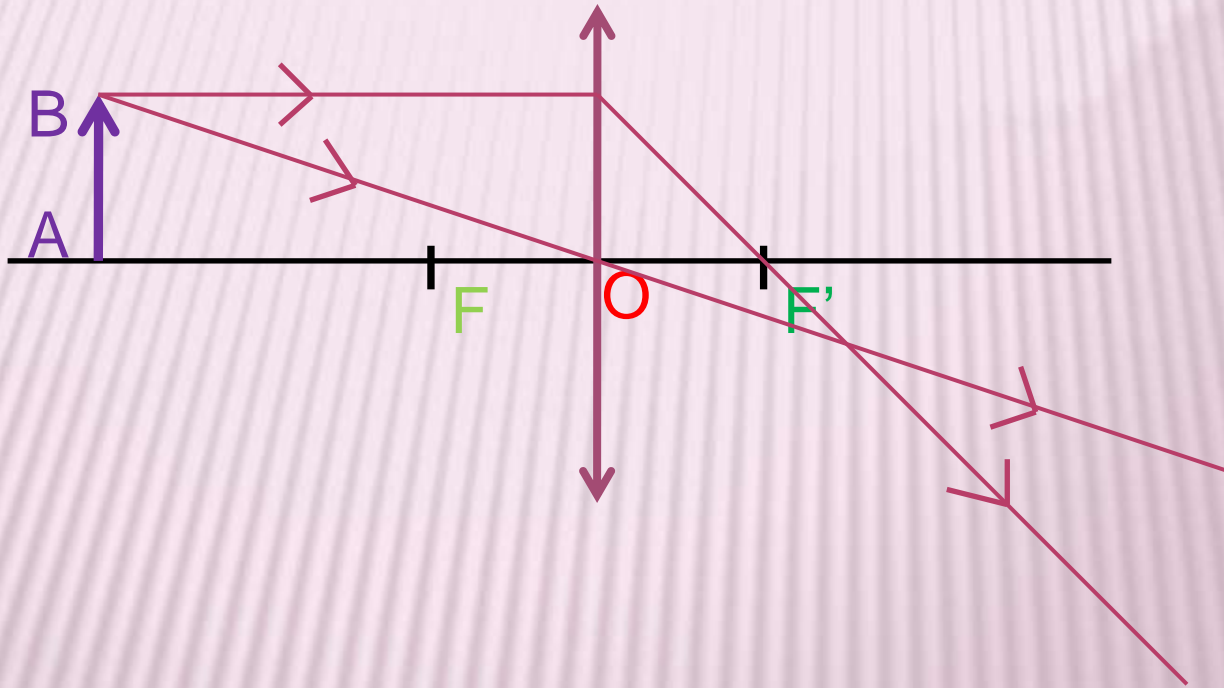
C s'exprime en dioptrie (δ)

Les rayons particuliers

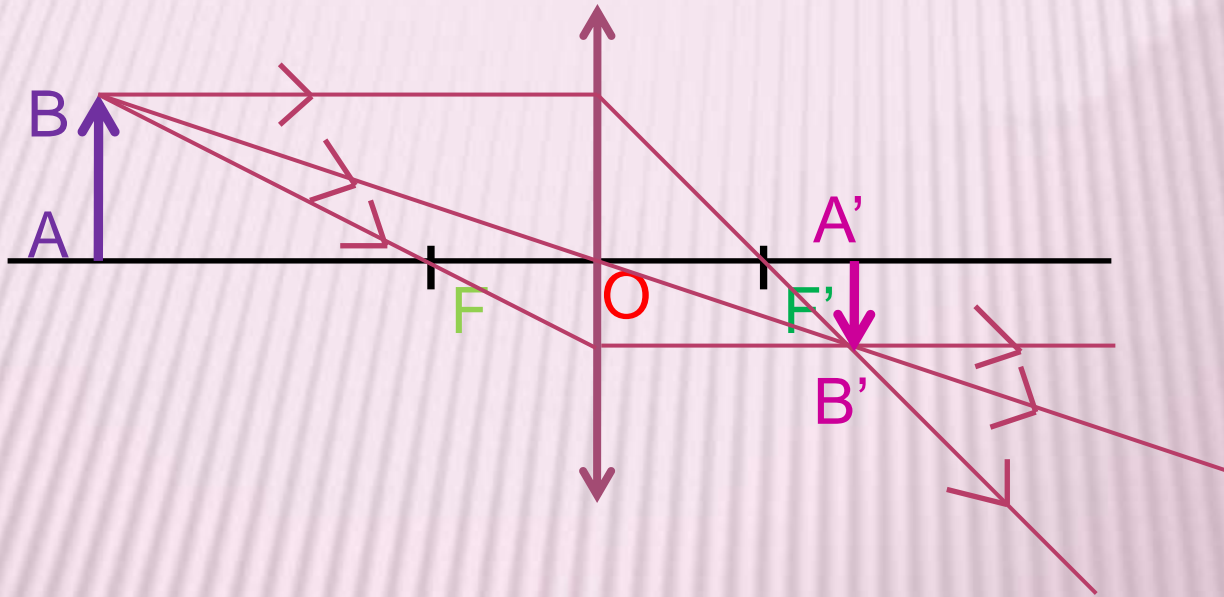
Tout rayon parallèle à l'axe optique ressort de la lentille en passant par le foyer image



**Tout rayon passant par le centre optique
ressort de la lentille sans être dévié**



Tout rayon passant par le foyer objet ressort de la lentille parallèlement à l'axe optique

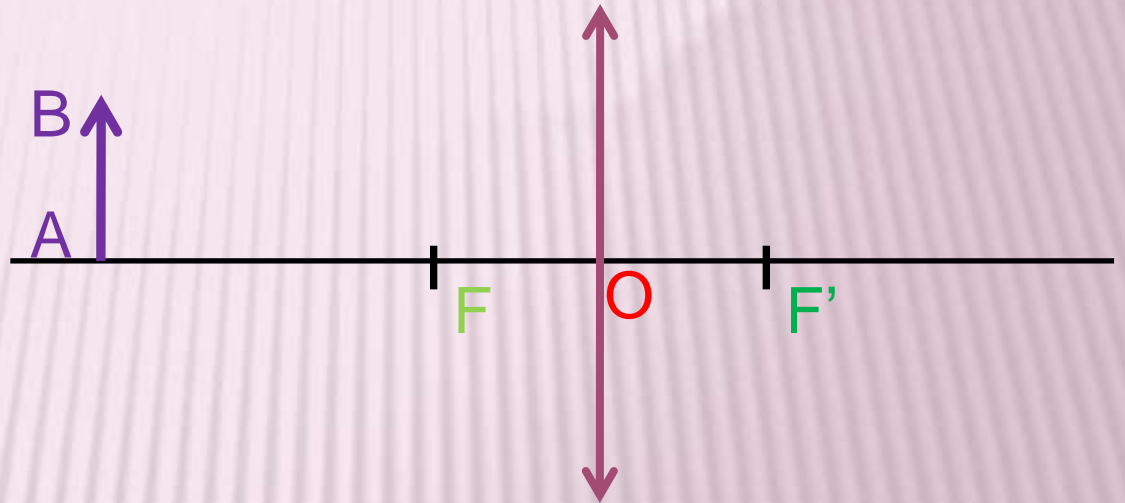


Au point de croisement de ces trois rayons se situe l'image B' de B

A' se situe sur l'axe optique à la perpendiculaire de B' / axe optique

Les petits + à savoir

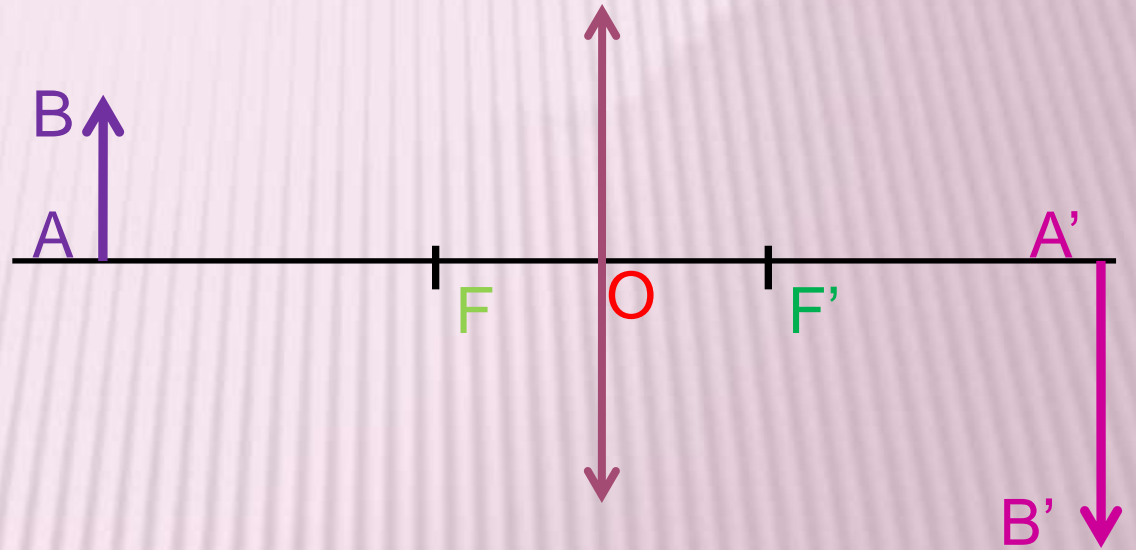
Un objet lumineux **AB** est constitué par une infinité de points lumineux susceptibles d'émettre de la lumière dans toutes les directions de l'espace.



AB est représenté par une flèche orientée de **A** vers **B**.

Un objet lumineux AB donne une image $A'B'$

- tous les points entre A et B auront leur image entre A' et B'
- l'image A' d'un point A situé sur l'axe optique aura son image sur l'axe optique



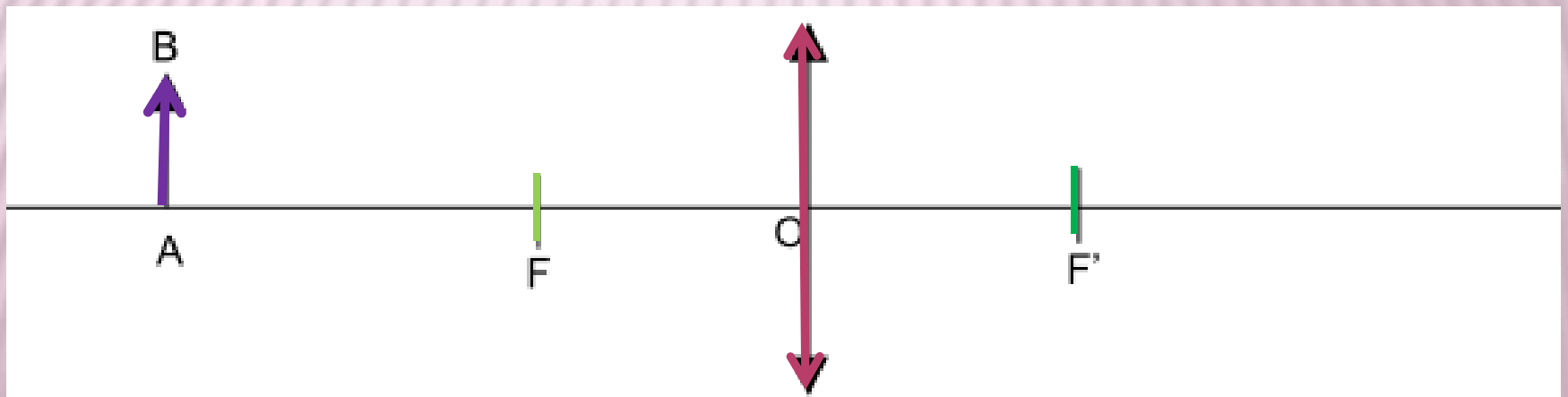
- pour trouver la position de A' , il faut déterminer celle de B' et, pour construire cette dernière, il faut utiliser trois rayons parmi tous ceux émis par B

Utiliser une construction graphique

Cela revient à construire à une échelle réduite la situation associant :

- l'objet **AB** ;
- la **lentille** ;
- les foyers **F** et **F'** ;
- le centre optique **O**.

Les rayons particuliers permettent la détermination graphique de sa position par rapport à la lentille ou distance OA' et de la hauteur ou taille $A'B'$ de l'image.



Construction

2) $OA > 2f'$

$\frac{OA > 2f'}{1}$

①



Image renversée, réelle et plus petite que l'objet.

3) $f' < OA < 2f'$

$\frac{f' < OA < 2f'}{2}$

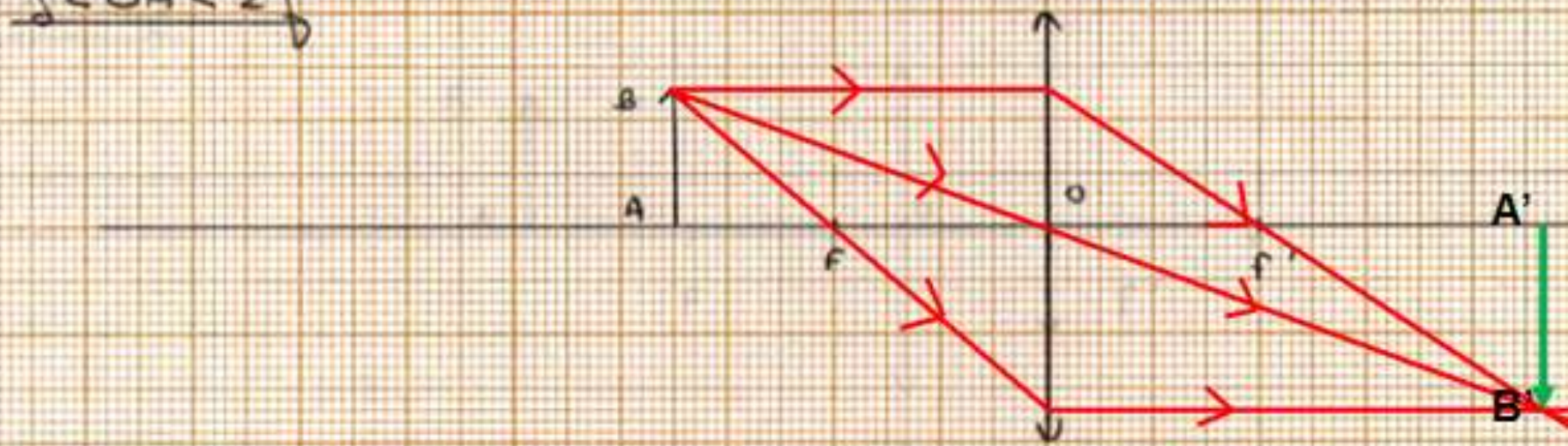


Image renversée, réelle et plus grande que l'objet.

4) $0 < OA < f'$

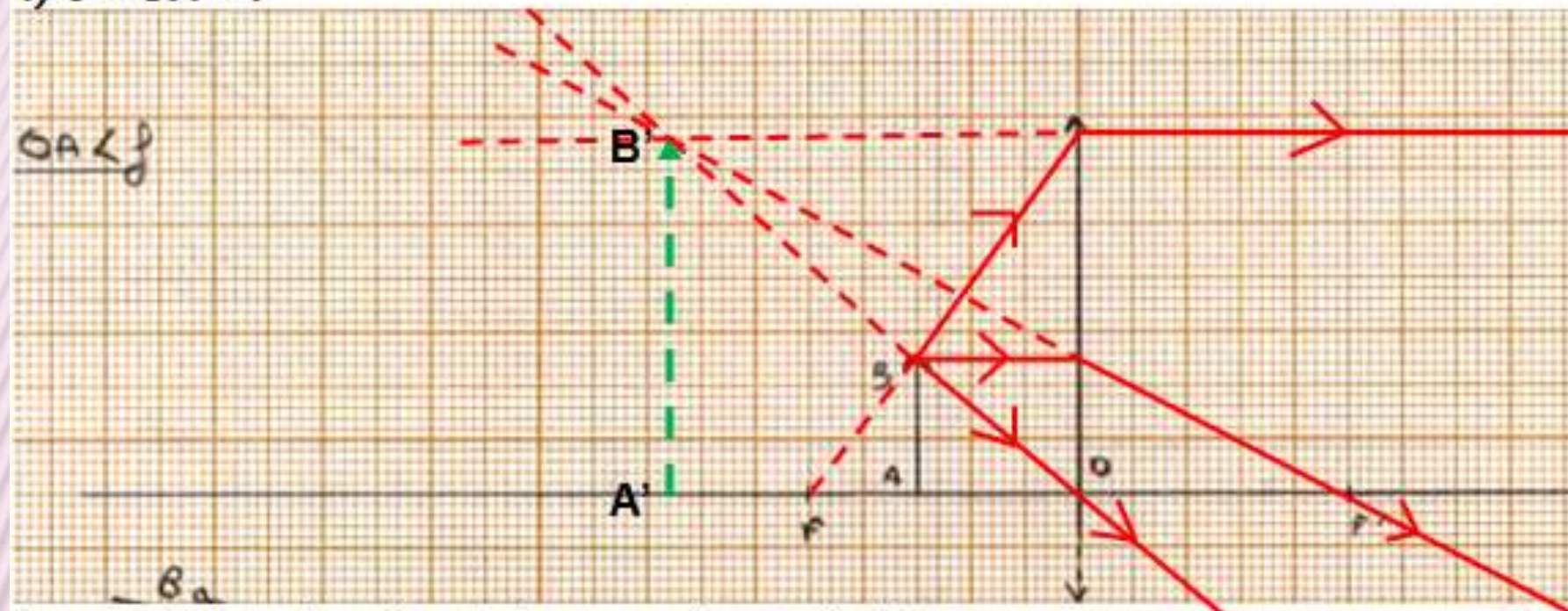


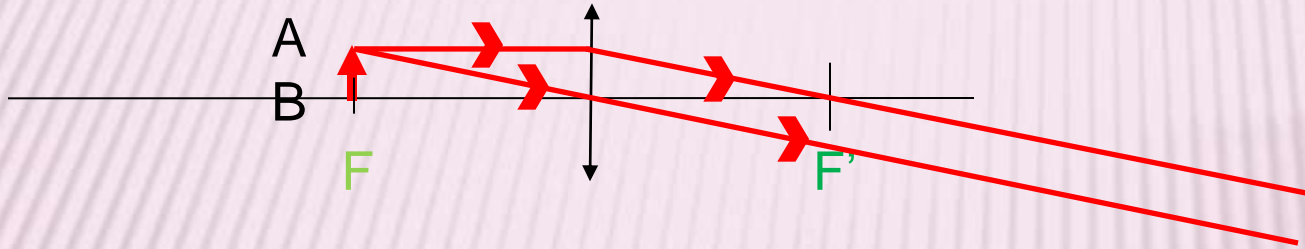
Image droite, virtuelle et plus grande que l'objet.

OA infini



Dans le cas où un objet est situé à l'infini, l'image obtenue est renversée, réelle et se forme dans le plan focal image

Cas d'un objet dans le plan focal objet



Le rayon passant par B et F ne peut être construit.

Les autres rayons ressortent parallèles entre eux de la lentille.

L'image d'un objet dans le plan focal objet se forme à l'infini.

Relation de conjugaison

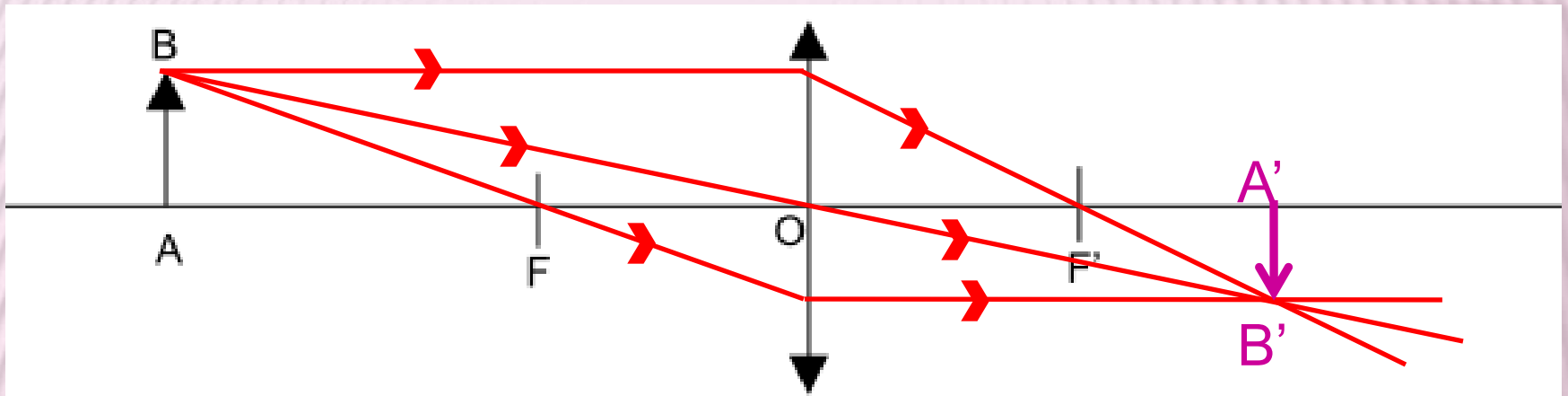
Pour calculer la position OA' de l'image :

$$1 / \overline{OF'} = 1 / \overline{OA'} - 1 / \overline{OA}$$

$$1 / \overline{OA'} = 1 / \overline{OF'} + 1 / \overline{OA}$$

Activité 4 :

À partir de la construction précédente, vérifiez la valeur et le signe de $\overline{OA'}$ en utilisant la relation de conjugaison.



$$\overline{OA} = -6,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\overline{OF'} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\overline{OA'} = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\overline{A'B'} = -9 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 / \overline{OA'} = 1 / \overline{OF'} + 1 / \overline{OA}$$

$$1 / \overline{OA'} = (1 / 2,5 \cdot 10^{-2}) + (1 / -6,0 \cdot 10^{-2})$$

$$\overline{OA'} = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Relation de grandissement

Pour calculer le grandissement :

$$\gamma = \overline{A'B'} / \overline{AB} = \overline{OA'} / \overline{OA}$$

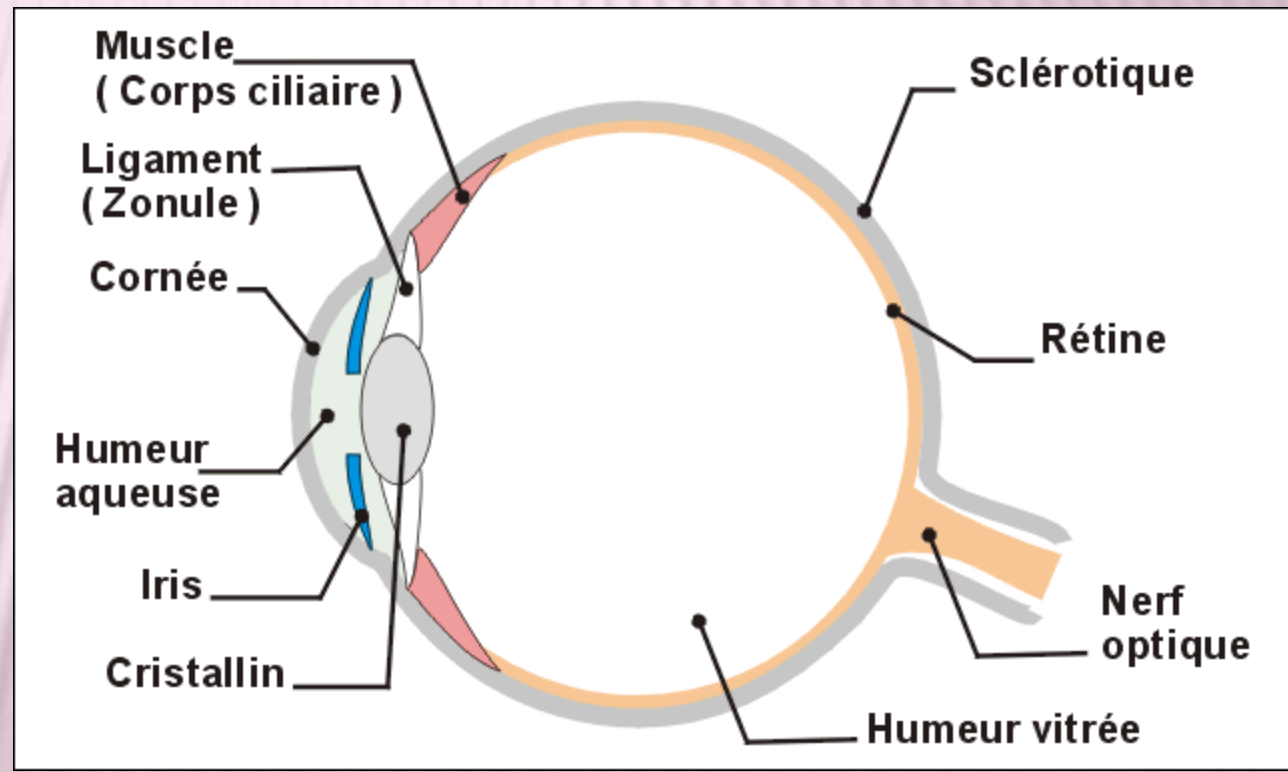
$$\overline{A'B'} = \overline{OA'} \times \overline{AB} / \overline{OA}$$

- si $\gamma > 0$, l'image est droite ;
- si $\gamma < 0$, l'image est renversée ;
- si $|\gamma| > 1$, l'image est plus grande que l'objet ;
- si $|\gamma| < 1$, l'image est plus petite que l'objet.

**Œil, œil réduit et
appareil photo**

Dans l'œil :

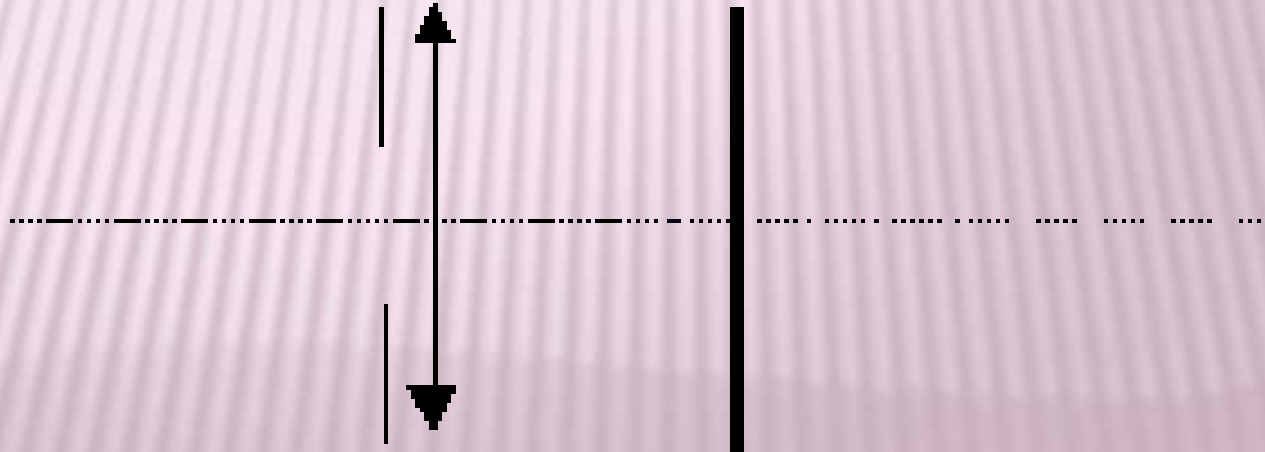
Pour obtenir une image nette ou accommodation, le cristallin se déforme et modifie sa distance focale car la distance cristallin-rétine est fixe.



L'œil réduit associe :

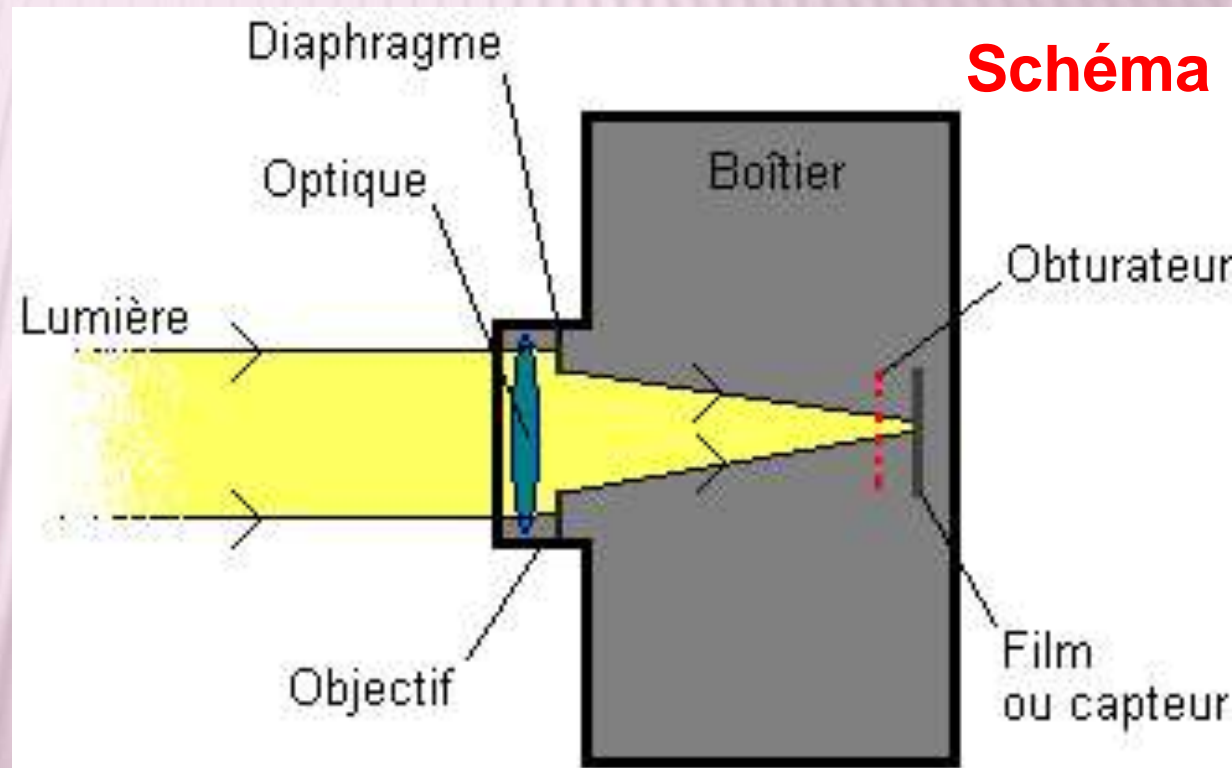
- un diaphragme ;
- une lentille convergente ;
- un écran.

La distance lentille-écran étant fixe, il est possible de simuler l'accommodation en remplaçant la lentille convergente par une lentille de focale plus ou moins grande selon l'effet désiré.



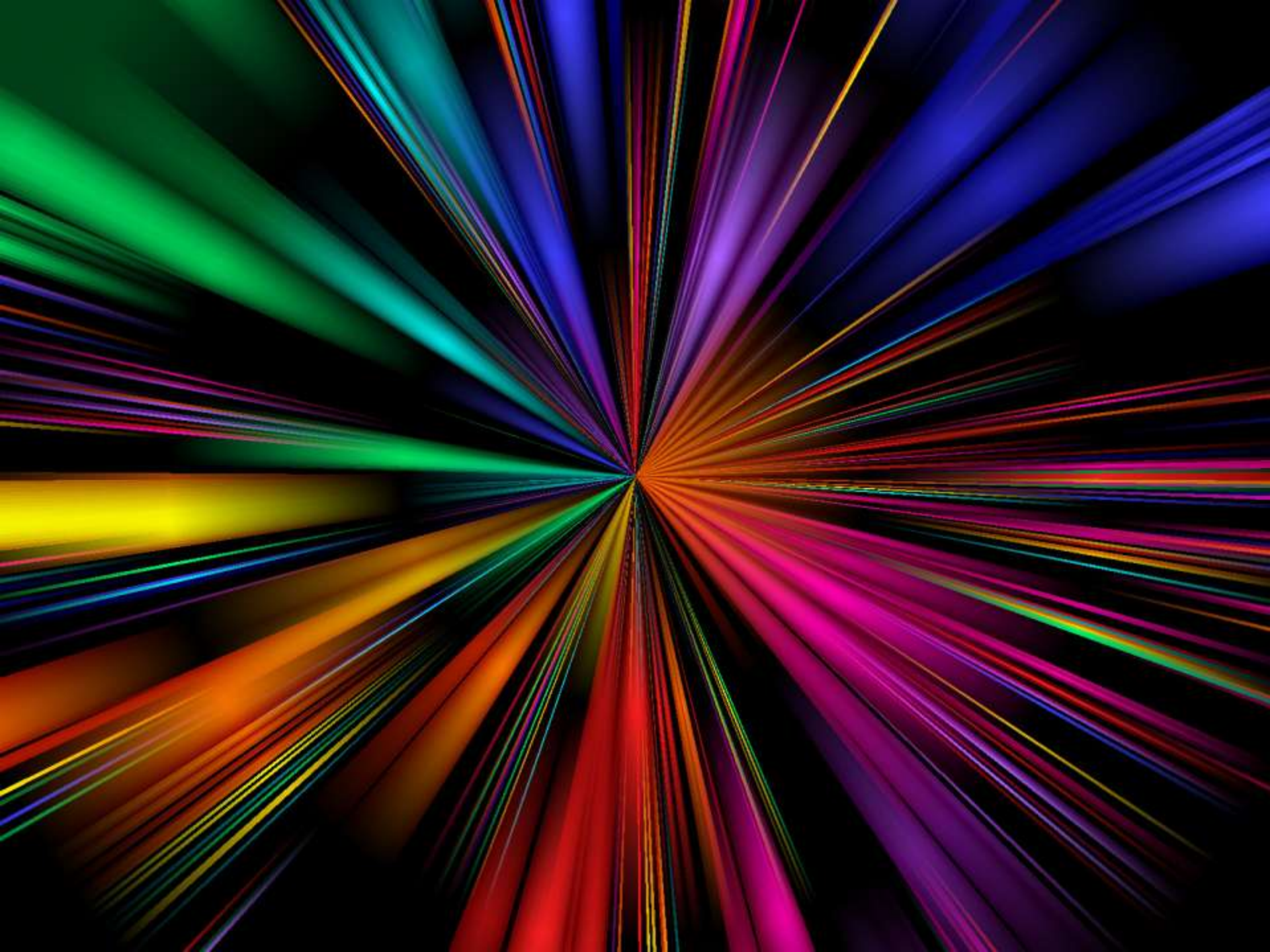
Dans l'appareil photo :

Pour obtenir une image nette ou mise au point, il faut déplacer la lentille dans l'objectif et par rapport au film ou capteur.



Fonction	Œil réel	Œil réduit	Appareil photo
Réglage de la quantité de lumière entrante	iris + pupille	diaphragme	diaphragme
Mise au point (appareil) ou accommodation (œil)	cristallin	lentille convergente	objectif
Réception de l'image	rétine	écran	film ou capteur

Chapitre 2



Le daltonisme

Un peu d'histoire

Cette appellation provient du physicien John Dalton (1766-1844) chez qui cette déficience dans la vision colorée a été diagnostiquée.



Explication

Le daltonisme correspond à une **déficience** dans la vision des couleurs due au **dysfonctionnement d'un ou de plusieurs types de cônes**.

Il existe :

- le monochromate (ou achromate) ;
- le dichromate ;
- le trichromate.

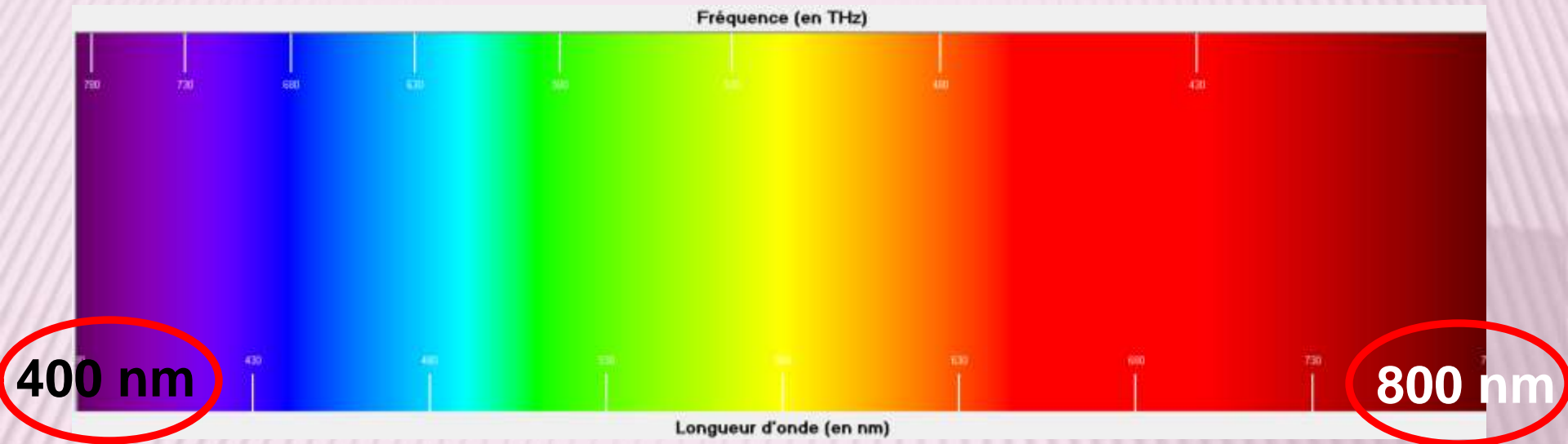


Décomposer la lumière blanche

Lumière blanche et couleurs spectrales



Un prisme décompose la lumière blanche et permet d'étudier sa composition.



Décomposée par un système dispersif, la lumière blanche donne un **spectre continu contenant une infinité de radiations colorées dont les couleurs vont du rouge au violet.**

Le spectre du visible s'étend de **400 nm (violet)** à **800 nm (rouge)**.



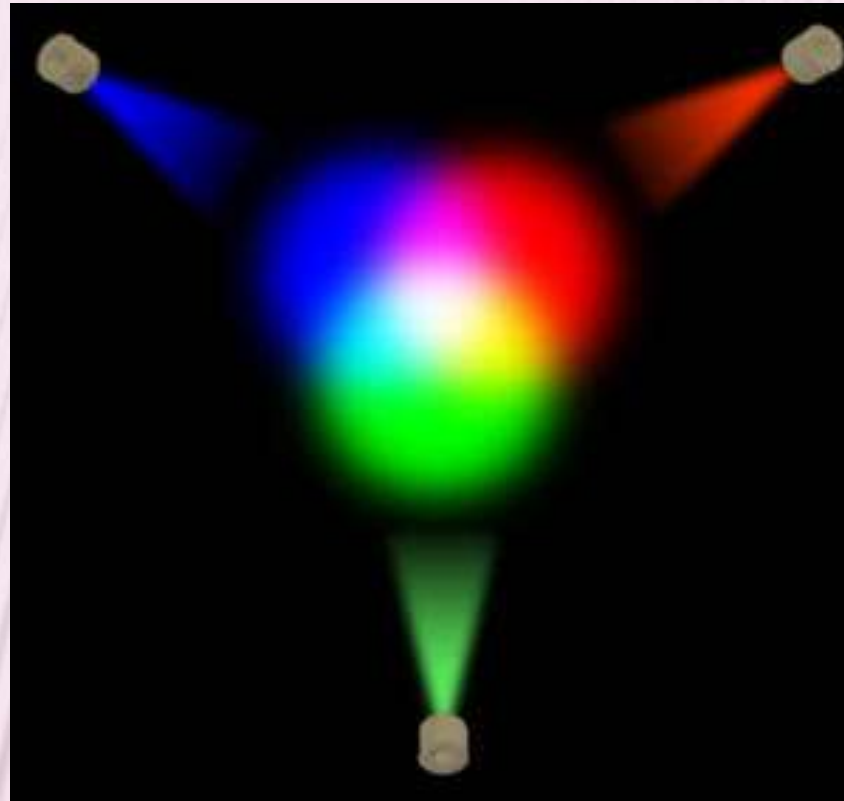
Arbitrairement, il est possible de décomposer ce spectre en **6** (ou 7) **couleurs spectrales** : rouge, orange, jaune, vert, bleu (indigo), violet.



Chaque couleur spectrale correspond à une lumière présentant une seule couleur.

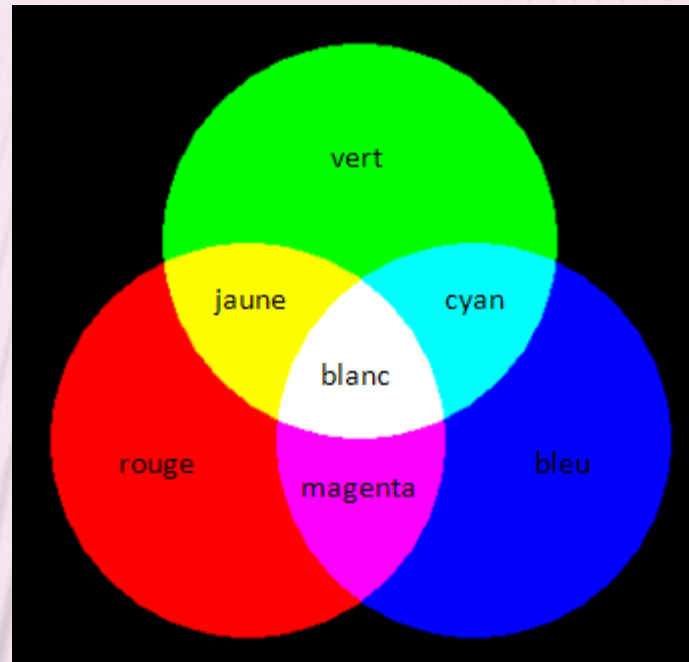
La synthèse additive

Superposer des lumières colorées



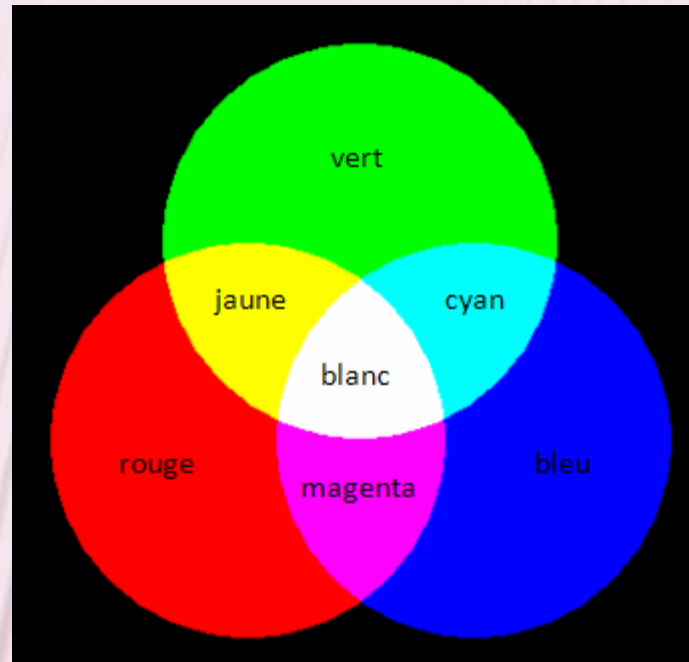
C'est le principe de la **synthèse additive**. Les lumières utilisées sont **B**, **V** et **R** et leurs intensités varient.

Les couleurs primaires, secondaires et complémentaires



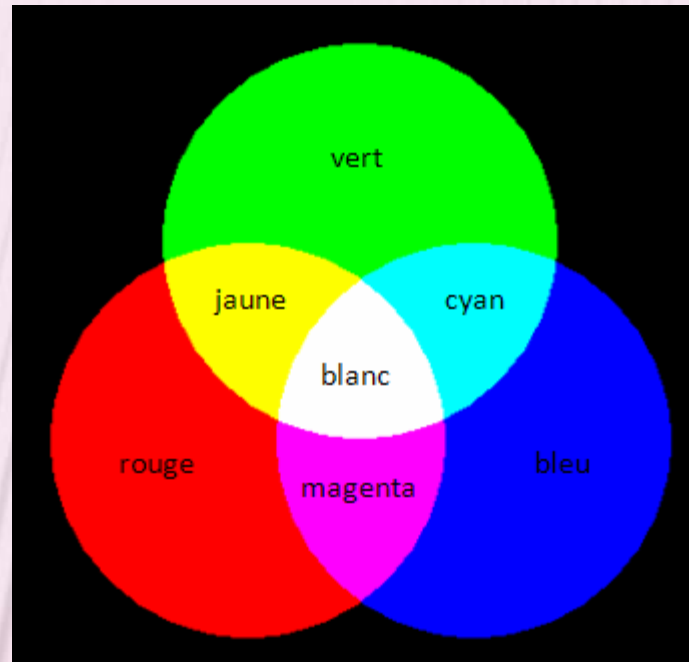
Les **couleurs primaires** sont au nombre de 3 et permettent, par synthèse additive, de recomposer la lumière blanche : **B**, **V** et **R**

Les couleurs primaires, secondaires et complémentaires



L'addition de deux couleurs primaires permet l'obtention d'une **couleur secondaire**

Les couleurs primaires, secondaires et complémentaires



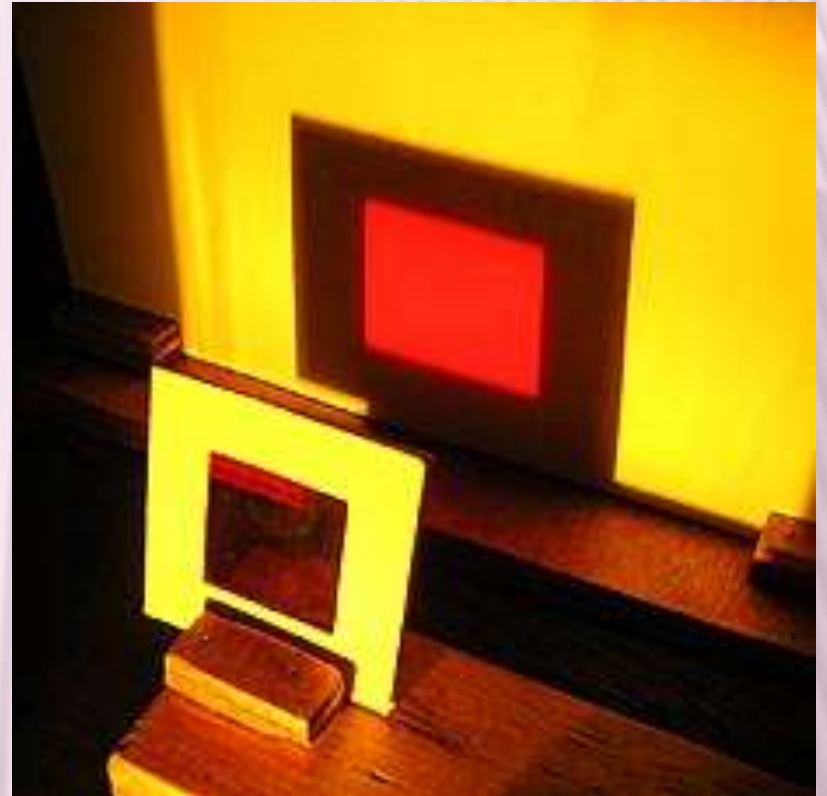
La **couleur complémentaire** est celle qui, additionnée à une **couleur secondaire**, redonne la **lumière blanche**.

Transmission, diffusion et absorption

Transmission

Qu'observons-nous ?
(Filtre rouge en lumière jaune)

La surface d'un objet éclairé peut laisser passer tout ou une partie de la lumière reçue ou incidente, c'est la **transmission**.



Diffusion

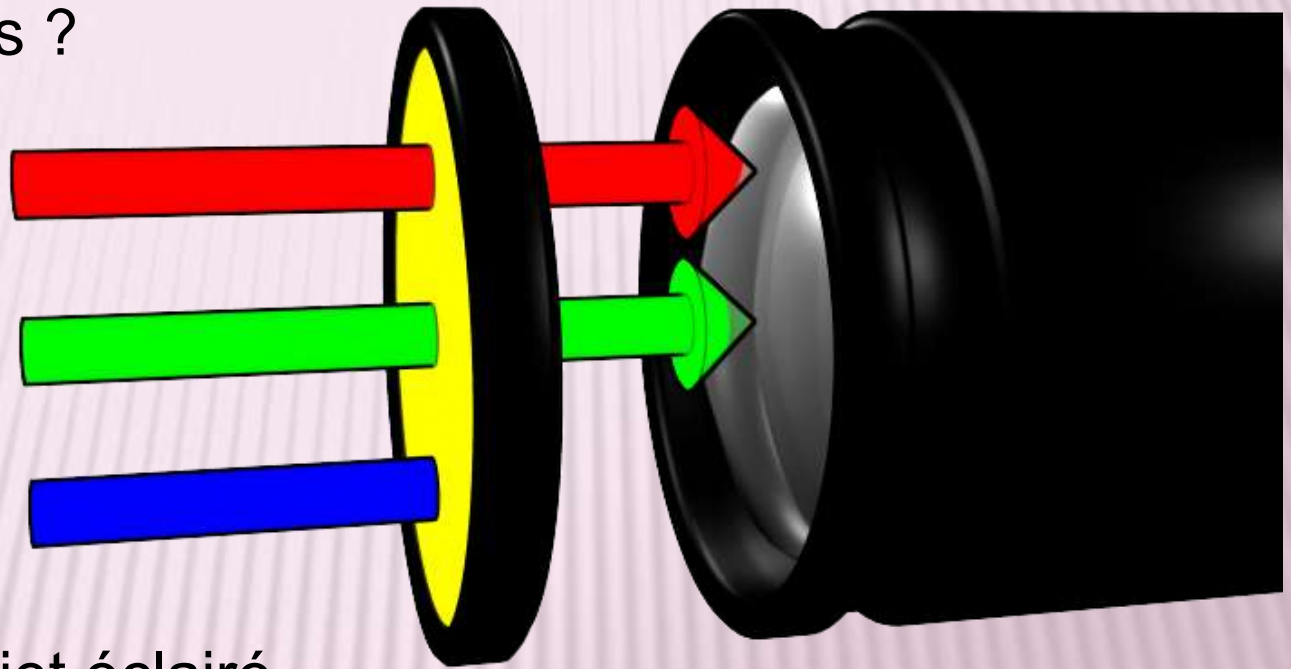
La surface d'un objet éclairé peut renvoyer la lumière reçue dans toutes les directions de l'espace, c'est la **diffusion**



Absorption

Filtre Jaune

Qu'observons-nous ?



La surface d'un objet éclairé peut ne pas renvoyer ou transmettre toute la lumière reçue ou une partie : c'est l'**absorption**

Absorption

Qu'observons-nous ?
(Filtre bleu en lumière jaune)



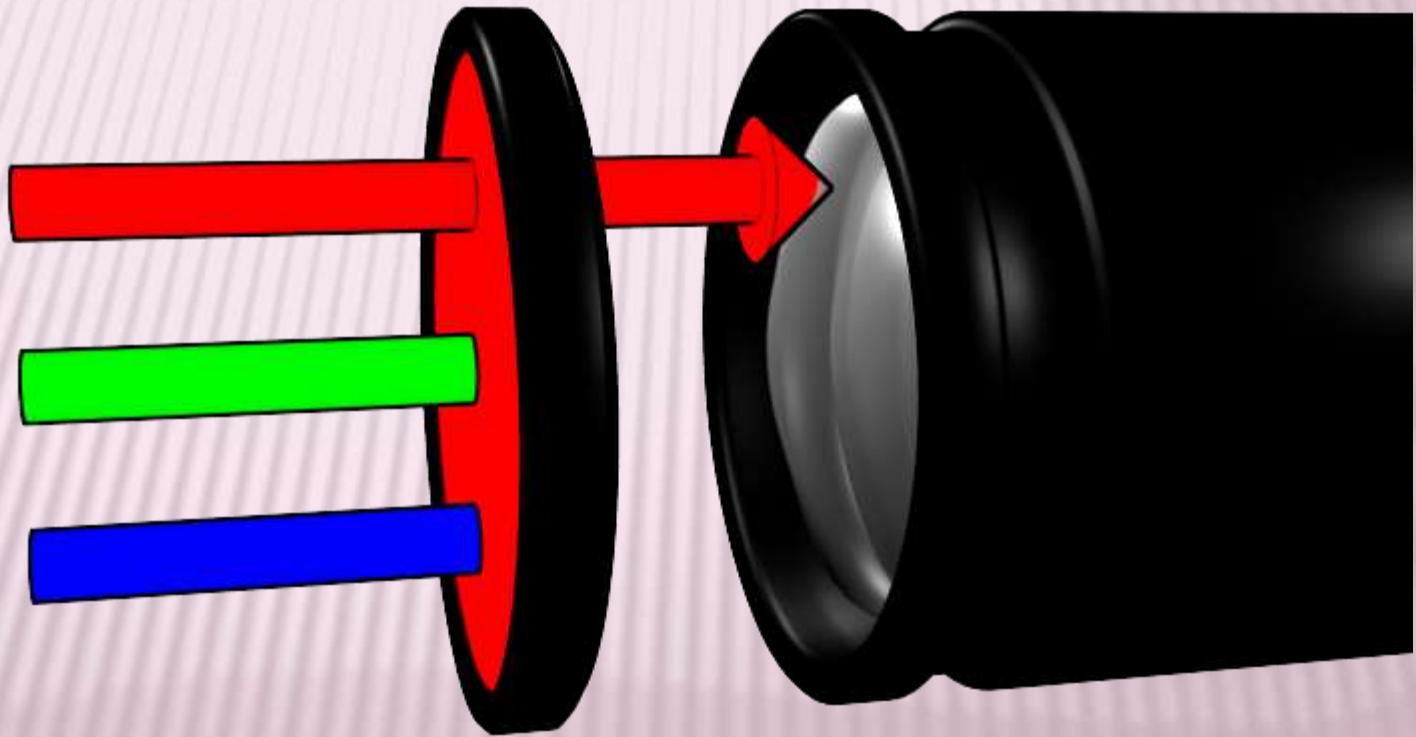
L'**absorption** peut parfois être totale. Aucune lumière n'est transmise, elles sont alors toutes absorbées.

La synthèse soustractive

Activité 3 :

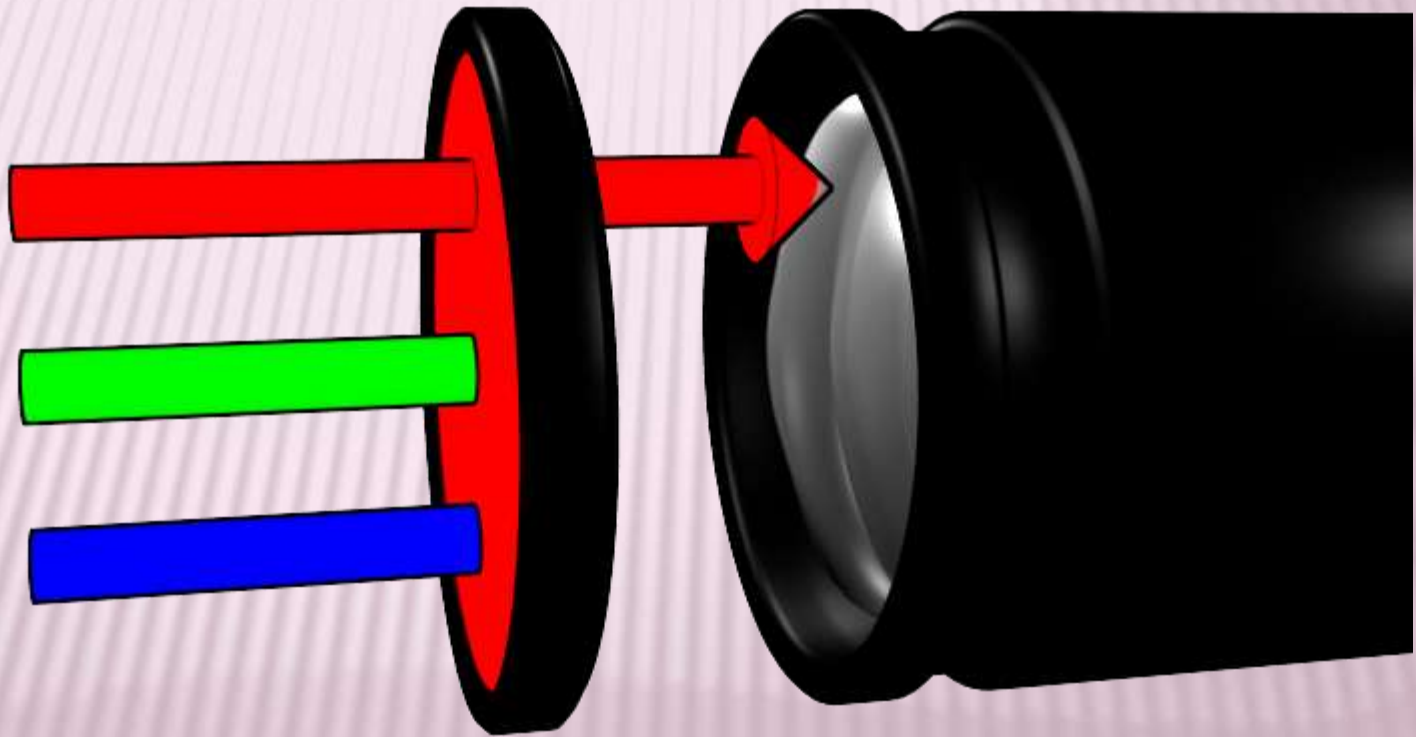
Comment agit un filtre rouge sur la lumière blanche qui le traverse ?

Filtre Rouge

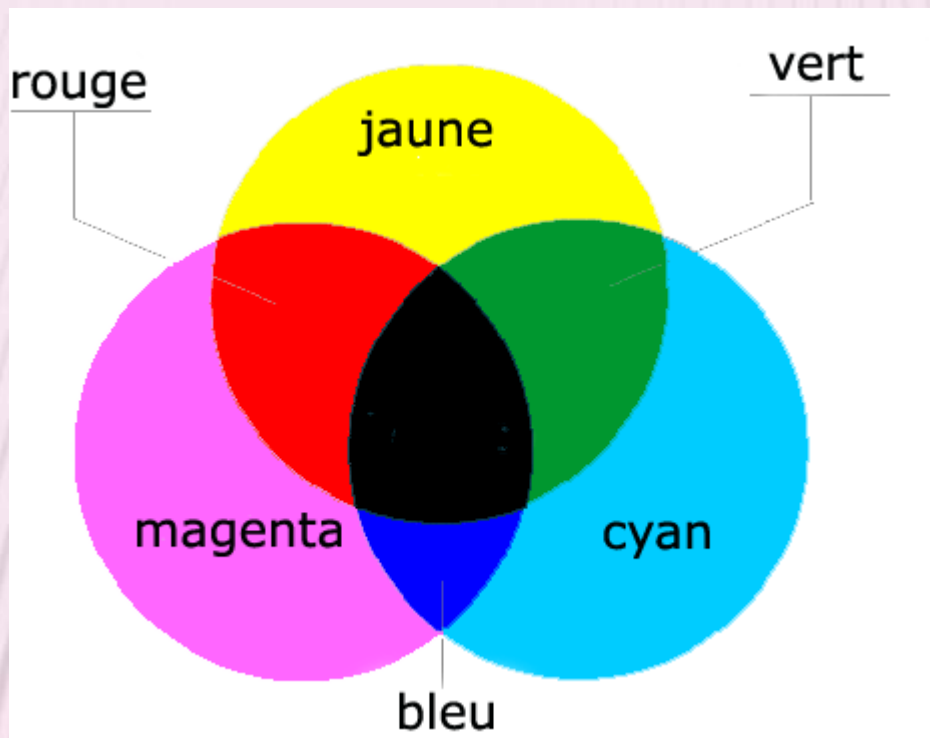


Le filtre rouge transmet les couleurs qui composent la sienne et absorbe les autres

Filtre Rouge

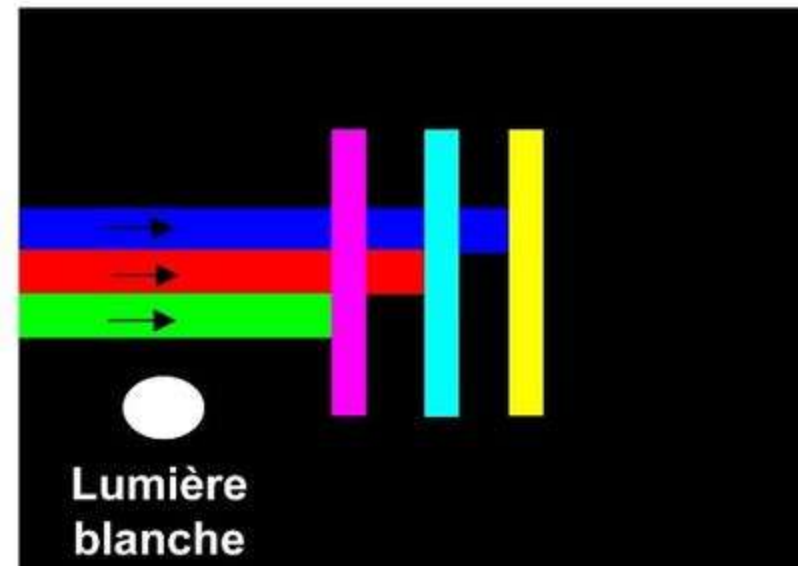
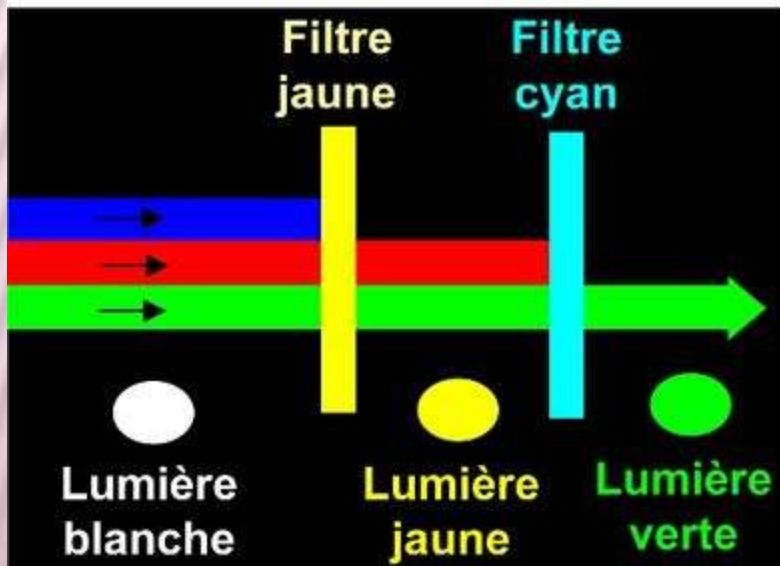
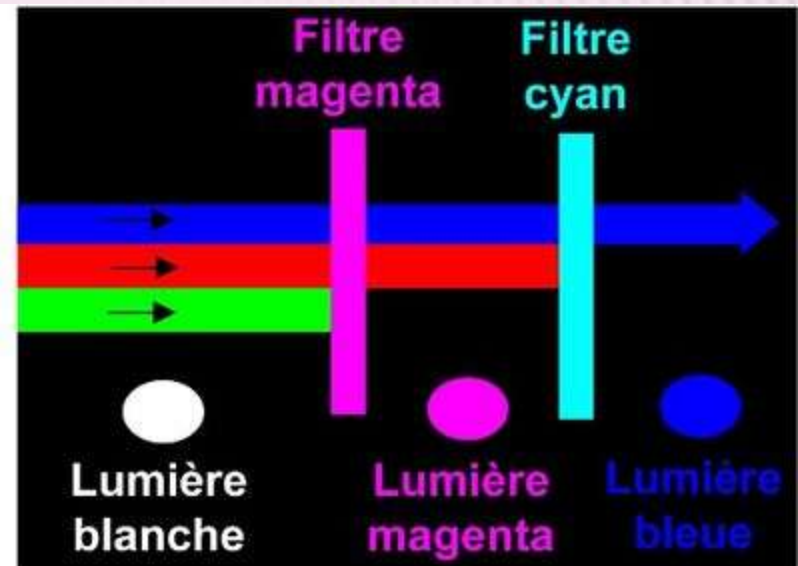
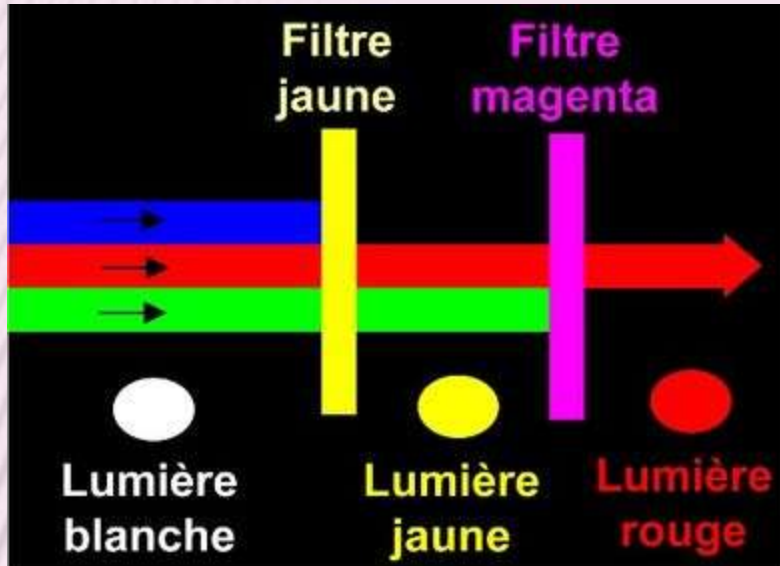


Ce procédé utilise une sélection de filtres judicieusement associés et permet de restituer la couleur désirée



*Rq : Les **couleurs primaires** de la synthèse soustractive correspondent aux **couleurs secondaires** de la synthèse additive. Le **noir** est ajouté pour le texte et améliorer les contrastes*

Quelques exemples



Couleur d'un objet

Les personnages sont-ils perçus avec les mêmes couleurs qu'en lumière blanche ?





La couleur d'un objet est-elle une caractéristique intrinsèque de l'objet, c'est-à-dire qu'elle ne dépend que de l'objet lui-même ?



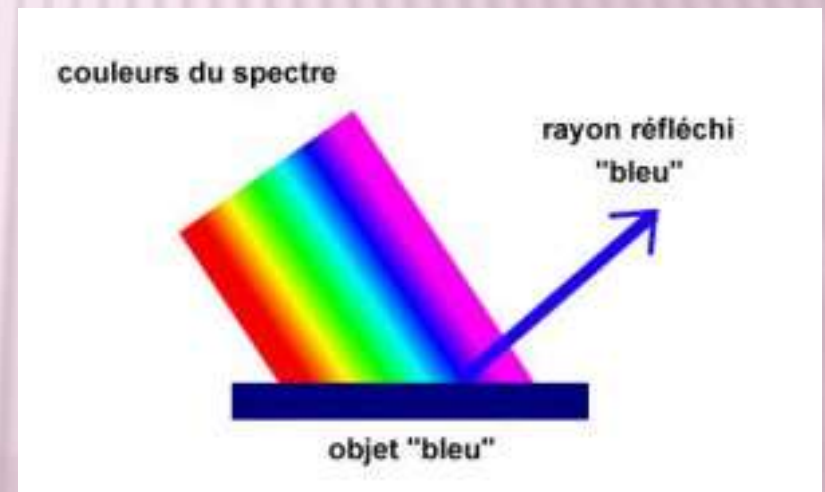
La couleur de l'objet dépend-elle de la lumière qui l'éclaire ?

En conclusion

La couleur perçue d'un objet dépend de la nature de l'objet et de la lumière qui l'éclaire. C'est sa nature qui va déterminer quelles couleurs seront absorbées et/ou diffusées

Pourquoi cet objet apparaî-t-il bleu ?

Un objet apparaît bleu car il absorbe toutes les radiations sauf le bleu qui compose sa couleur

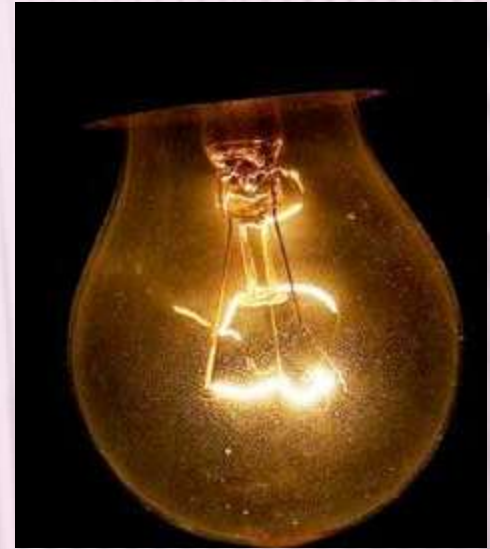
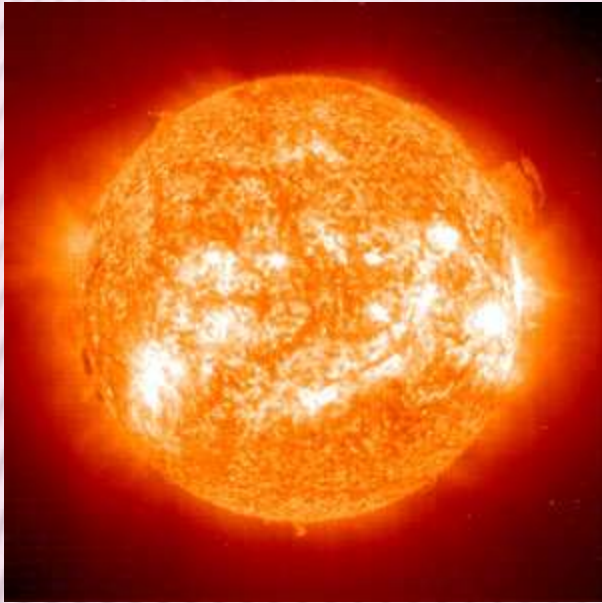


Chapitre 3

1^{ère} partie

Les sources de lumière

Quelle est le point commun entre toutes ces sources lumineuses ?



Source incandescente

Tous ces corps émettent de la lumière parce qu'ils sont portés à **haute température**. Ce sont des sources **incandescentes** de lumière

Les sources les moins chaudes émettent une lumière **rouge sombre**

Les sources les plus chaudes émettent une lumière **blanche** (voire bleue pour certaines étoiles)

Qu'observons-nous si nous décomposons la lumière qu'ils émettent ?

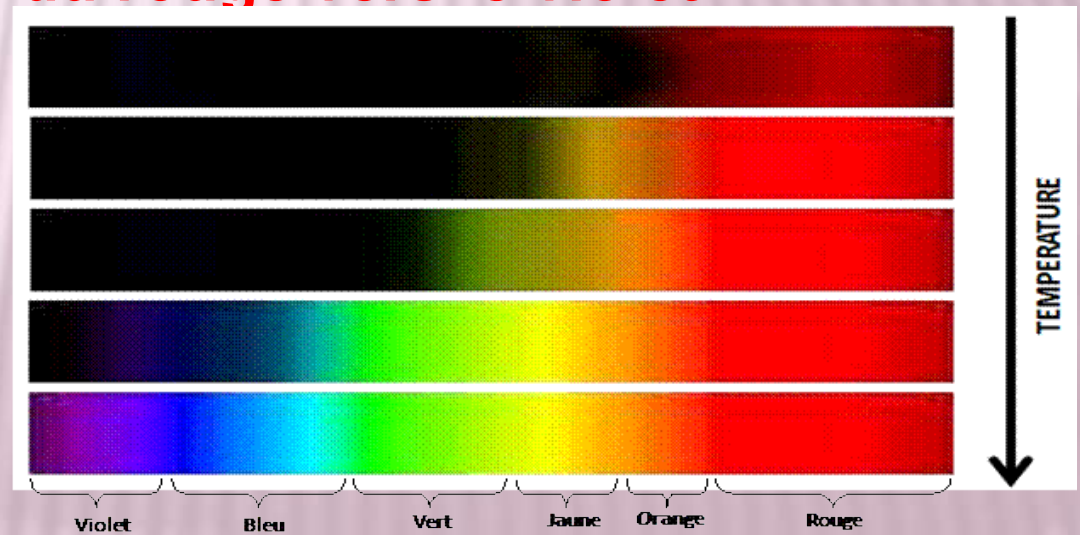


Source incandescente

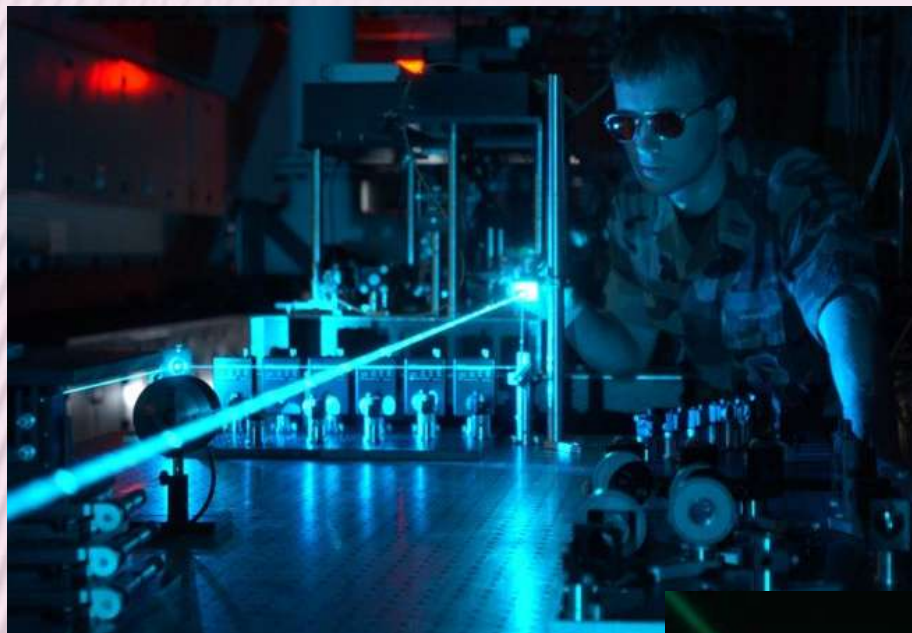
Les spectres obtenus sont des spectres **continus** présentant une partie ou la totalité du spectre de la lumière blanche.

Par synthèse additive, les radiations du spectre, selon la richesse de ce dernier, donneront des lumières de rouge à blanc quand toutes les radiations seront présentes.

Le spectre ne dépend que de la température du corps. Au fur et à mesure que cette dernière augmente, le spectre s'enrichit en radiations du rouge vers le violet.



Quelle est le point commun entre toutes ces sources lumineuses ?



Source lumineuse

Certains gaz, sous l'effet d'une décharge électrique, émettent de la lumière. Ce processus est utilisé dans les lampes à vapeur (hélium, mercure, sodium, etc...), les tubes fluorescents et les lampes fluocompactes

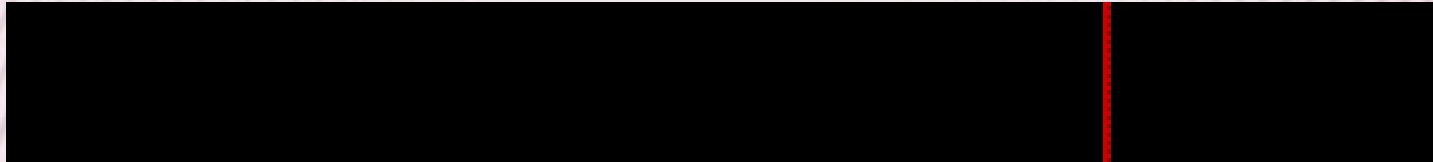
Les DEL (diodes électroluminescentes ou LED) émettent de la lumière quand elles sont traversées par un courant



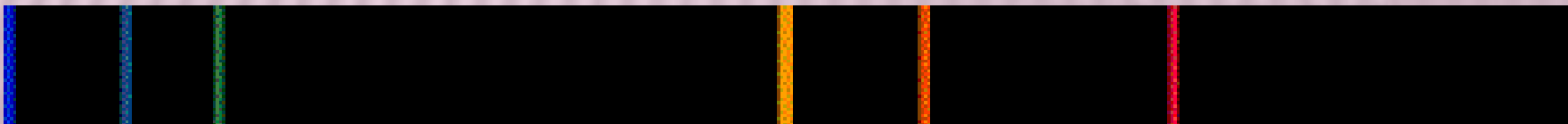
**Mono ou
polycromatique**

Une lumière monochromatique ne contient qu'une seule radiation.

C'est le cas de ce spectre



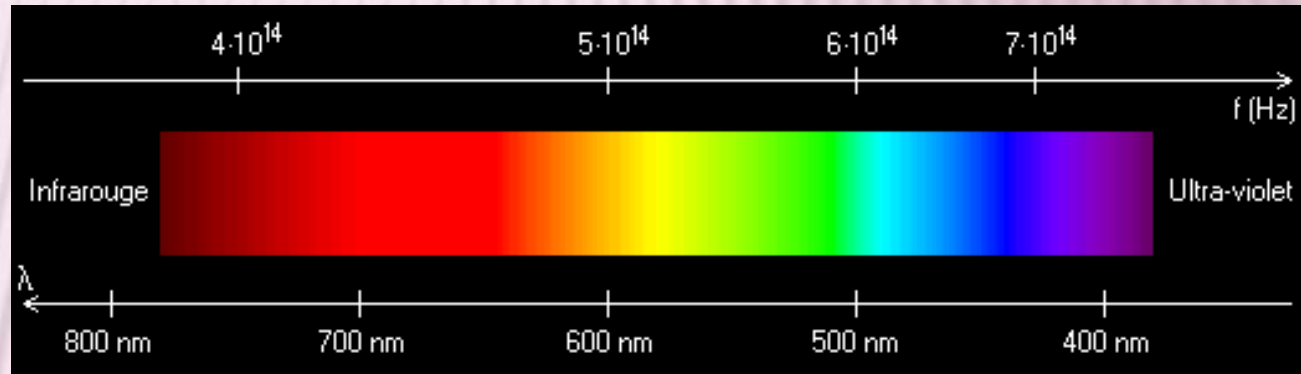
Ces autres spectres sont ceux de **lumière polychromatique** car ils contiennent plusieurs longueurs d'onde



La lumière blanche

Son spectre contient toutes les radiations allant du rouge jusqu'au violet : c'est une **lumière polychromatique**

Chaque radiation est caractérisée par sa **longueur d'onde λ** exprimée en m (nm et μm)



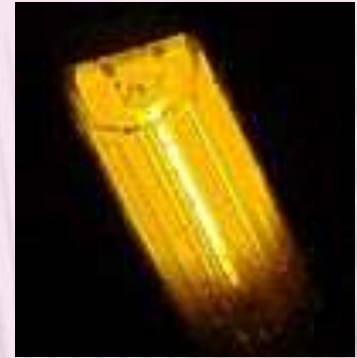
Les limites du spectre du visible sont entre **380 nm (violet)** et **780 nm (rouge)**

Au dessus de 800nm, ce sont les **infrarouges** et en dessous de 380 nm, ce sont les **ultraviolets**, lumières non visibles

Composition colorée d'une source

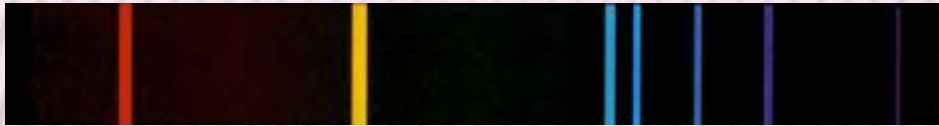
Lampe aux vapeurs de sodium

Son spectre :



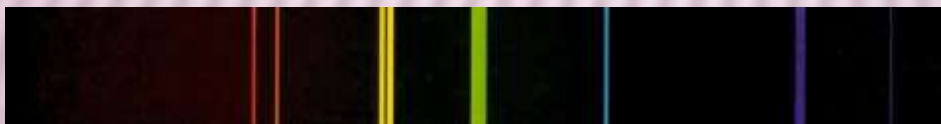
Lampe aux vapeurs d'hélium

Son spectre :



Lampe aux vapeurs de mercure

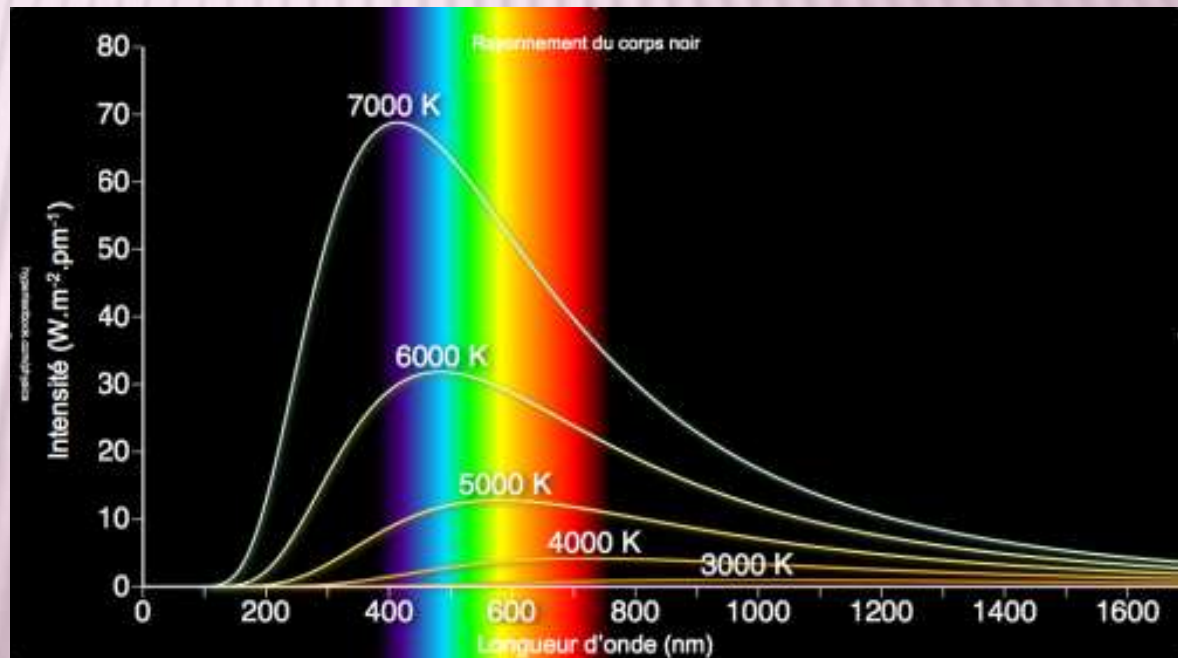
Son spectre



Le corps noir

Un corps noir est un objet théorique qui a la capacité d'absorber toutes les ondes qu'il reçoit avant de les réémettre lorsqu'il est chauffé sous la forme d'un spectre continu qui ne dépend que de la température.

Toutes les radiations du spectre ne sont pas émises avec la même intensité. Parmi elles, il en existe **une des longueurs d'onde λ_{\max} qui est celle pour laquelle l'intensité d'émission est maximum.**



La loi de Wien

Elle lie λ_{\max} et la température T du corps :

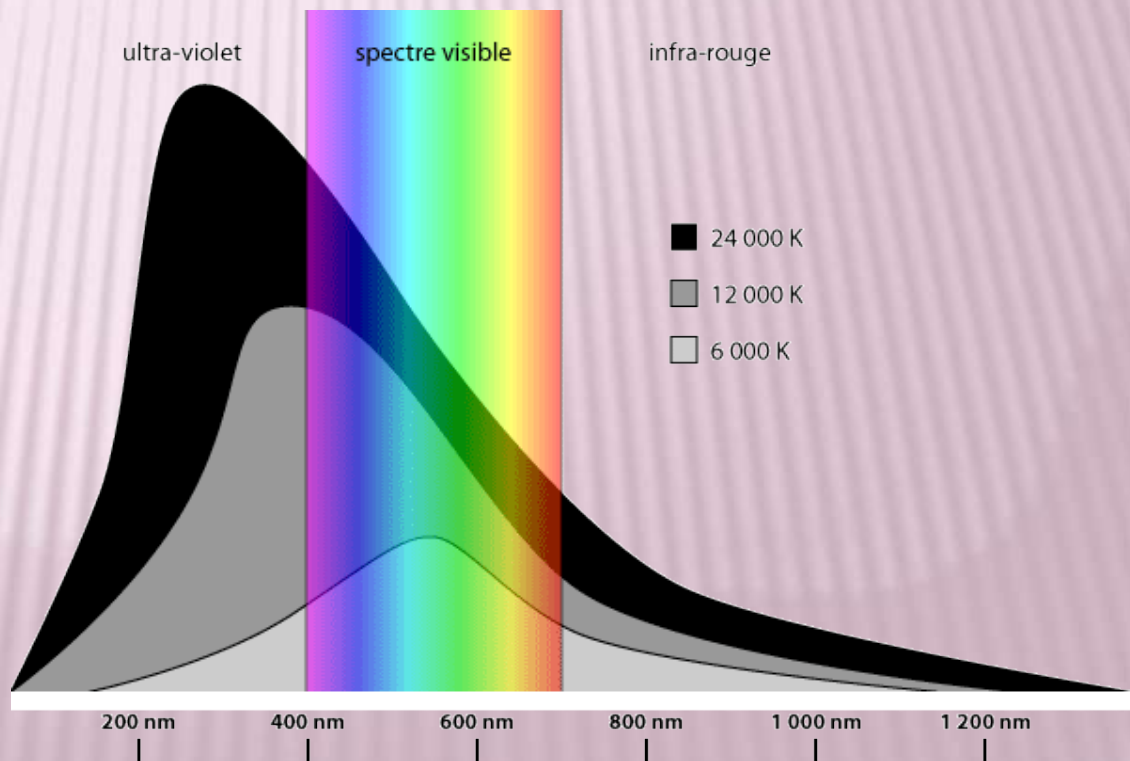
$$\lambda_{\max} \times T = A$$

$$A = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

λ_{\max} en m

T en K, unité légale de température

Conversion utile : $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$



2^{ème} partie

Le quantum d'énergie

Le modèle ondulatoire de la lumière ne suffit pas à expliquer le rayonnement du corps noir. Ainsi, en 1900, Max Planck affirme que l'énergie d'un rayonnement de fréquence ν est **quantifiée**.

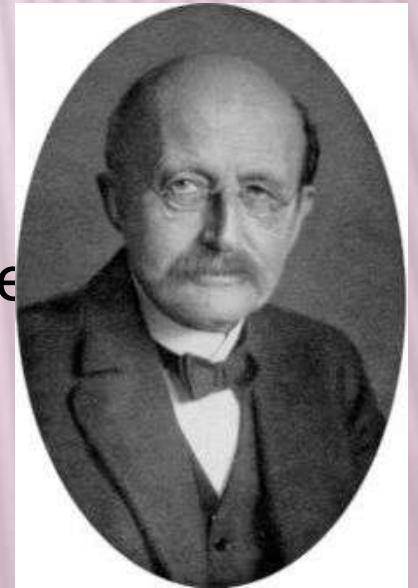
Cela signifie que cette énergie est proportionnelle à ν , h ou **constante de Planques** étant le coefficient de proportionnalité :

$$\Delta E = h \nu$$

ΔE représente le quantum d'énergie et s'exprime

$$h = 6.63.10^{-34} \text{ J.s}$$

ν : fréquence du rayonnement en hertz (Hz)



Attention ! Comme la fréquence ν varie, les quanta d'énergie peuvent prendre différentes valeurs !

Le modèle corpusculaire de la lumière

En 1905, Albert Einstein affirme que la lumière elle-même est quantifiée et propose un modèle corpusculaire de la lumière : **la lumière est un flux de particules appelées photons, transportant chacun le quantum d'énergie $h \nu$.**

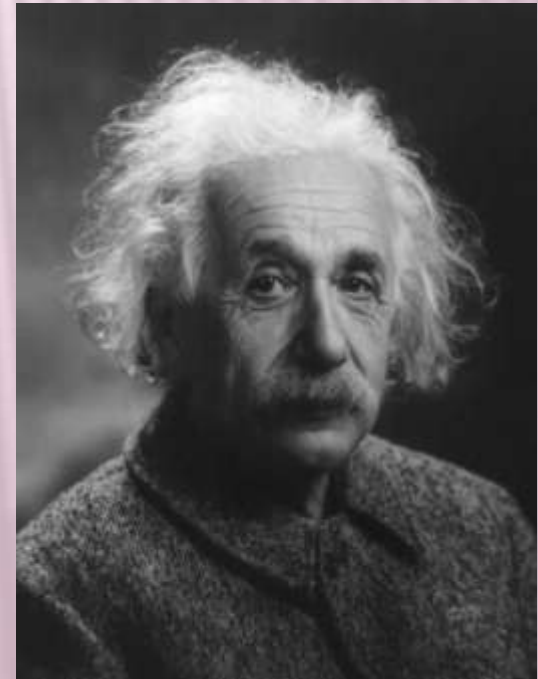
Il existe une relation liant la fréquence ν et la longueur d'onde λ : **$\nu = c / \lambda$**

c : vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

λ : longueur d'onde de la lumière en m

Expression de l'énergie d'un photon :

$$\Delta E = h \nu = h \times c / \lambda$$



Le **diagramme d'énergie** d'un élément chimique, ancré dans la théorie des quanta, explique qu'un atome ne peut exister que dans certains états d'énergie bien définis.

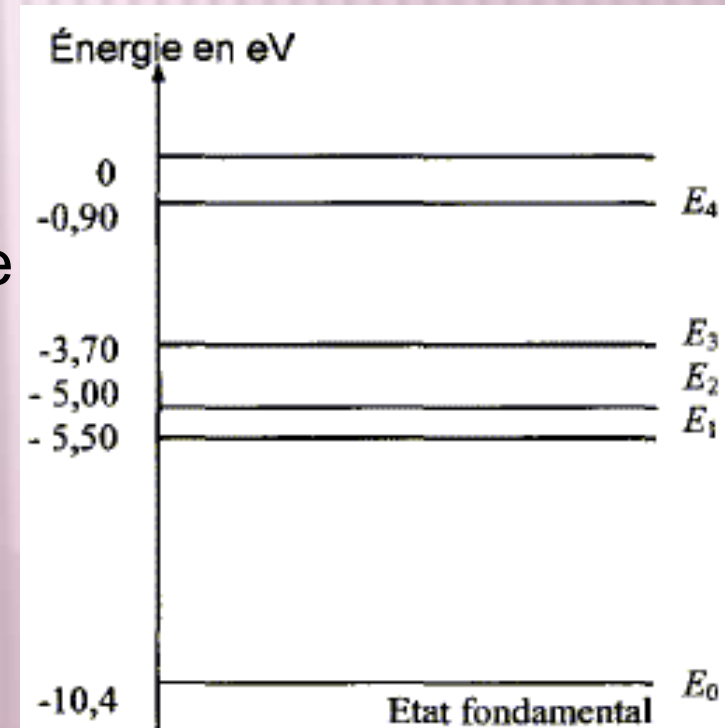
Le diagramme d'énergie représente ces différents états par des lignes horizontales, numérotées de $n = 1$ à $n = \infty$, avec, en ordonnée, les différents niveaux d'énergie auxquels elles correspondent.

Pour récapituler :

Les lignes horizontales représentent les niveaux d'énergie

L'ordonnée du diagramme est l'énergie en eV

Diagramme du mercure

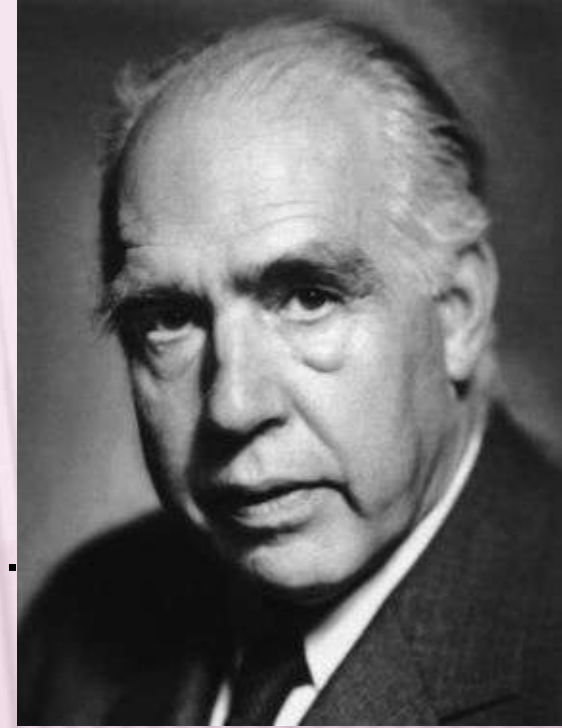


En 1913, Niels Bohr suggère que l'atome ne peut exister que dans certains états d'énergie définis par leur niveau d'énergie.

Le niveau d'énergie le plus bas ou **niveau fondamental** est celui où la stabilité de l'atome est la plus grande. Sa valeur est $n = 1$. Pour $n > 1$, l'énergie est notée E_n et l'atome est dans un **état excité**.

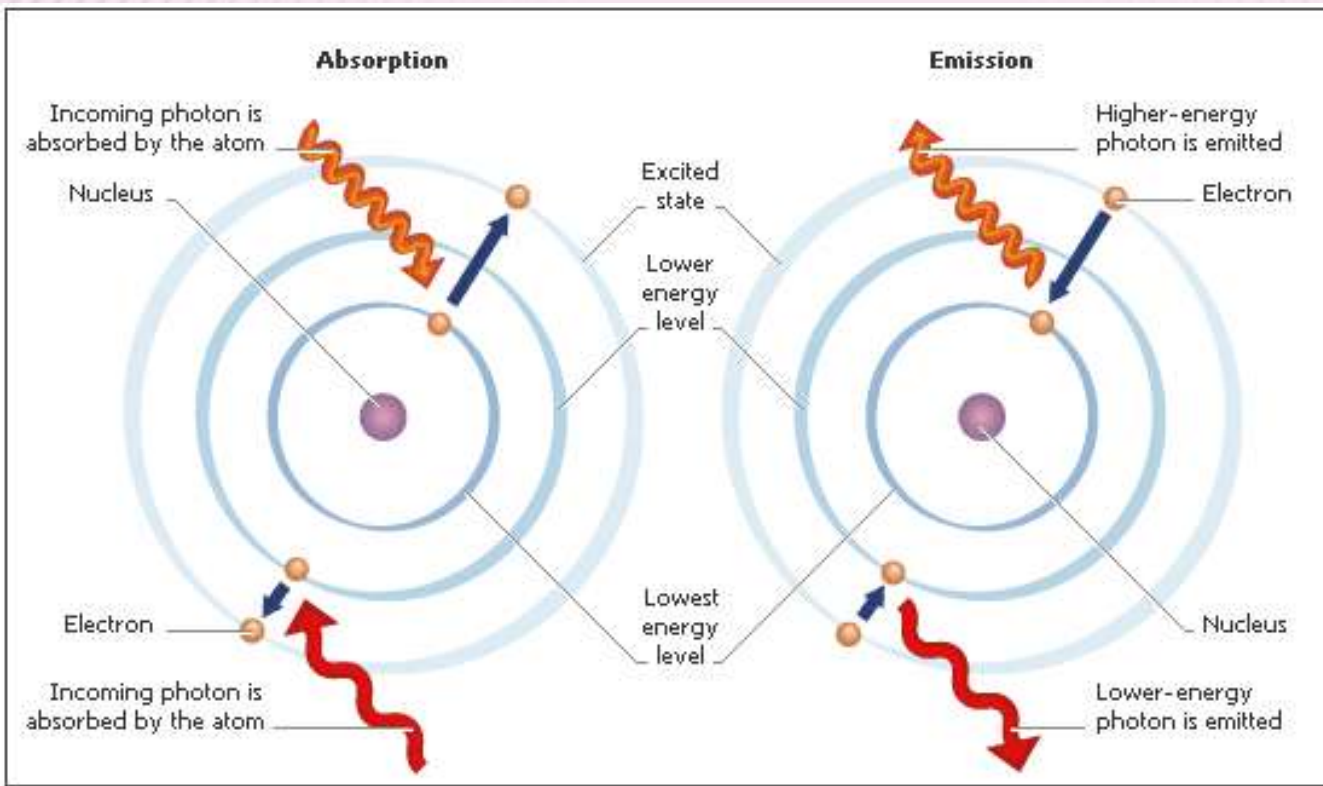
Lorsque n tend vers l'infini, alors l'énergie est maximale et, pourtant, c'est pour cet état que, **conventionnellement, l'énergie est considérée nulle**. L'atome devient ionisé : il perd son électron.

Remarque : avec cette convention, les énergies E_n sont négatives.



Interaction lumière-matière

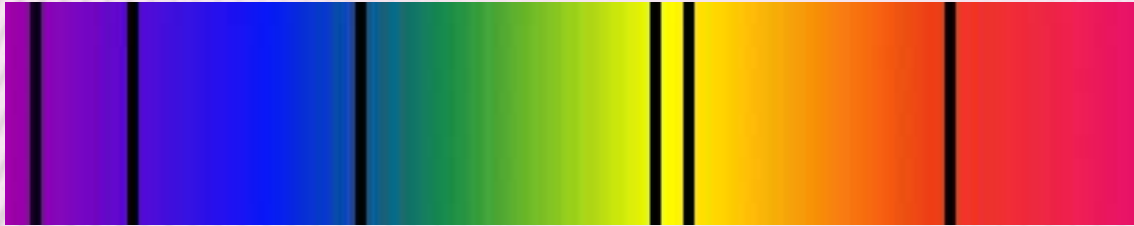
Passer d'un niveau à un autre



Observons le schéma ci-contre. Récapitulons ce qui produit un photon sur un atome et inversement

Un photon peut être **émis** ou **absorbé** par un atome ou un ion. Cela provoque un changement de niveau d'énergie appelé **transition**.

Absorption d'un photon



Voici un spectre d'absorption, expliquons avec l'intervention d'un photon l'existence des raies noires.

Lors de l'absorption d'un photon dont l'énergie E vaut l'énergie de transition ΔE , l'atome passe d'un niveau d'énergie plus faible E_i à un niveau d'énergie plus élevé E_f ($E_f > E_i$).

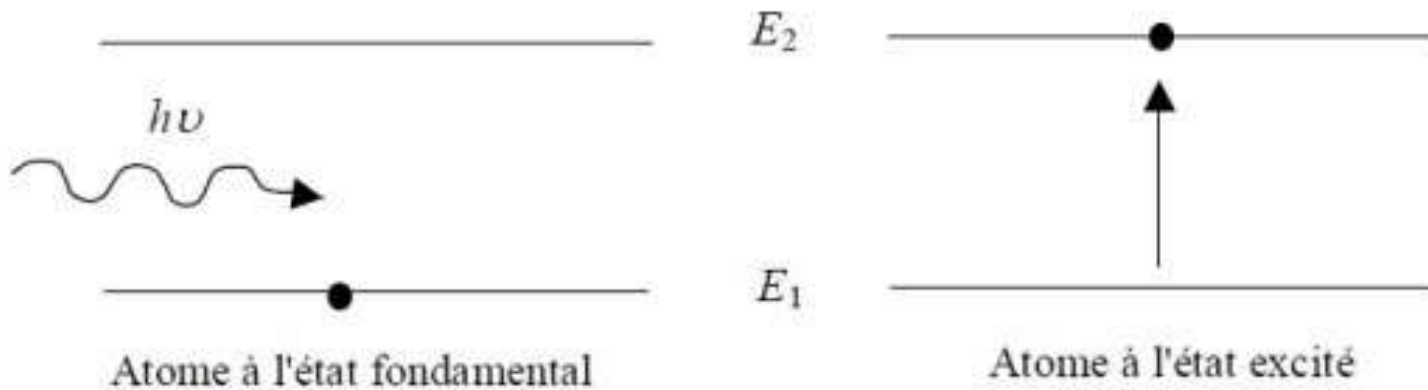
Cette absorption n'est possible que si $E_f - E_i = \Delta E = E = h c / \lambda$

Dans un spectre d'absorption, on observera une raie noire d'absorption correspondant à cette transition pour la longueur d'onde $\lambda = h c / E = h c / \Delta E$

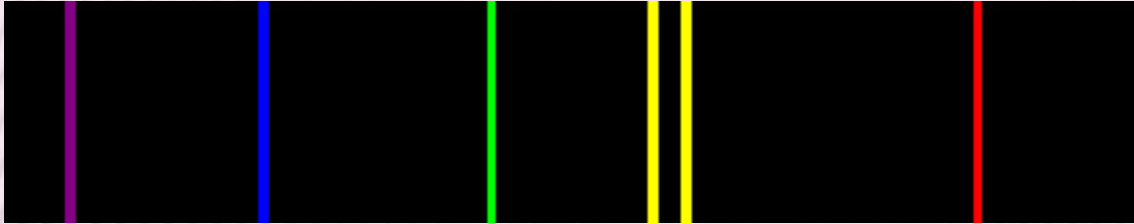
Énergie du photon absorbé : $E = \Delta E$

Absorption d'un photon

Absorption d'un photon d'énergie
 $h\nu = E_2 - E_1$



Émission d'un photon



Voici un spectre d'émission, expliquons avec l'intervention d'un photon l'existence des raies colorées.

Lors de l'émission d'un photon dont l'énergie E vaut l'énergie de transition $|\Delta E|$, l'atome passe d'un niveau d'énergie plus grand E_i à un niveau d'énergie plus faible E_f ($E_f < E_i$).

Cette émission n'est possible que si $|E_f - E_i| = |\Delta E| = E = h c / \lambda$

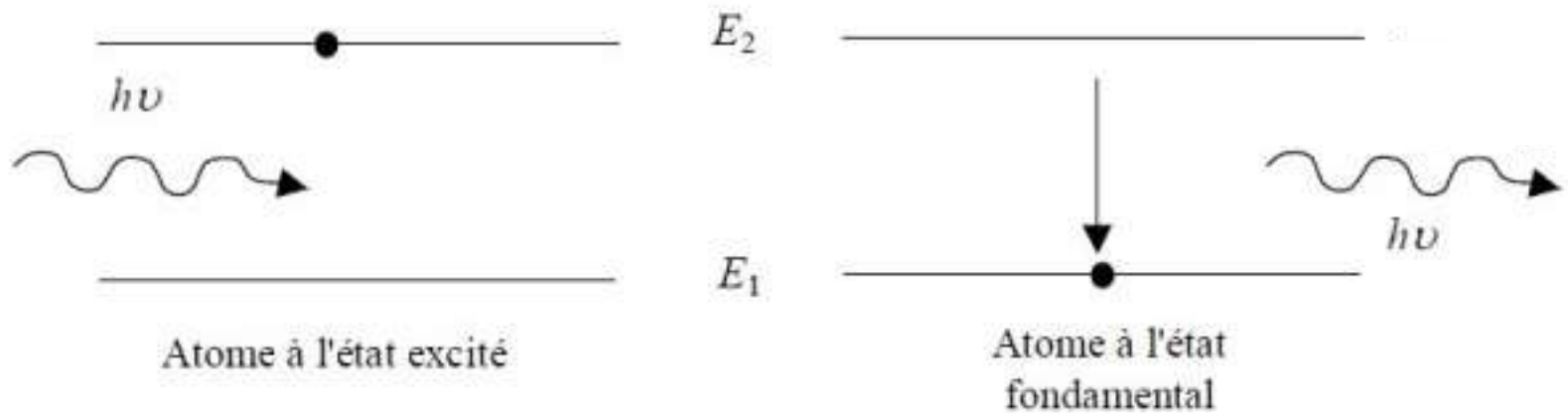
Dans un spectre d'émission, on observera une raie colorée d'émission correspondant à cette transition pour la longueur d'onde $\lambda = h c / E = h c / |\Delta E|$

Énergie du photon émis : $E = |\Delta E|$

Émission d'un photon

Emission induite d'un photon d'énergie

$$h\nu = E_2 - E_1$$



Présentation de l'électronvolt

C'est une énergie parfaitement adaptée aux faibles valeurs d'énergie dans l'atome.

Conversion utile : $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$\Delta E \text{ (J)} = \Delta E \text{ (eV)} \times 1,60 \cdot 10^{-19}$$

Attention ! Si vous calculez une énergie en eV, vous devez ensuite la convertir en Joule pour calculer v ou λ

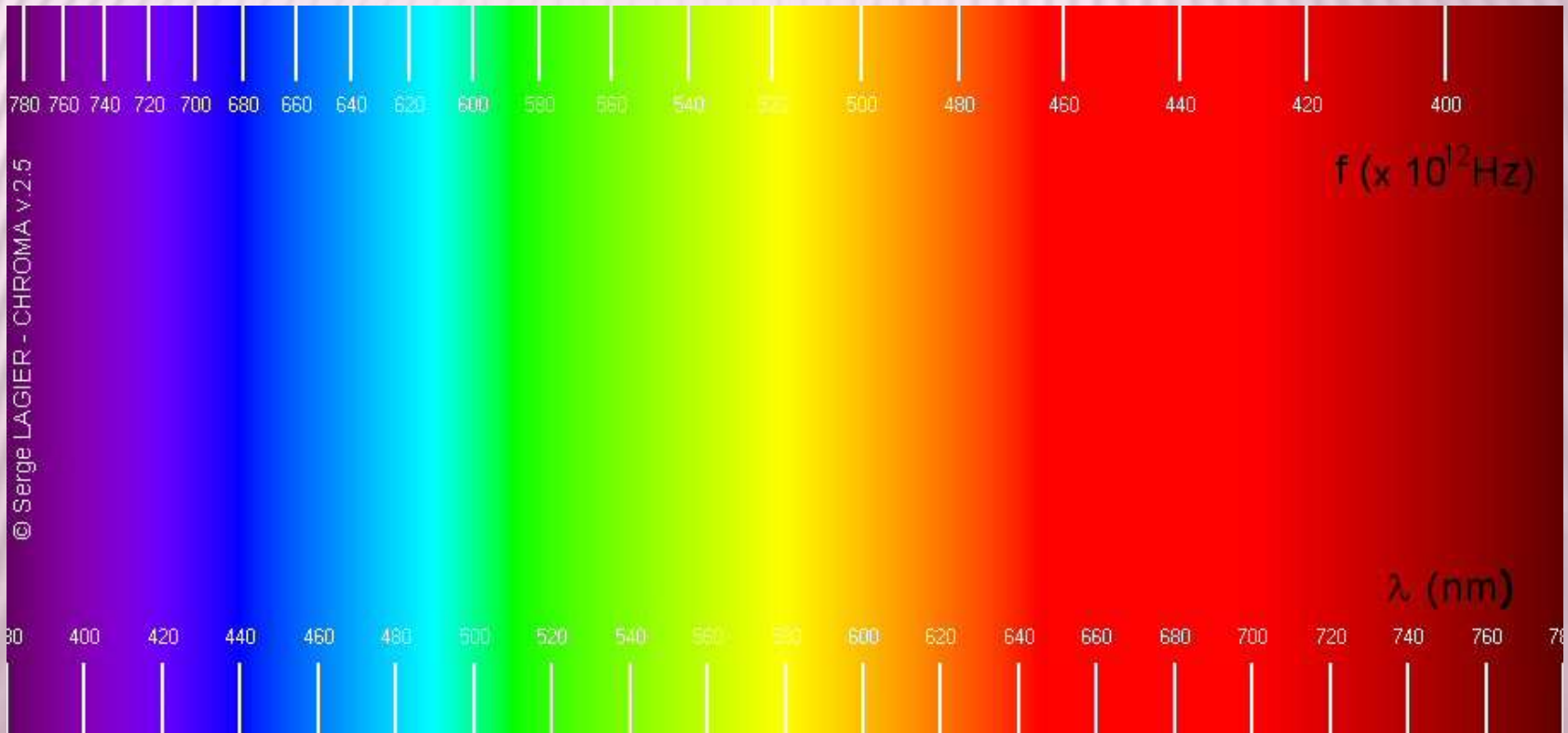


Le spectre solaire

Une source incandescence

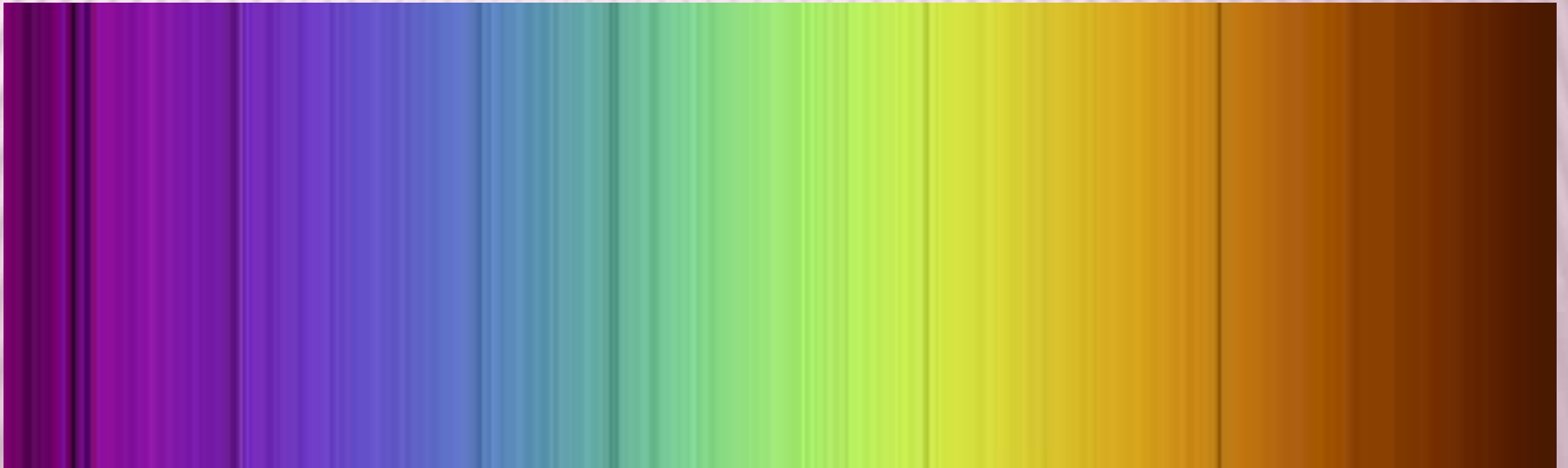
Le soleil peut être assimilé une boule de gaz très chaude sous haute pression entourée par une atmosphère gazeuse, plus froide et sous une pression plus faible.

Son cœur émet un **spectre continu contenant toutes les radiations du visible** (celui de la lumière blanche).



Spectre d'absorption

Le spectre d'absorption du solaire présente un grand nombre de **raies d'absorption**. Par comparaison avec les spectres d'émission d'éléments chimiques répertoriés, il est donc possible de **déterminer la composition de l'atmosphère du soleil** (chromosphère) (voir programme de 2°).

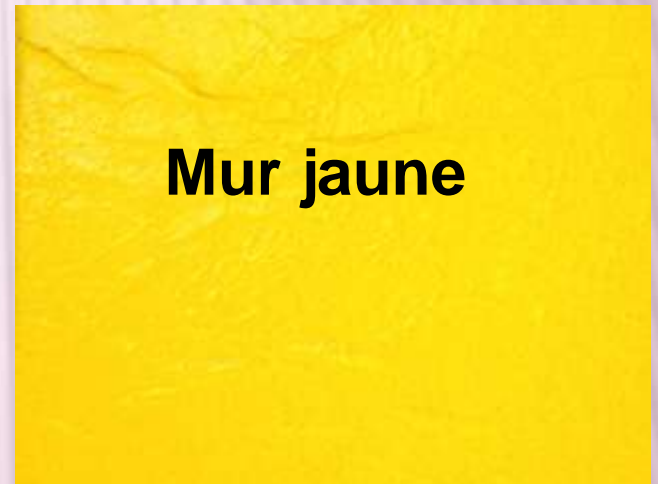


Chapitre 4

Pigments et colorants

Quelle différence entre colorant et pigment

Leurs utilisations ont des conséquences différentes



Définition

Les pigments sont des substances colorées finement divisées dispersées dans un milieu où elles sont insolubles tandis que les colorants y sont solubles.

Leur origine peut être naturelle, synthétique ou artificielle.

Rappel :

Naturel : produit fabriqué dans la nature

Synthétique : produit identique fabriqué par l'homme

Artificiel : produit n'existant pas dans la nature et fabriqué par l'homme



Purmamarca (Argentina)



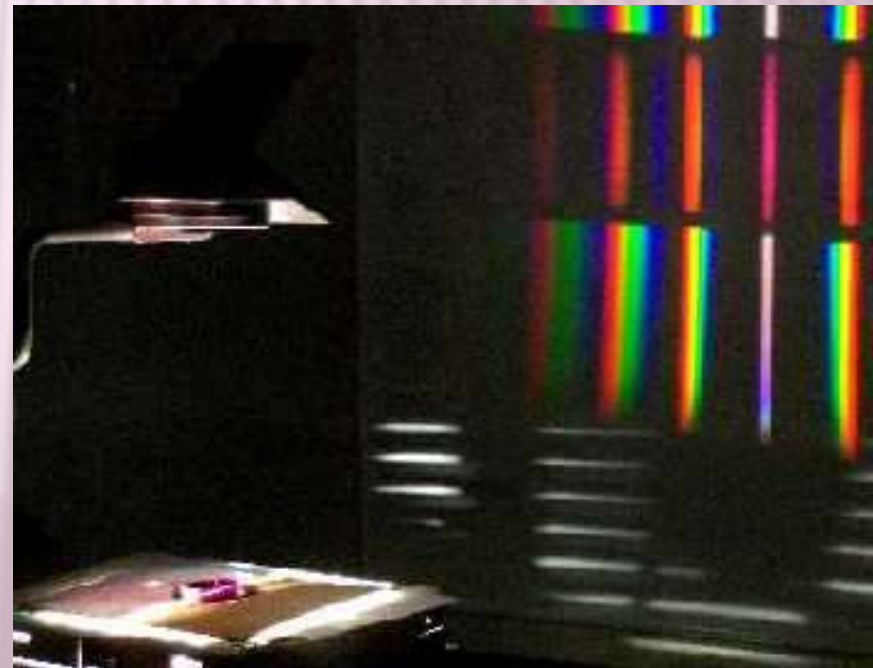
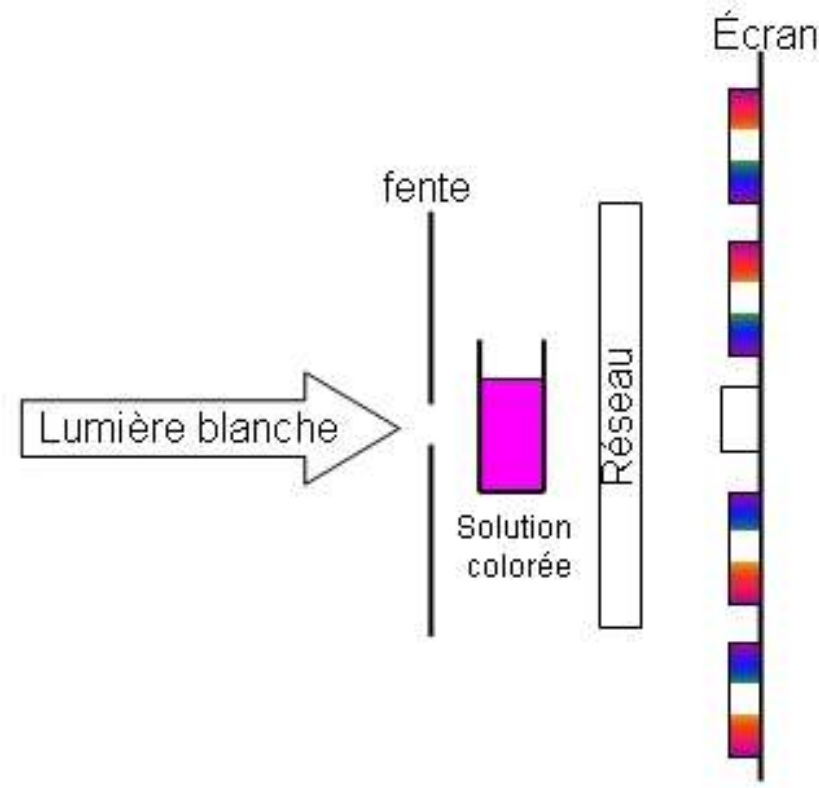
Substances colorées

Couleur d'une solution

Expérience

La lumière blanche traverse une solution colorée puis un système dispersif (réseau).

Le spectre obtenu est observé sur un écran.





Couleur d'une solution

Solution 1

La première solution est une solution de permanganate de potassium

Le spectre obtenu est le suivant :



- Le bleu et le rouge ont été transmis par la solution.
- La partie verte centrale du spectre est remplacée par une bande noire ou bande d'absorption. La solution a donc absorbé cette partie de la lumière blanche, la couleur spectrale verte.
- Rouge + bleu = magenta, une couleur proche du rose, ce qui correspond parfaitement à la couleur de la solution de permanganate de potassium.



Couleur d'une solution

Solution 2

La seconde solution est une solution de sulfate de cuivre

Le spectre obtenu est le suivant :



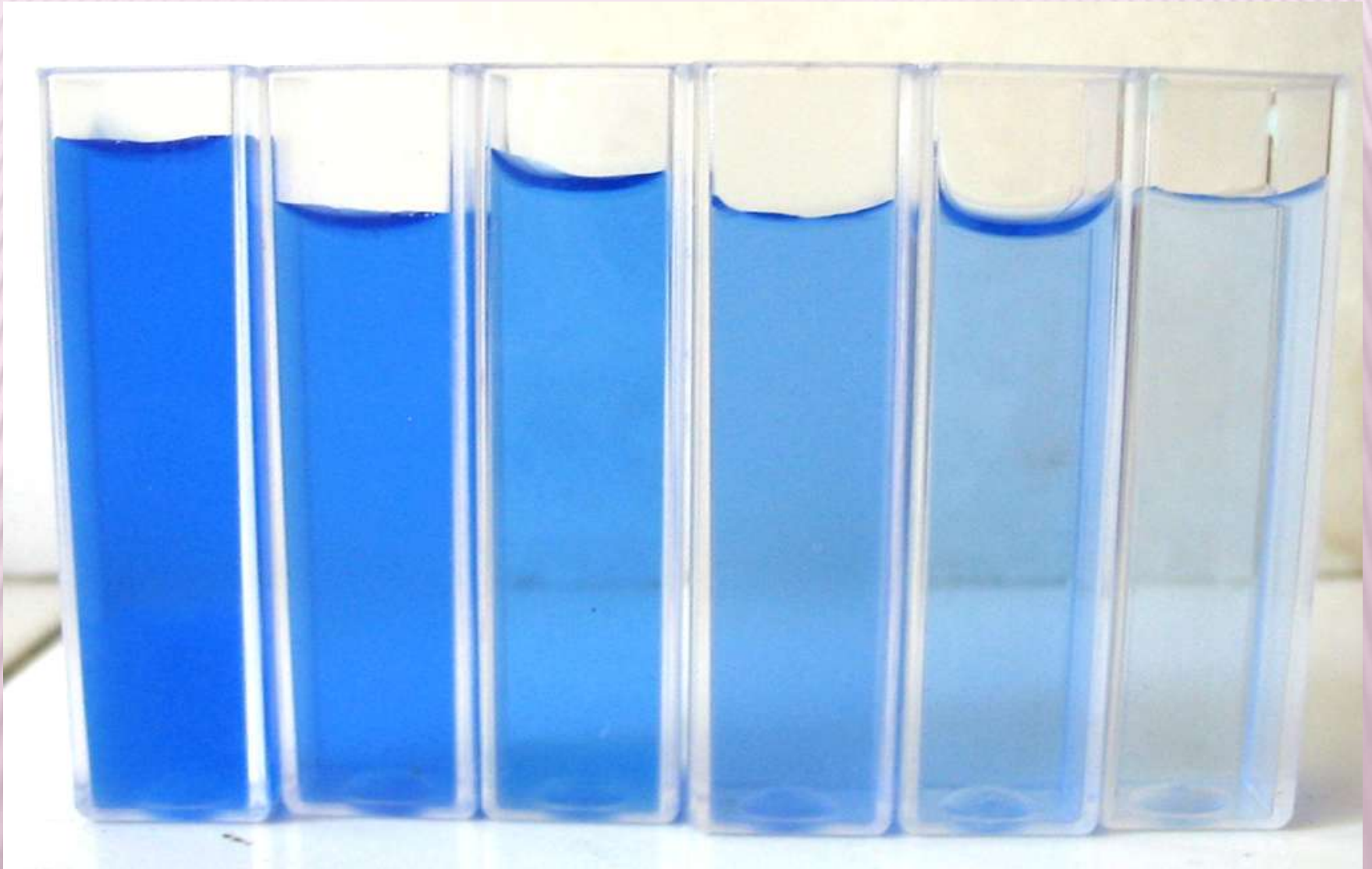
- Les couleurs bleu et le vert ont été transmises par la solution
- La couleur spectrale rouge a été absorbée et donc remplacée par une bande noire ou bande d'absorption.
- Vert + bleu = cyan, une couleur proche du bleu turquoise, ce qui correspond à la couleur de la solution de sulfate de cuivre.
- La couleur d'une solution dépend de la couleur des radiations transmises et absorbées. Elle résulte de la synthèse additive des couleurs transmises.

En conclusion :

La couleur apparente d'une solution résulte de la superposition des radiations de la lumière blanche transmises par la solution.

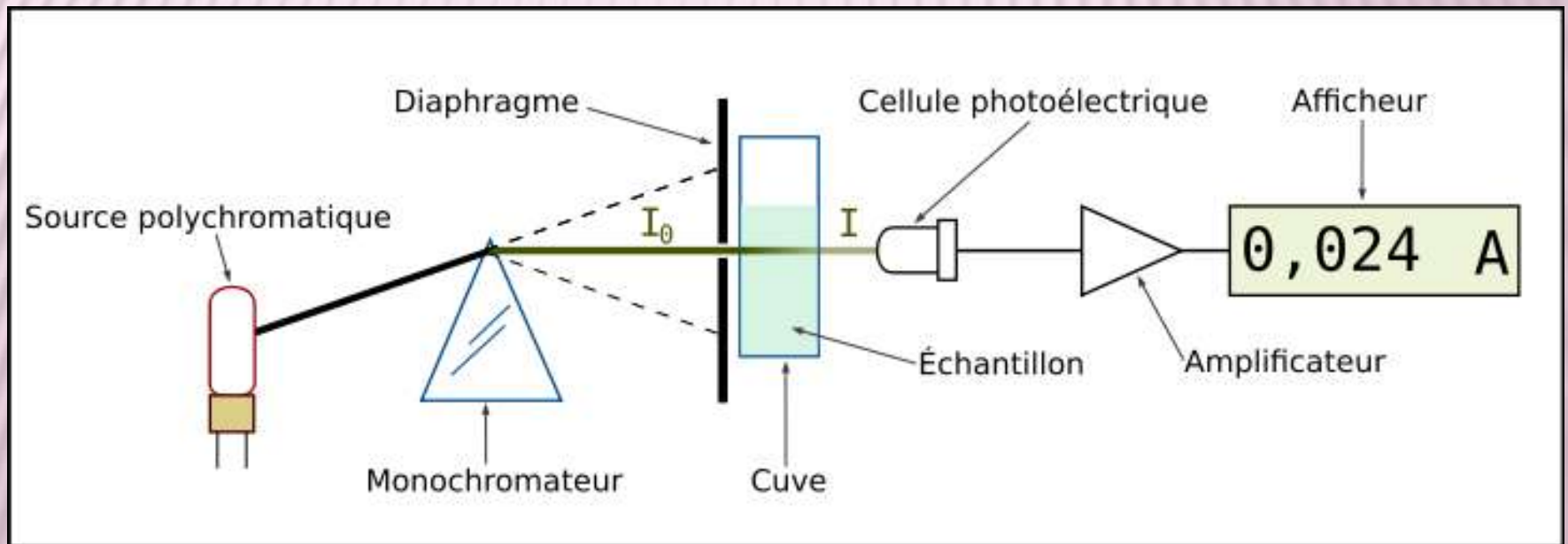


Absorbance

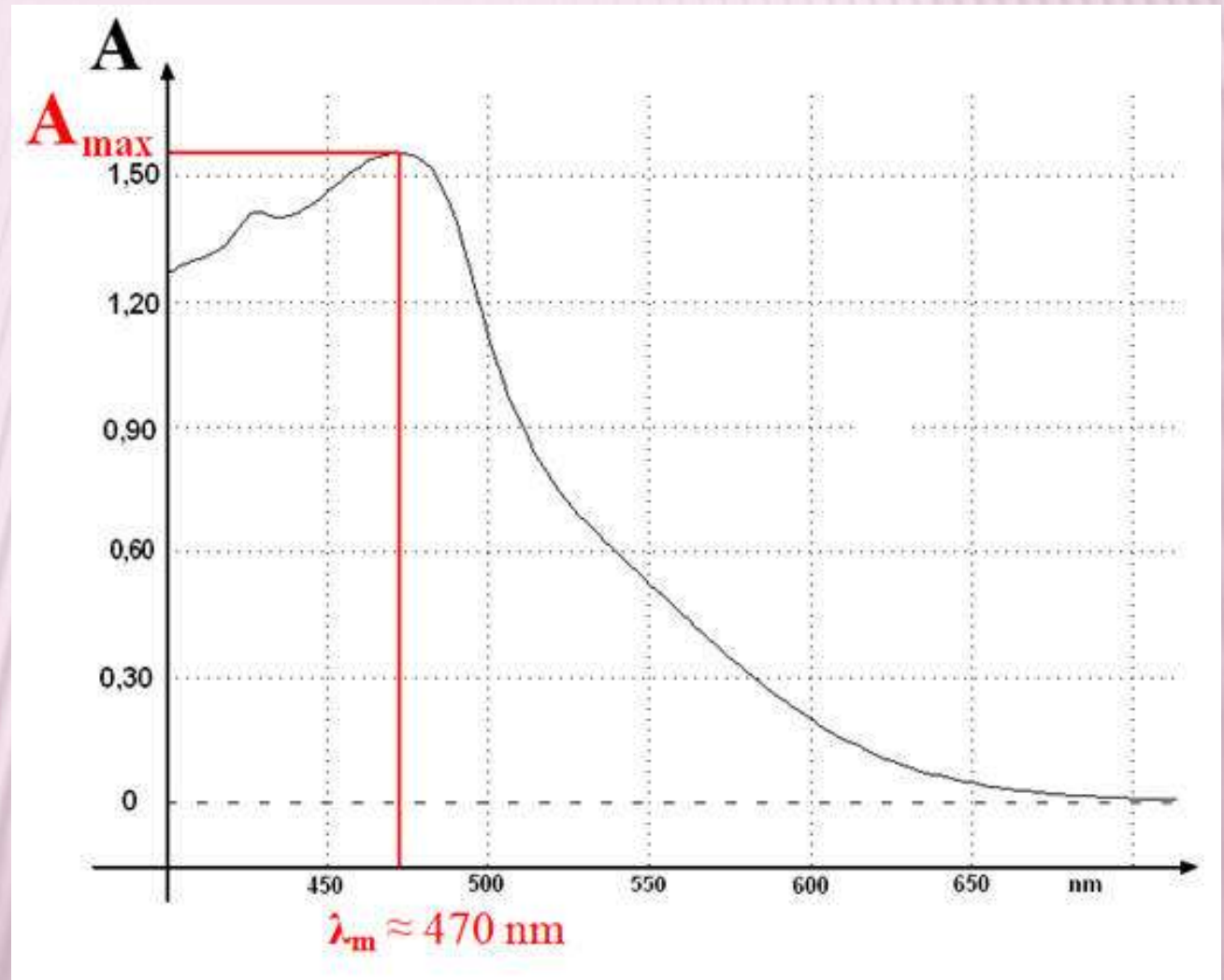


Absorbance

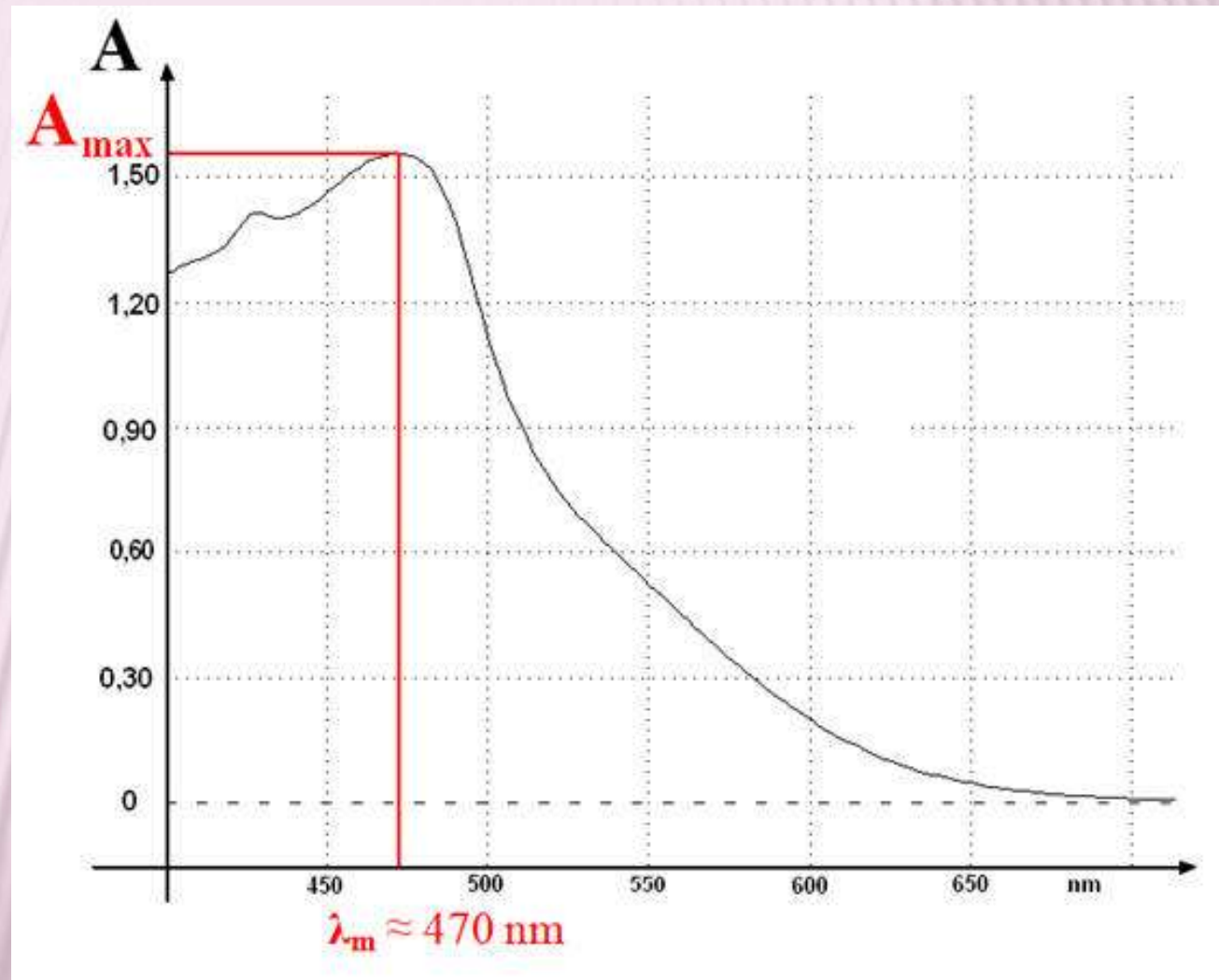
Un spectrophotomètre est un appareil qui mesure l'absorbance A d'une solution, c'est-à-dire **l'aptitude des espèces présentes dans une solution à absorber une radiation lumineuse de longueur d'onde donnée.**



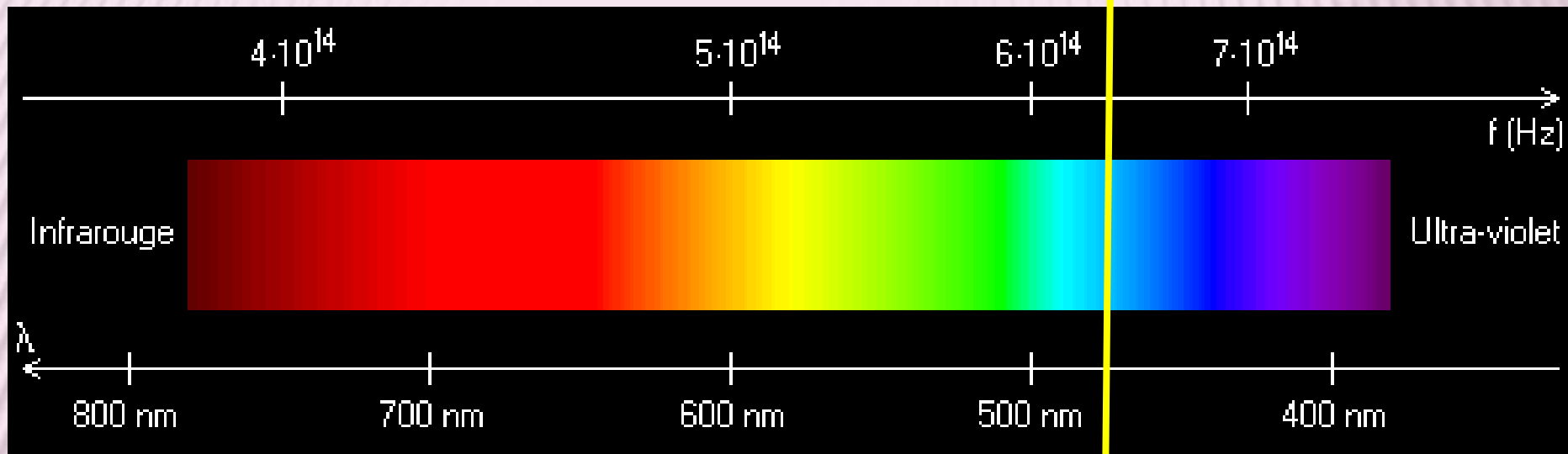
Ces mesures pour des longueurs d'onde différentes permettent d'obtenir le spectre d'absorption de la solution :
courbe $A = f(\lambda)$



Cette courbe permet de déterminer grâce à son **pic d'absorption** la longueur d'onde $\lambda_m = 470 \text{ nm}$ à laquelle correspond la **couleur spectrale absorbée de façon maximale par la solution**.



Par comparaison avec le spectre de la lumière blanche, il est possible de déterminer la couleur correspondant à la valeur déterminée de λ_m soit 470 nm.



C'est donc la couleur bleue qui est absorbée par la solution.

Remarque : il peut y avoir plusieurs pics et donc plusieurs couleurs absorbées par une solution.

Synthèse soustractive

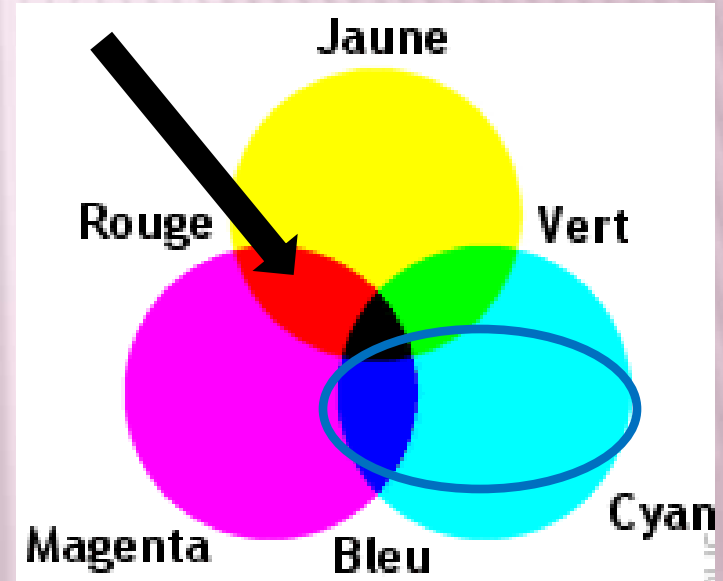
Il est possible de déterminer la couleur d'une solution grâce au cercle de la synthèse soustractive.

Ex : solution de sulfate de cuivre :

- elle absorbe le rouge
- sa couleur apparente est proche du cyan

À noter :

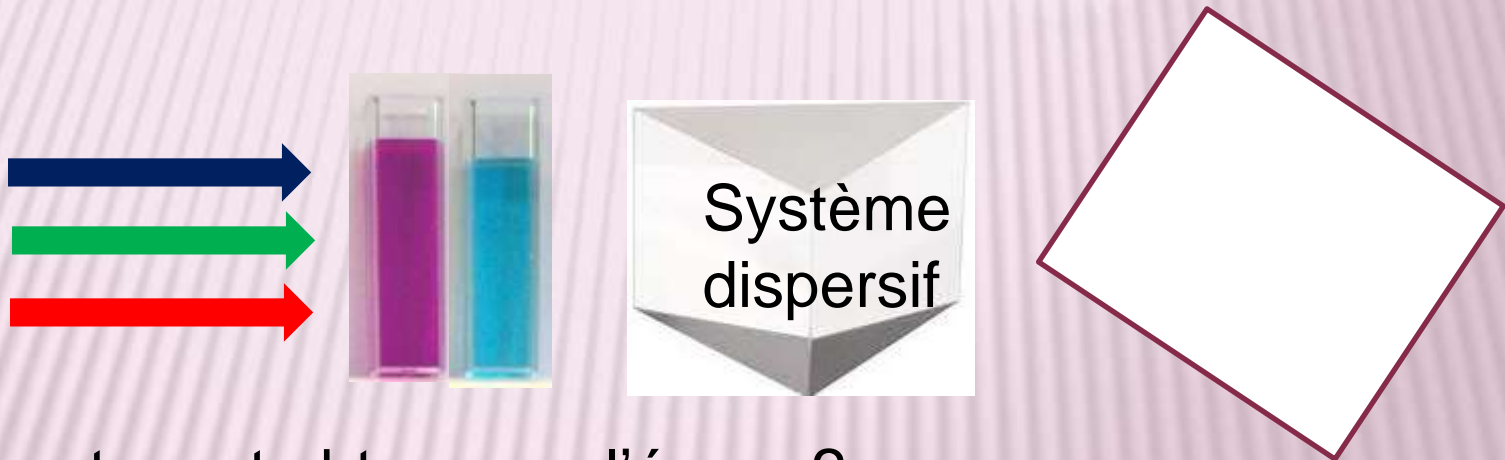
Cyan est la couleur complémentaire du rouge.



Une solution qui absorbe une couleur transmet sa couleur complémentaire qui sera celle apparente de la solution.

Synthèse soustractive

Sur le trajet de la lumière blanche, je place, l'une derrière l'autre, les deux cuves de solutions colorées (sulfate de cuivre et permanganate de potassium)

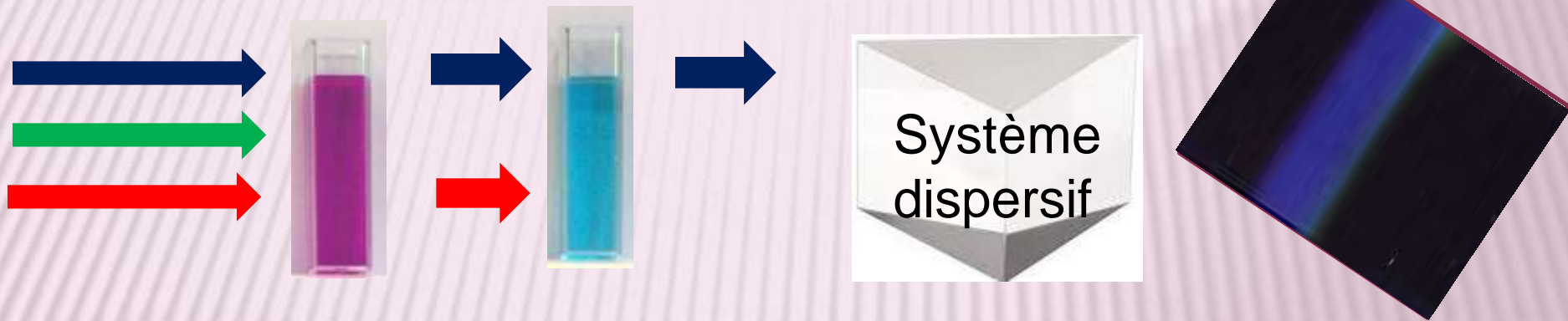


Quel spectre est obtenu sur l'écran ?

L'ordre des cuves a-t-elle une importance sur le résultat ?

Synthèse soustractive

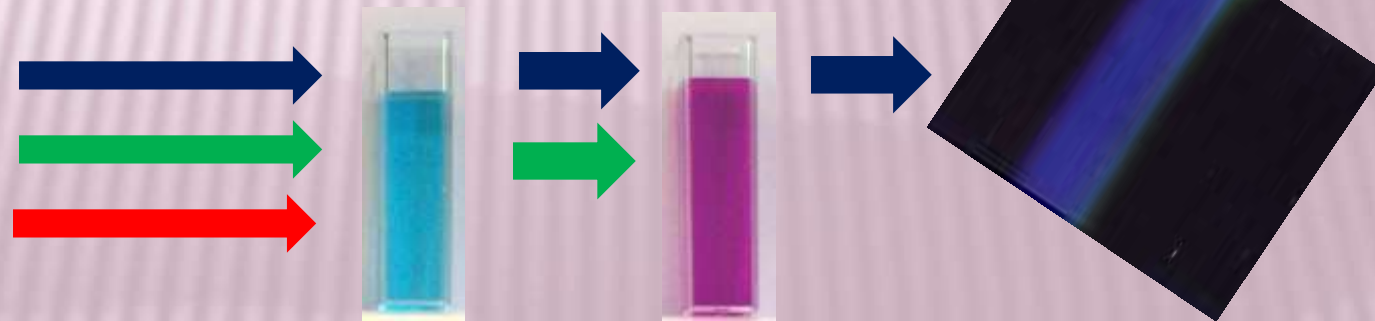
- Le vert est absorbé par la première solution



Le rouge est absorbé par la seconde.

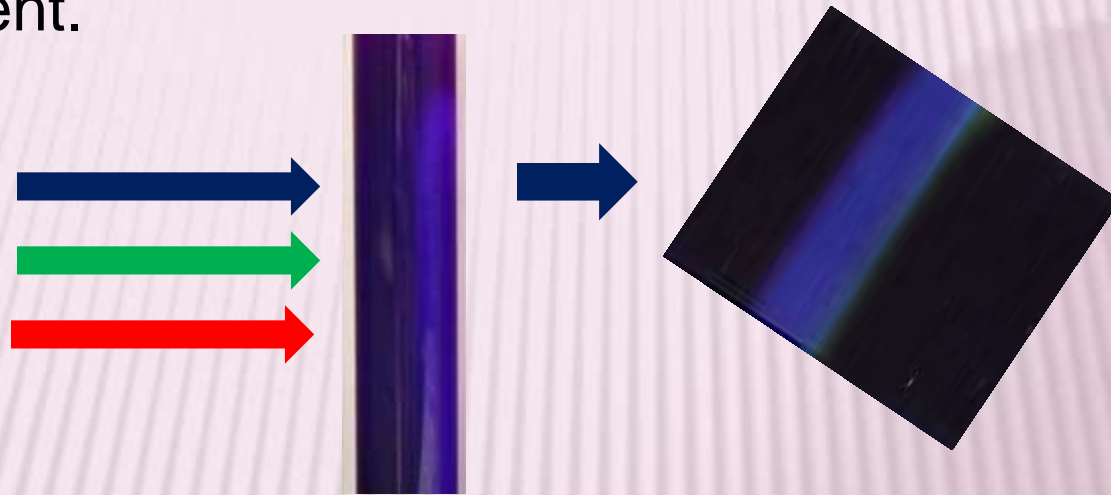
Il ne restera donc que la lumière bleue qui donnera une bande bleue sur un fond noir.

- Le rouge sera absorbé avant le vert mais le résultat final sera le même



Synthèse soustractive

Un mélange donnera le même résultat mais l'absorption se fera au même moment.



Conclusion :

Dans le cas d'un mélange de deux solutions colorées, la couleur obtenue résulte de la synthèse soustractive : les radiations absorbées par chaque solution le sont également par le mélange.

Séparation et identification d'espèces colorées

Extraction solide-liquide

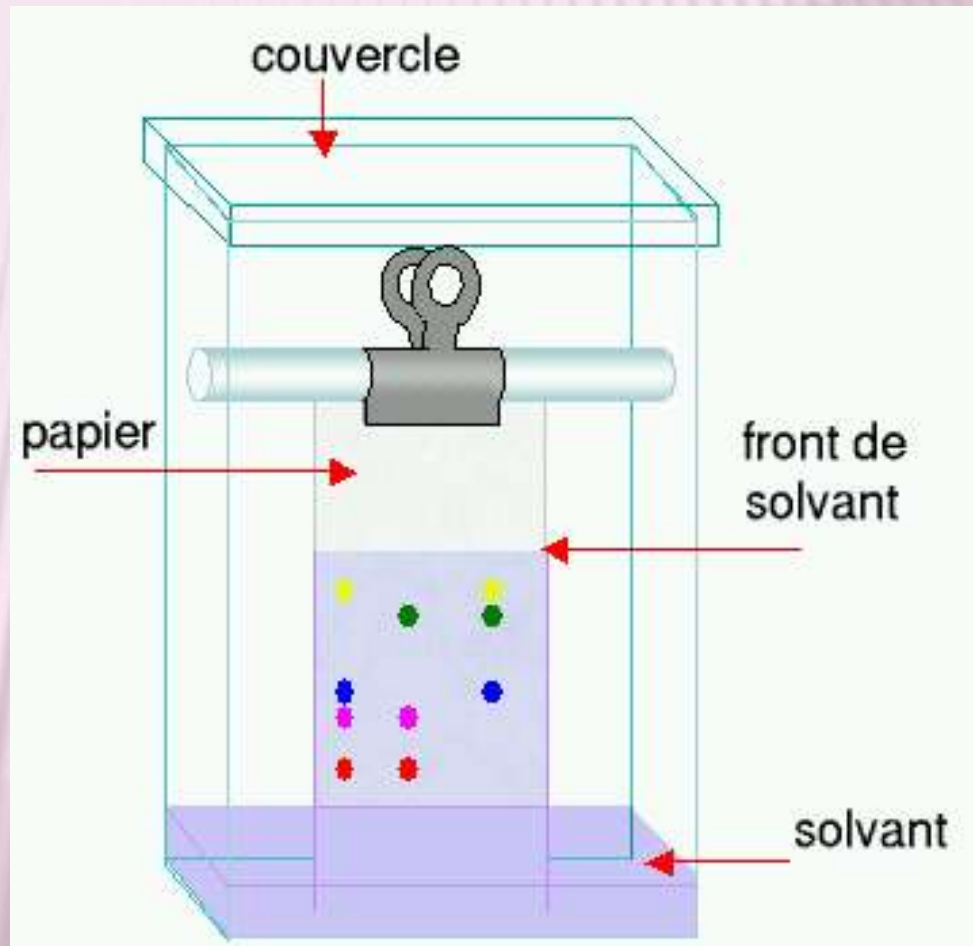
La matière contenant les pigments ou colorants est plongée dans un solvant qui les dissout.

Exemples de procédé : macération, infusion, décoction.



Séparation et identification par chromatographie

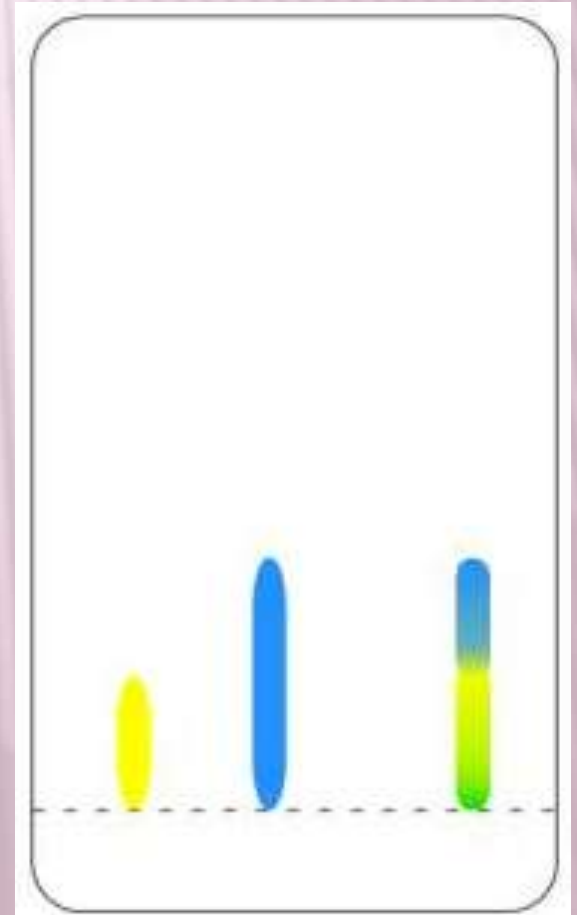
Cette technique utilise une phase fixe, une phase mobile (éluant).



Séparation et identification par chromatographie

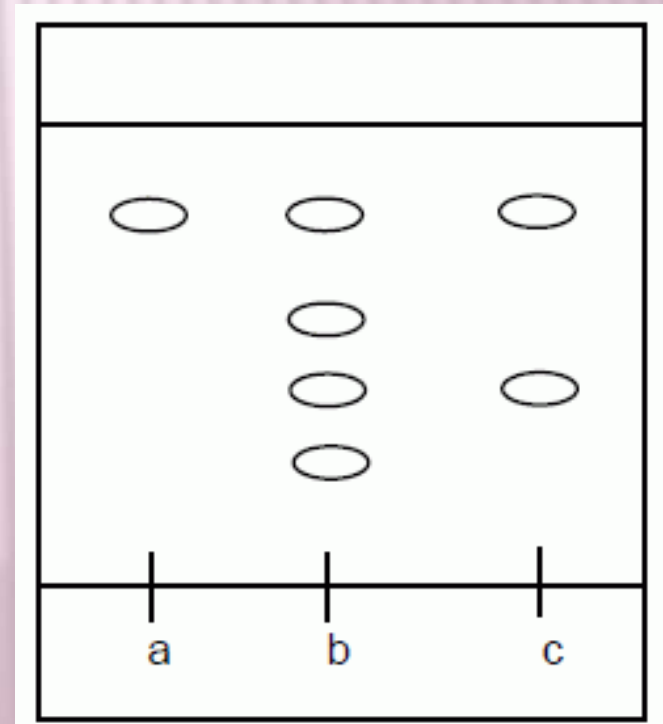
Elle permet de séparer un mélange de substances par différence de solubilité dans l'éluant.

Elle permet d'identifier une substance par comparaison avec une substance étalon.



Séparation et identification par chromatographie

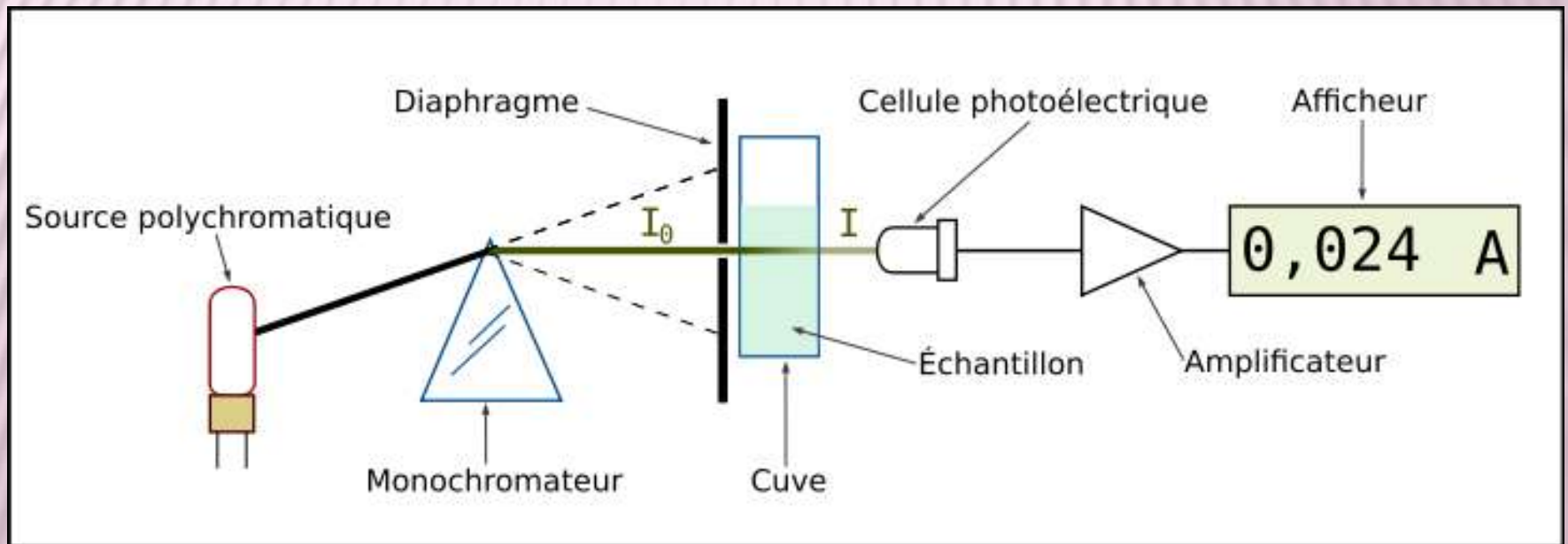
Dans les mêmes conditions expérimentales (T, P, PF et PM), deux substances identiques migrent toujours de la même façon : **deux taches placées à la même hauteur sur une même plaque représentent la même espèce.**



Loi de Beer- Lambert

Absorbance

Rappel : un spectrophotomètre est un appareil qui mesure l'absorbance A d'une solution, c'est-à-dire **l'aptitude des espèces présentes dans une solution à absorber une radiation lumineuse de longueur d'onde donnée.**

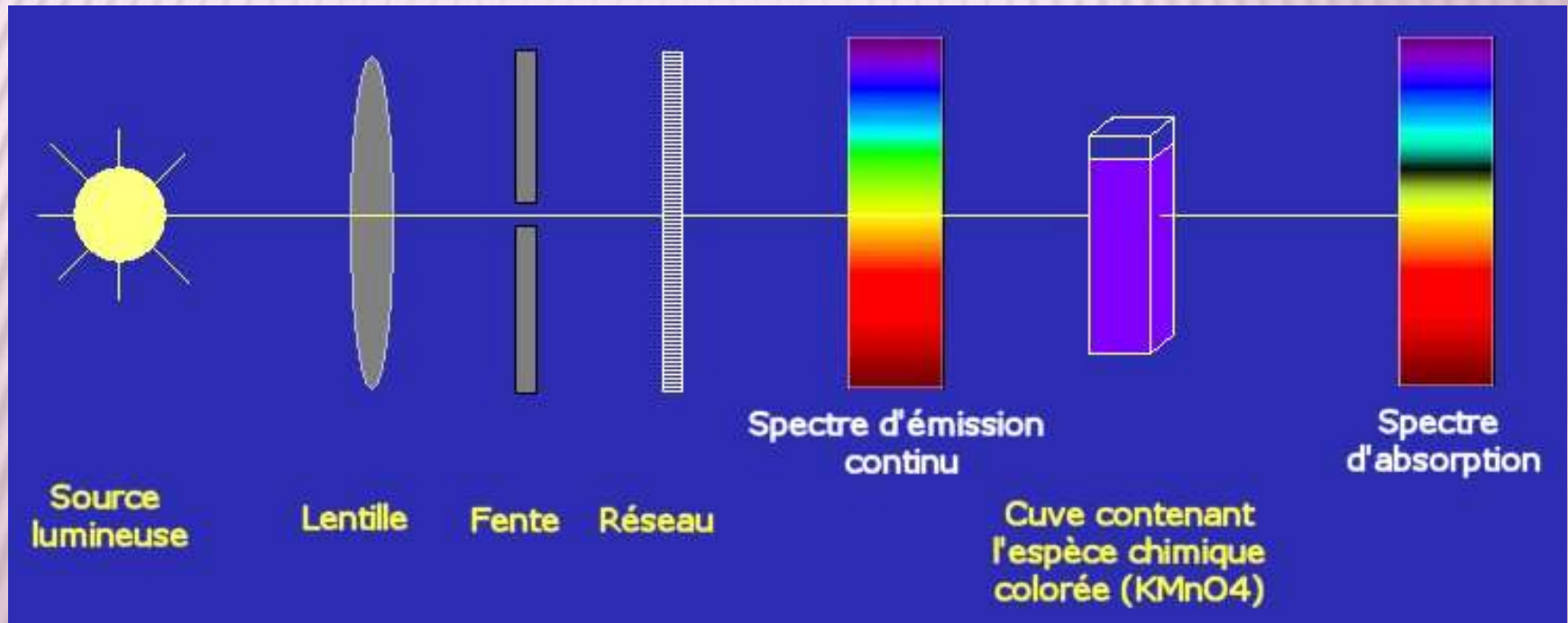


Expliquer la couleur des solutions

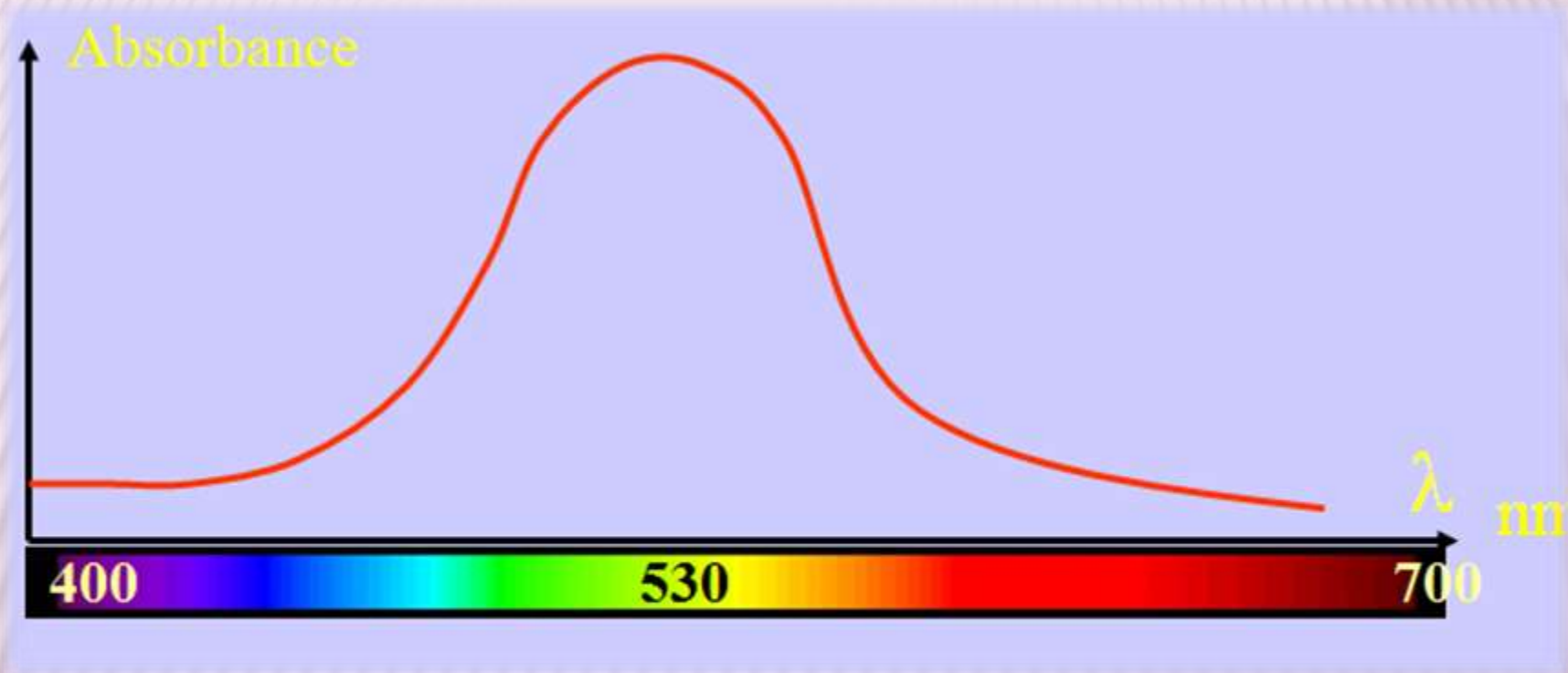


Pourquoi la solution de permanganate de potassium est-elle pourpre ?

Montage

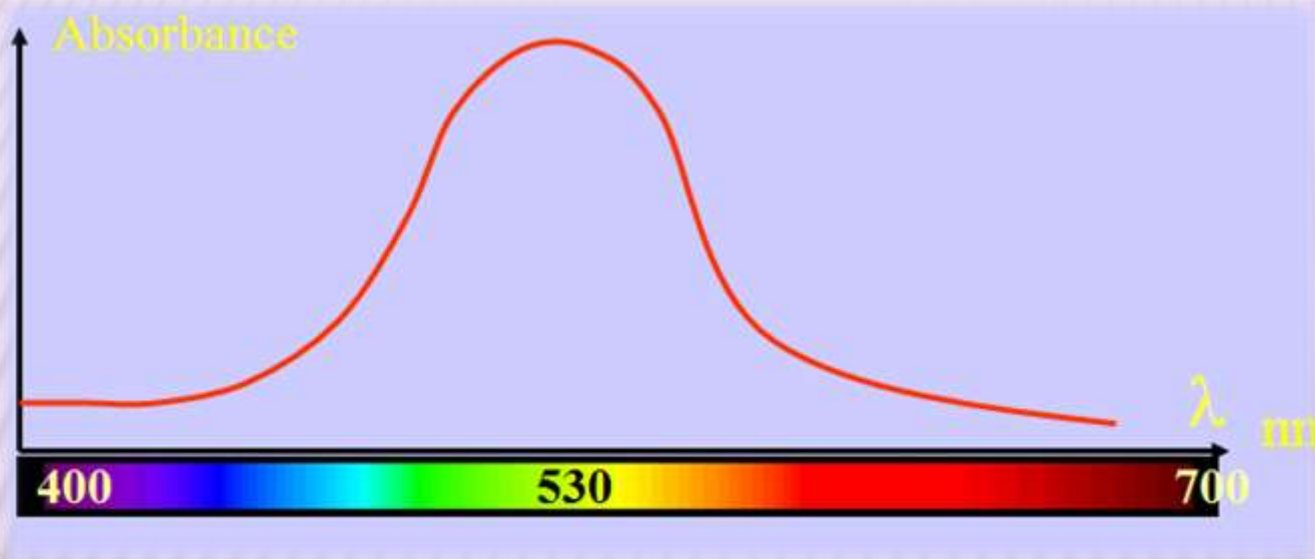


Pourquoi la solution de permanganate de potassium est-elle pourpre ?



L'absorption a lieu entre 480 et 600 nm

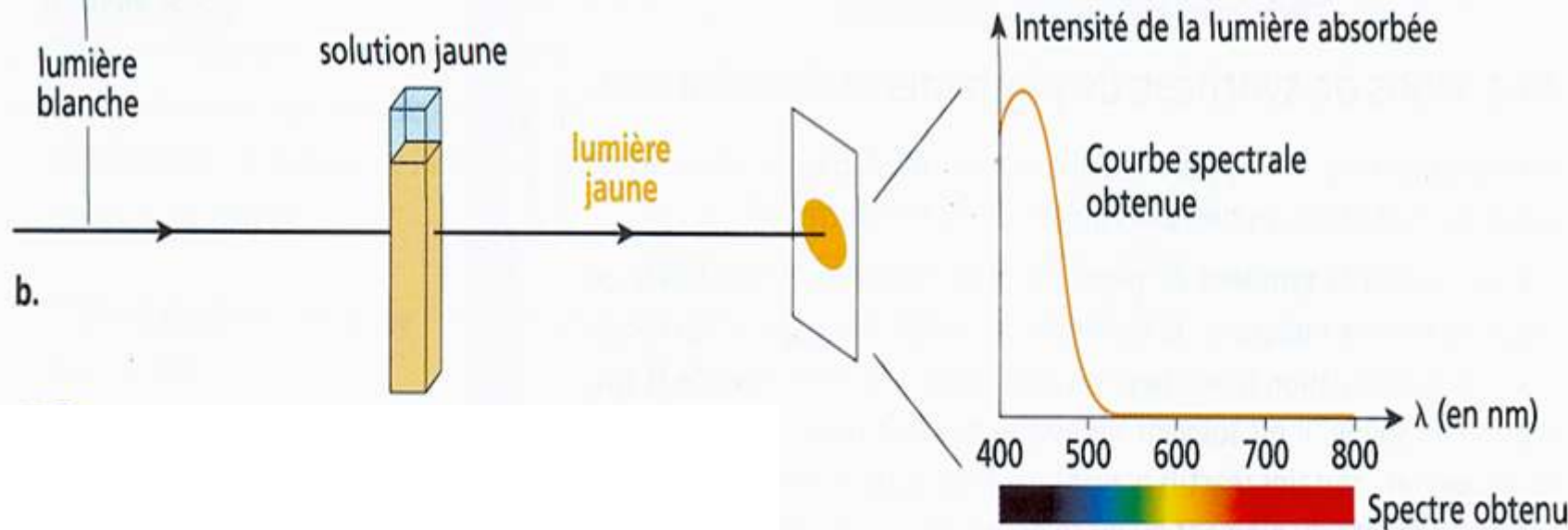
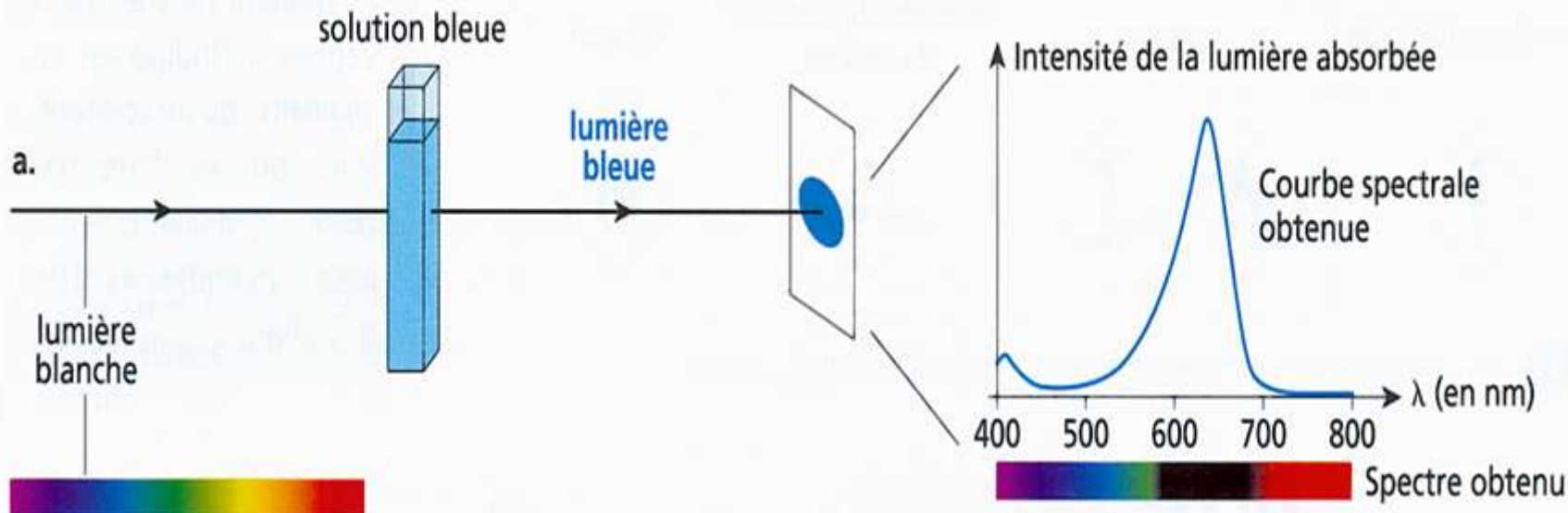
Pourquoi la solution de permanganate de potassium est-elle pourpre ?



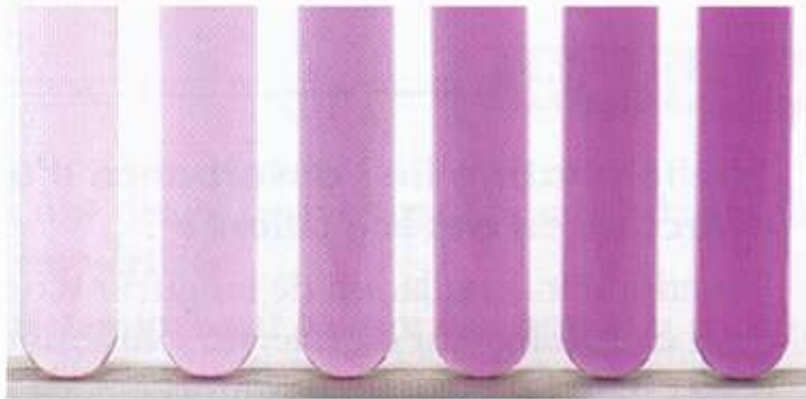
Les radiations peu ou pas absorbées sont dans le bleu, le violet et le rouge.

La couleur de la solution sera donc le résultat de la synthèse additive des radiations transmises : **B** + **R** = **Magenta**

Donc la couleur résultante sera une couleur proche du magenta : pourpre.



Relier l'absorbance et la concentration



Dans des récipients d'épaisseur identique, la coloration semble de plus en plus intense quand la concentration de la solution augmente.

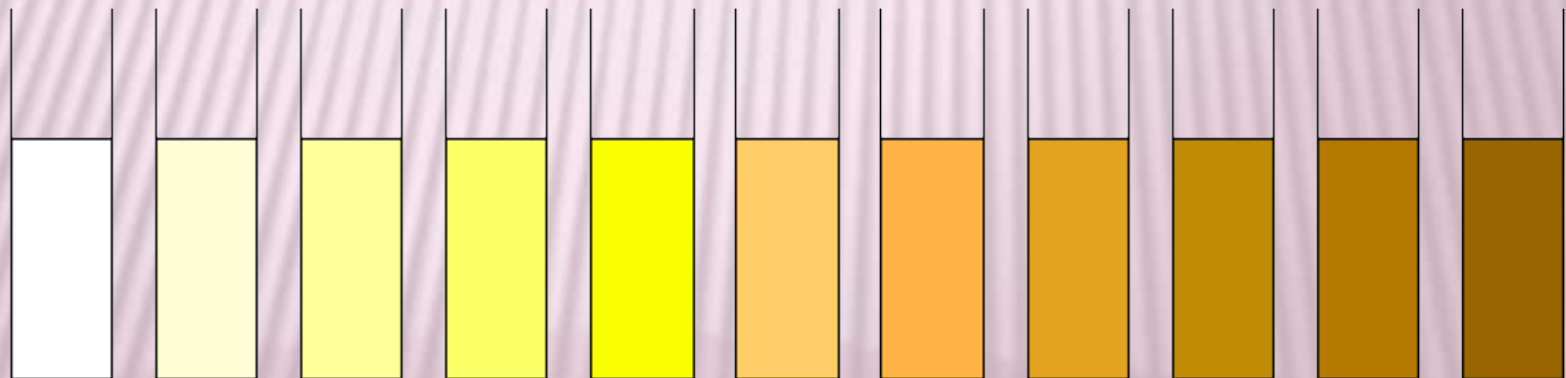
Absorbance et concentration

L'absorbance A d'une solution est proportionnelle à la concentration molaire c de l'espèce chimique responsable de sa couleur:

$$A = k \times c$$

Sans unité mol.L^{-1}
 L.mol^{-1}

k est le coefficient de proportionnalité. Il dépend de la longueur d'onde, de la nature de l'espèce et de l'épaisseur de la solution traversée.



$[\text{I}_2]$.	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
mmol.L^{-1}											

Application au dosage

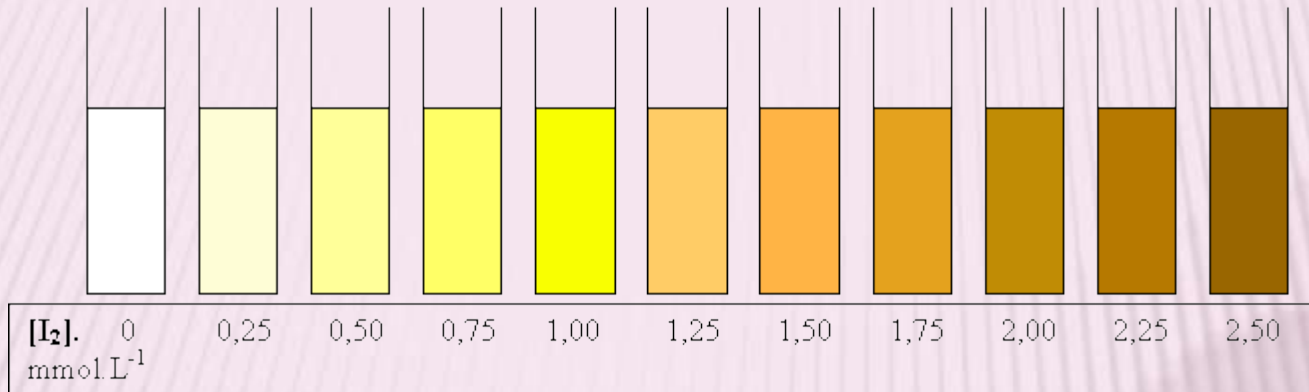
Dosage

Doser une espèce chimique en solution, c'est déterminer la concentration de cette espèce.

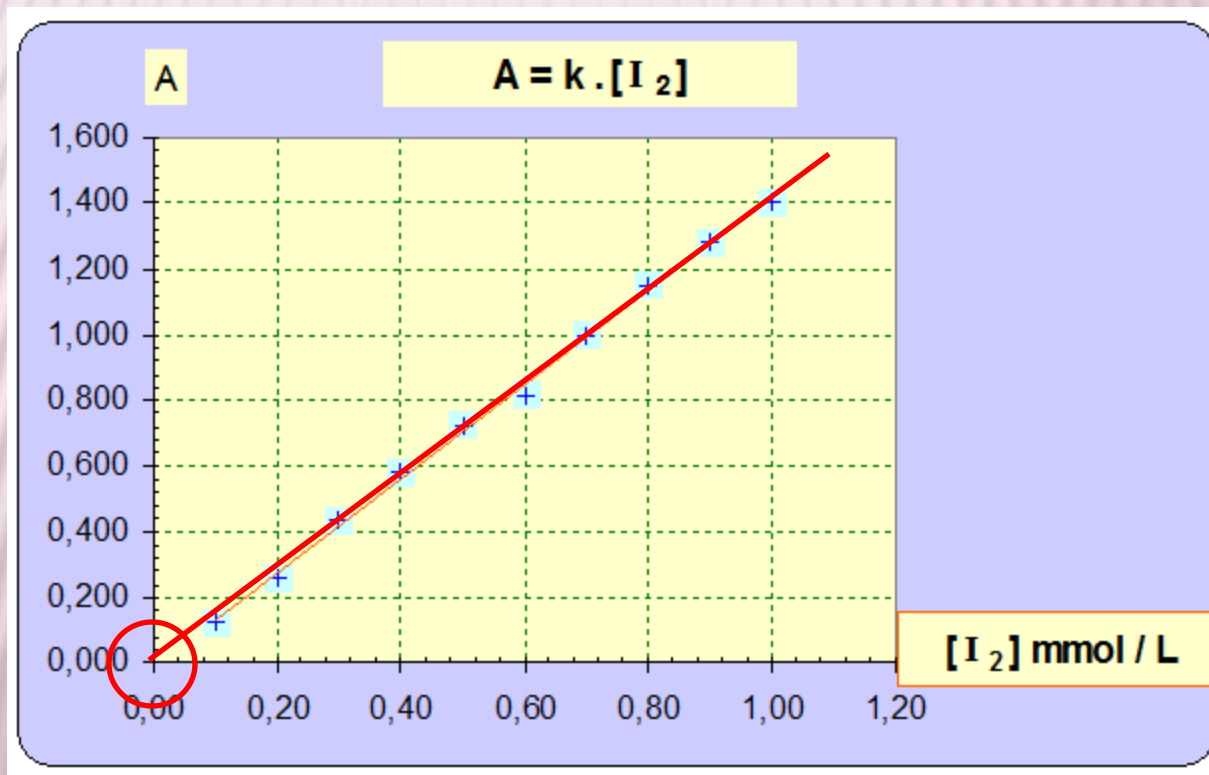
Le dosage spectrophotométrique est une technique utilisée pour les espèces colorées. Un spectrophotomètre mesure l'absorbance d'un ensemble de solutions de concentrations connues et croissantes (échelle de teintes) à une longueur d'onde donnée.

Il est possible de tracer une **courbe d'étalonnage $A = f(C)$** . Cette courbe permet de déterminer par calcul ou graphiquement la valeur de la **concentration inconnue** d'une solution identique à partir de la mesure de son absorbance.

Voici un ensemble de solutions de concentrations décroissantes,



et la courbe d'étalonnage $A = f(C)$ (ici en partie) correspondante :



Activité 3 : à partir de la courbe d'étalonnage de solutions de diiode de différentes concentrations, déterminez la concentration d'une solution de diiode de $A = 0,68$

Remarque :

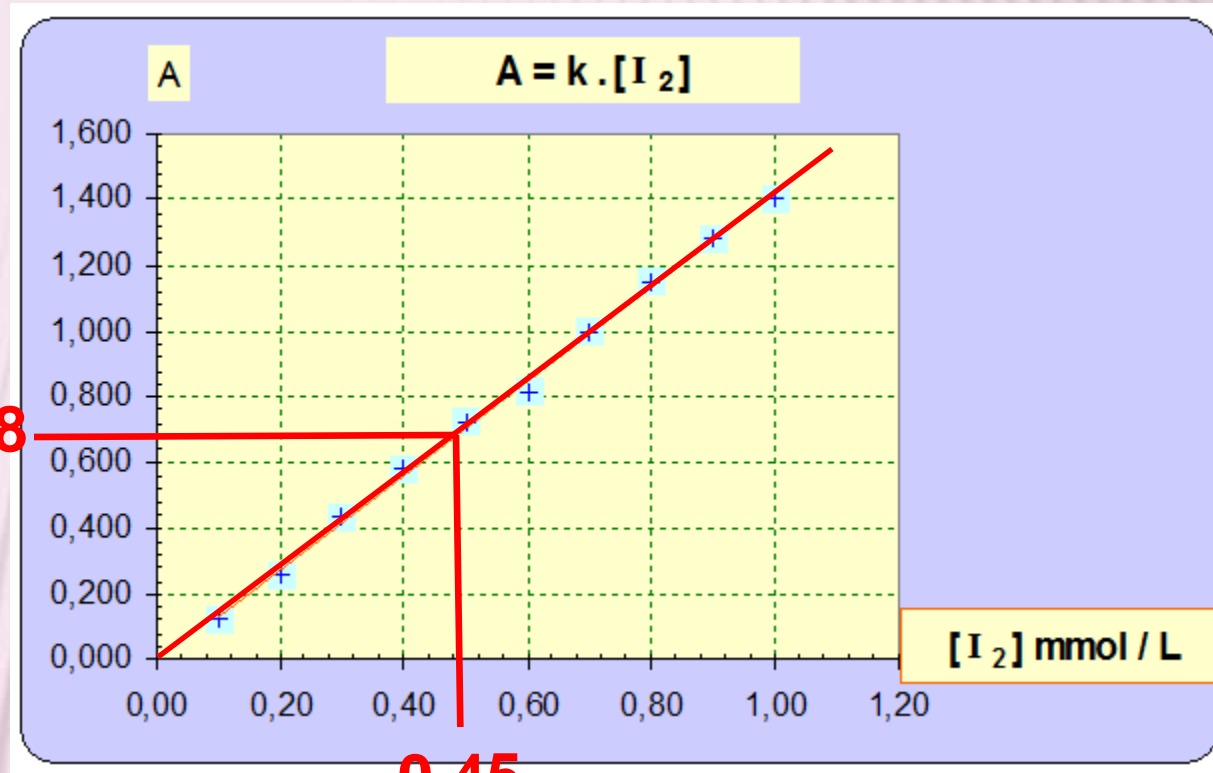
Chaque carreau en

A vaut 0,04

Chaque carreau en

$[I_2]$ vaut $0,04 \text{ mol.L}^{-1}$

0,68



0,45

Construction sur la courbe :

$[I_2] = 0,45 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ (ou mmol.L^{-1})

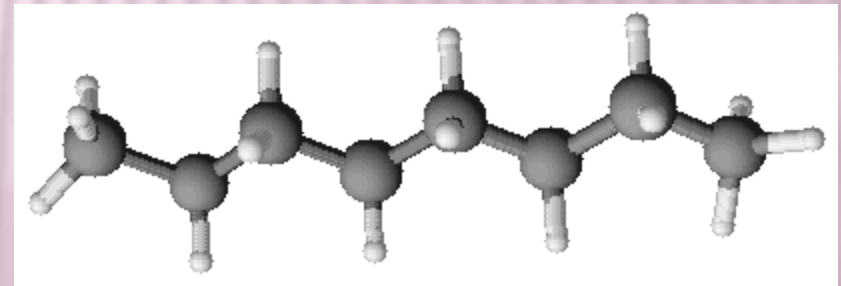
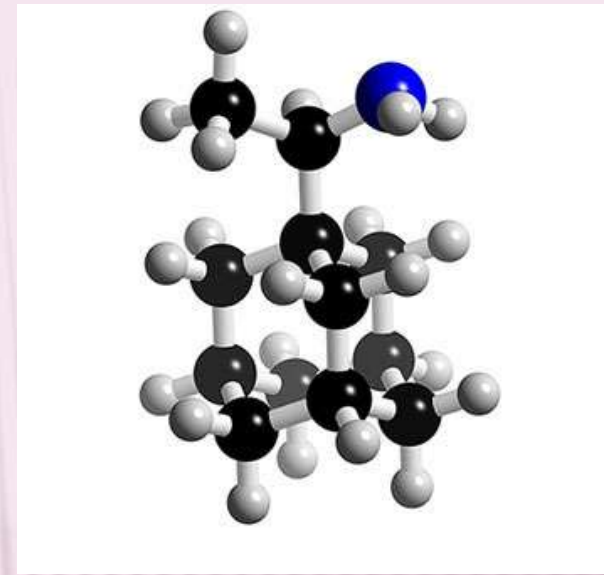
Chapitre 5

Les molécules organiques

Définition

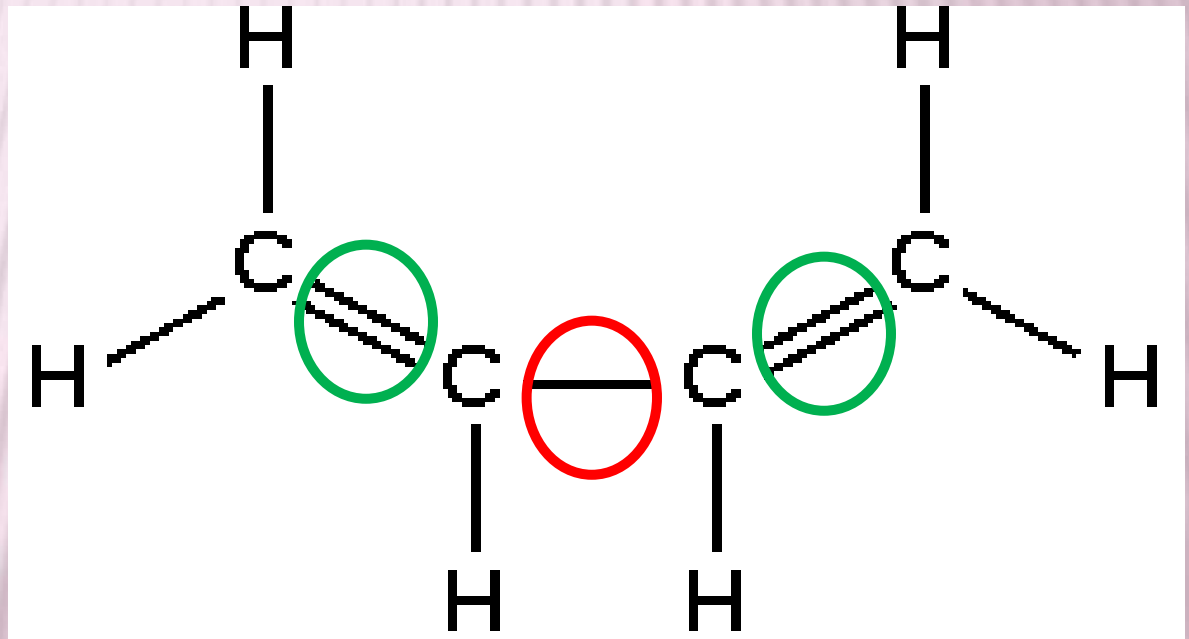
La chimie organique est la chimie des composés naturels et synthétiques contenant principalement les éléments carbone et hydrogène.

La structure de ces molécules est une **chaîne carbonée** constituée par des atomes de carbone reliés entre eux appelée également **squelette carboné**.



Doubles liaisons conjuguées

Dans une chaîne carbonée, deux **doubles liaisons** sont en position conjuguée lorsqu'elles sont séparées par une **liaison simple**.



Les molécules organiques colorées

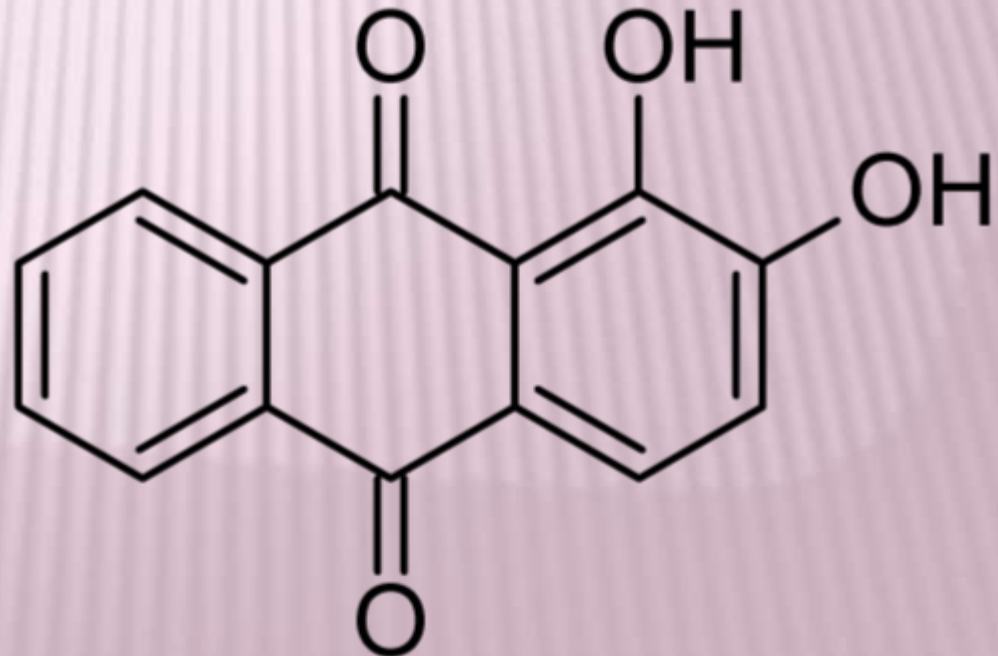
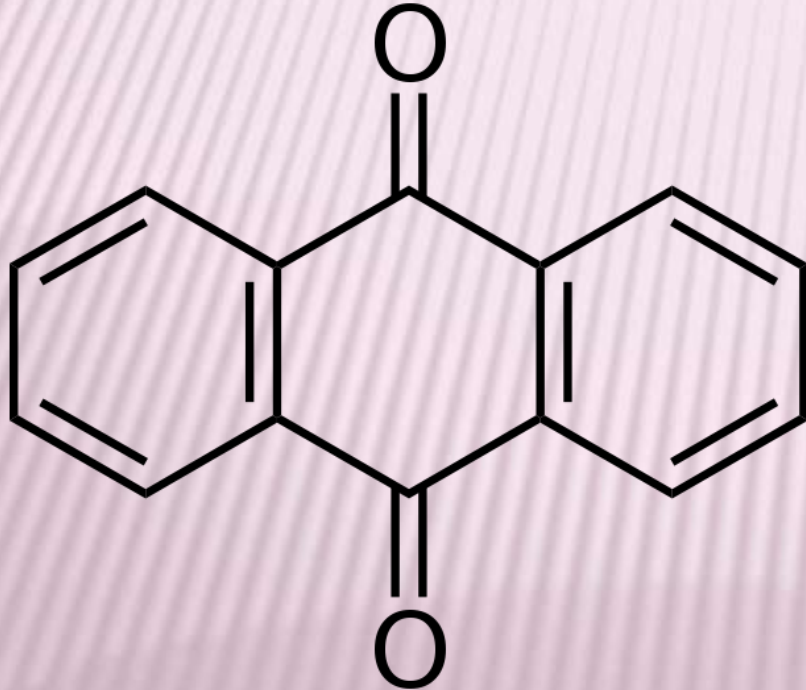
Deux facteurs

- Plus une molécule possède de liaisons doubles conjuguées, plus son domaine d'absorption se déplace vers le domaine du visible (absorption des radiations bleues pour commencer)
- La présence de groupes peut renforcer l'effet des liaisons doubles conjuguées.

Présence d'autres groupements

La présence d'atomes ou de groupes d'atomes tels que $-\text{Cl}$, $-\text{OH}$, $-\text{O}-\text{CH}_3$, $-\text{NH}_2$, influe sur le domaine d'absorption des radiations.

Exemples : Anthraquinone (jaune) et Alizarine (rouge)



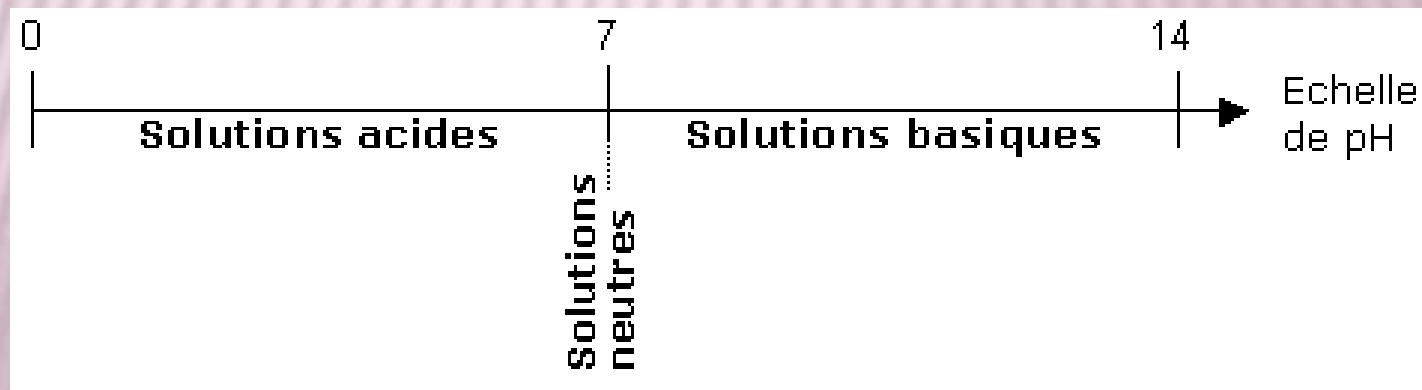
Application : les indicateurs colorés acido-basiques et l'influence du pH

a. Définition

C'est une espèce chimique qui change de couleur selon les propriétés du solvant dans lequel elle est dissoute.

b. Exemple : les indicateurs colorés acido-basiques et l'influence du pH

Rappel : le pH mesure le caractère acide, neutre ou basique d'une solution sur une échelle allant de 0 à 14



Application : les indicateurs colorés acido-basiques et l'influence du pH

Voici la même molécule (diode) dans deux solvants différents.

eau



cyclohexane

- 1) La couleur du diode diffère d'un solvant à l'autre.
- 2) **La couleur de certaines espèces chimiques dépend du solvant utilisé pour la dissoudre.**

Les règles du duet et de l'octet

Les couches électroniques

Rappel de 2°

Les électrons d'un atome se répartissent sur des couches électroniques K, L, M... selon des règles précises, la dernière couche remplie est la **couche externe** et le nombre d'électrons qu'elle contient à une importance capitale sur la réactivité ou la stabilité d'un atome.

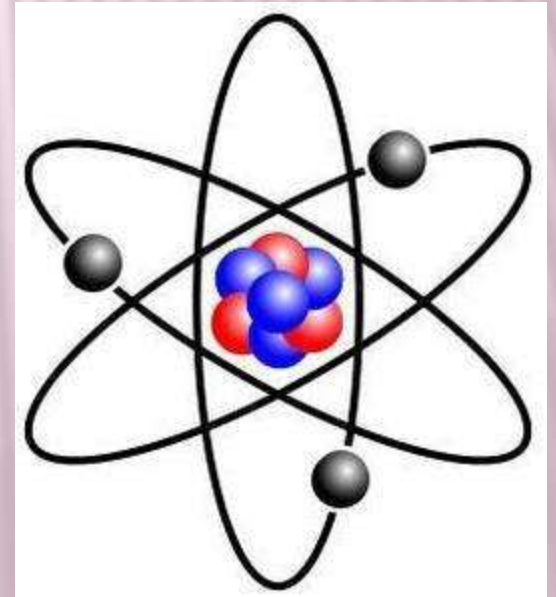
Les atomes les plus stables sont les gaz nobles dont la couche externe est saturée :

- 2 électrons sur la couche externe K pour l'hélium ;
- 8 électrons sur la couche externe (L, M ,...) pour le néon, l'argon, le krypton et le xénon.

Les règles du duet et de l'octet

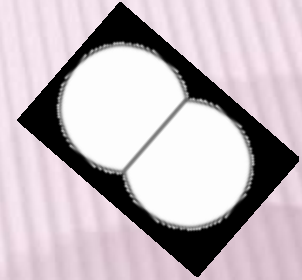
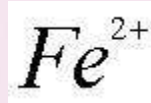
Rappel de 2°

Pour être stable, les atomes tendent à adopter la structure électronique du gaz noble le plus proche en perdant ou en gagnant un ou plusieurs électrons pour en avoir soit 2 sur sa couche externe (duet) soit 8 (octet).

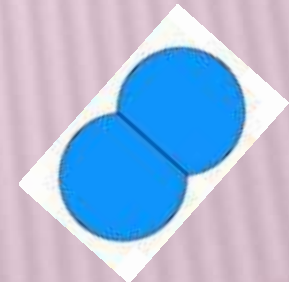
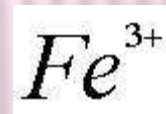
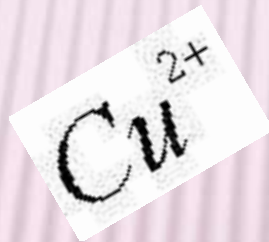


Conséquences

Rappel de 2°

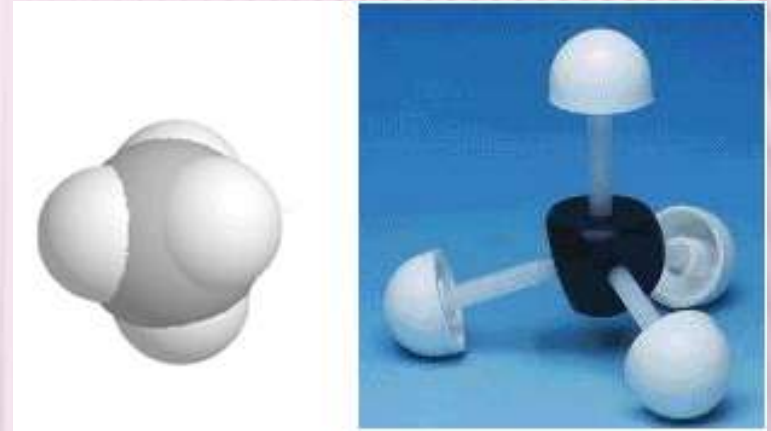
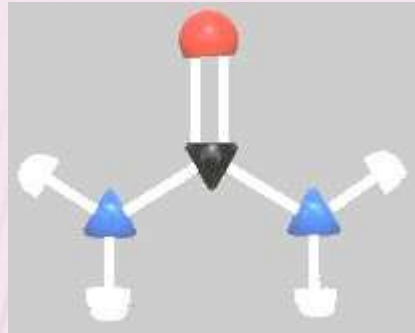
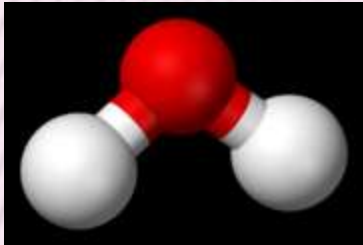


- pour devenir stables, certains atomes forment des ions ou des molécules, d'autres uniquement des molécules ;
- la règle du duet ne s'applique que sur quelques atomes dont l'hydrogène et, dans son cas, uniquement dans la formation des molécules.



**Former des
molécules**

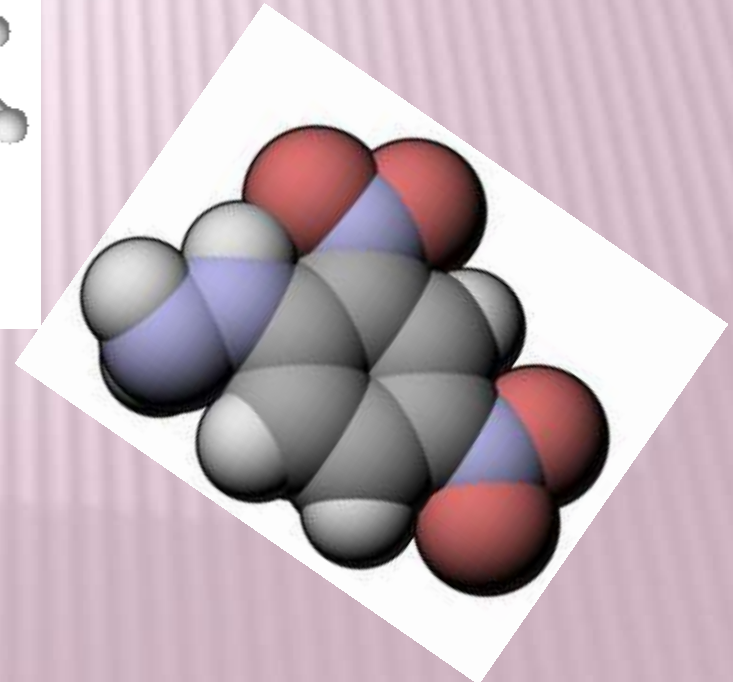
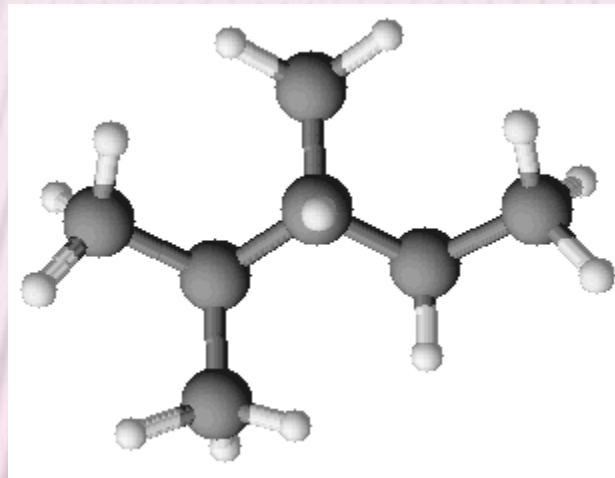
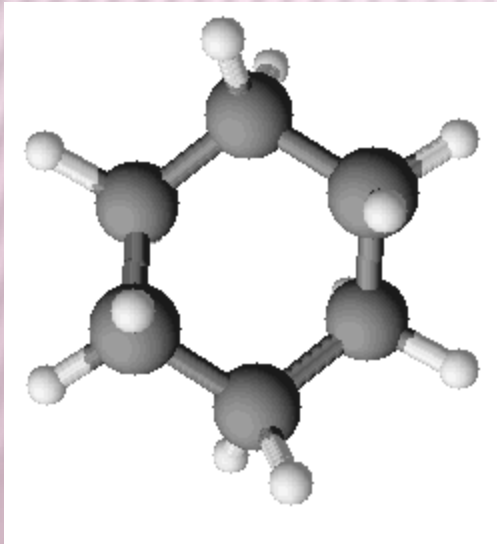
Une molécule



Une molécule résulte de l'association d'atomes identiques ou différents dans le respect des règles du duet ou de l'octet. Elle forme un édifice électriquement neutre où les atomes sont liés entre eux par des liaisons.

La liaison covalente ou DL

Elle résulte de la mise en commun de la part de deux atomes de deux électrons appartenant à la couche externe. Ces électrons forment un **doublet liant DL** (liant deux atomes).



Établir le nombre de liaisons créées par un atome et DNL

Activité 5 : Complétez le tableau suivant

Atomes	H Z = 1	C Z = 6	N Z = 7	O Z = 8
Structure électronique	(K) ¹	(K) ² (L) ⁴	(K) ² (L) ⁵	(K) ² (L) ⁶
Règle suivie	duet	octet	octet	octet
Nb d'e ⁻ manquants	+ 1	+ 4	+ 3	+2
Nb de liaisons formées	1	4	3	2
Nb d'e ⁻ non engagés dans des liaisons	0	0	2	4
Nb de doublets non liants	0	0	1	2

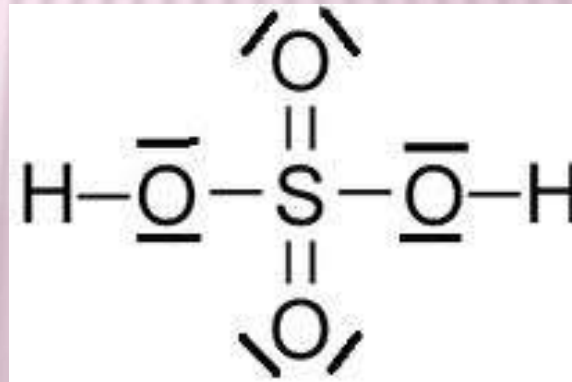
Établir le nombre de liaisons créées par un atome et DNL

Pour un atome donné, ce nombre de liaisons reste toujours le même.

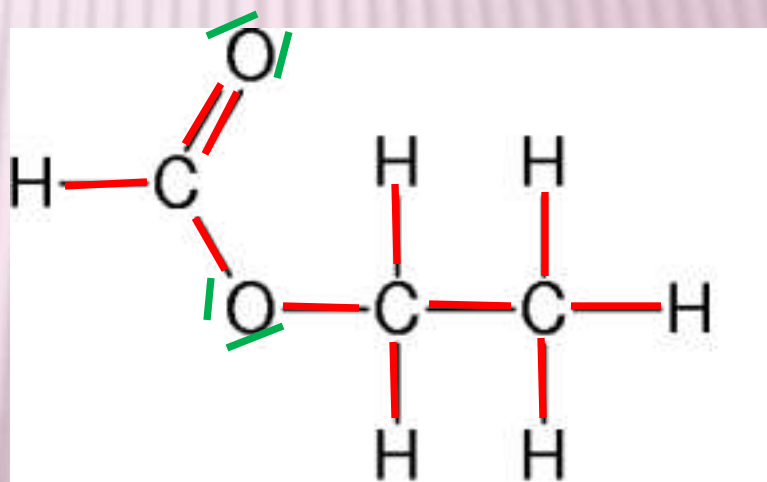
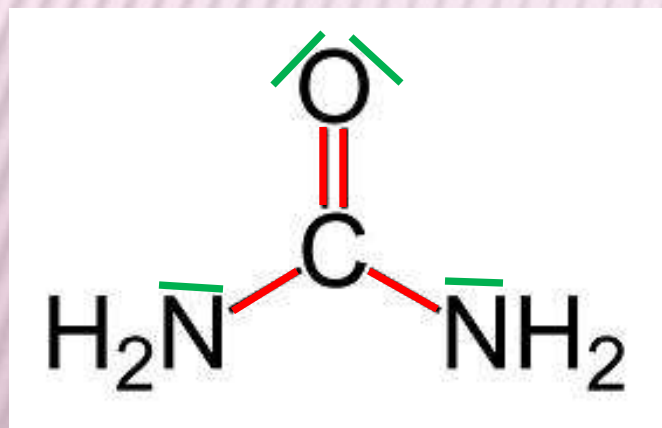
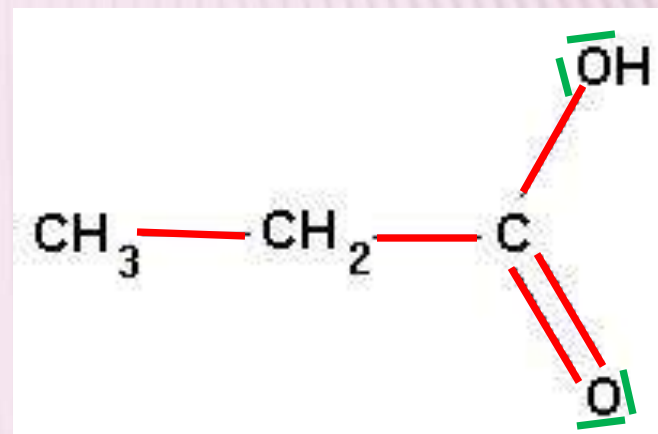
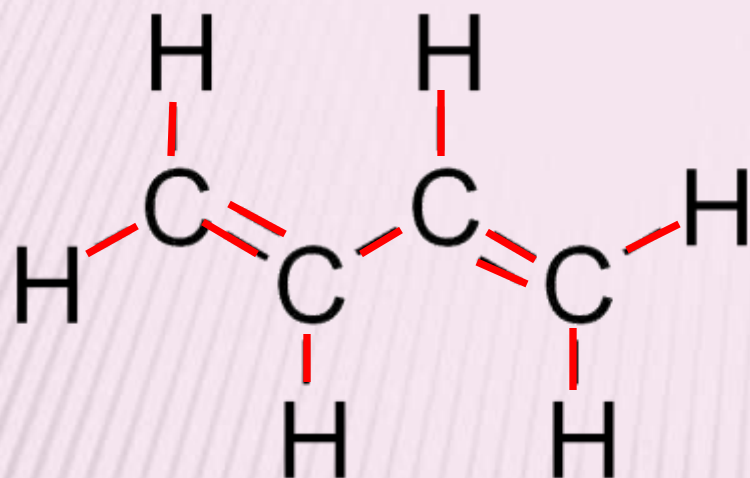
Un **doublet non liant DNL** correspond à une paire d'électrons situés sur la couche externe de l'atome et non engagés dans une liaison covalente.

Il est représenté par un tiret au dessus, en dessous ou sur le côté de l'atome qui le porte.

Exemple :



Exemples :



Chapitre 6

Géométrie des molécules

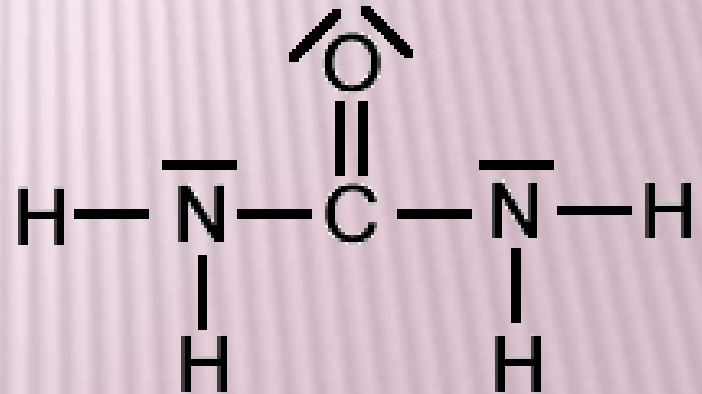
Représentation de Lewis

Dans une représentation de Lewis, tous les doublets liants ou non liants sont représentés.

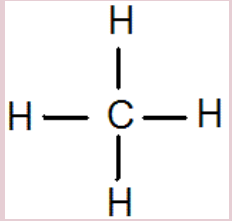
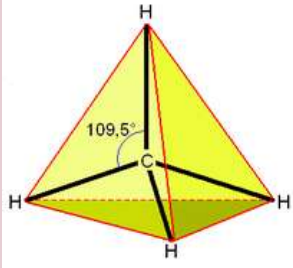

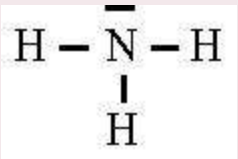
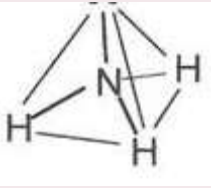

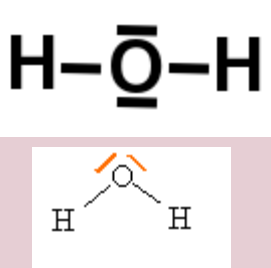
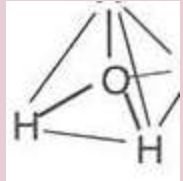

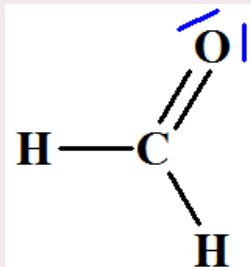
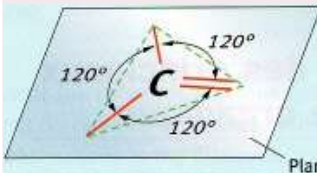

DL : un trait en les atomes qu'il lie.

DNL : un trait sur le côté de l'atome qui le porte.

Exemple : urée



Remarque : les DNL complètent à 8 le nombre d'électrons autour de chaque atome

Molécule	Représentation de Lewis	Doublets autour de l'atome central	Visualisation dans l'espace	Modèle	Géométrie de la molécule
méthane CH ₄		C : 4 DL simples			tétraèdre
ammoniac NH ₃		N : 3 DL simples 1 DNL			pyramide
eau H ₂ O		O : 2 DL simples 2 DNL			coudée
Méthanal CH ₂ O		C : 2 DL simples 1 DL double			plane et triangulaire

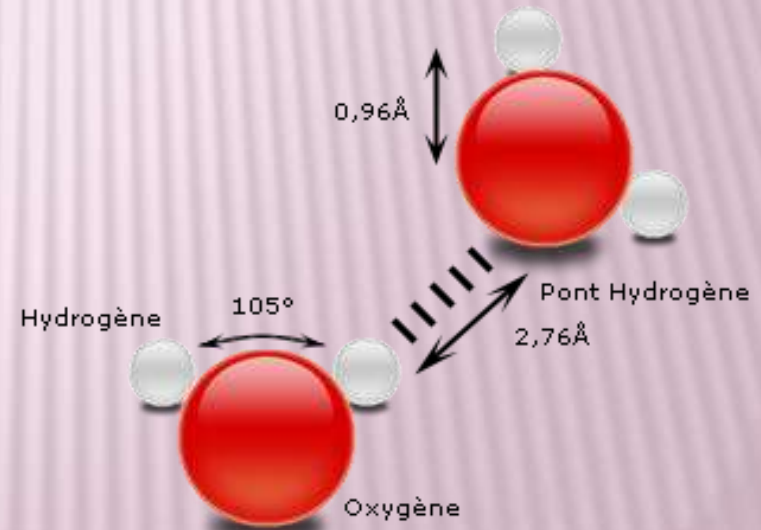
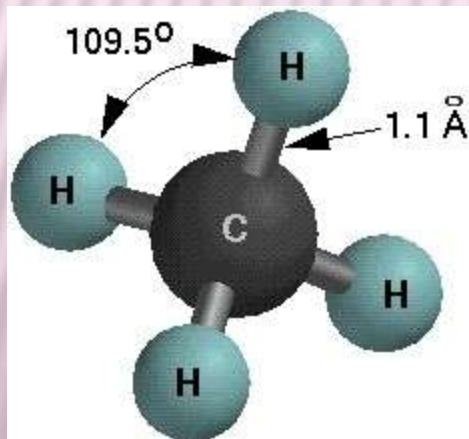
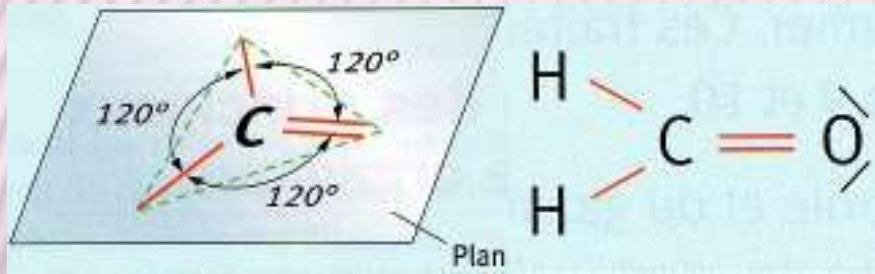
Établir la géométrie d'une molécule

C'est l'atome de plus grande valence qui établit la géométrie autour de lui.

La présence des DNL a aussi des conséquences sur cette géométrie car ils occupent la place d'un DL (ou presque).

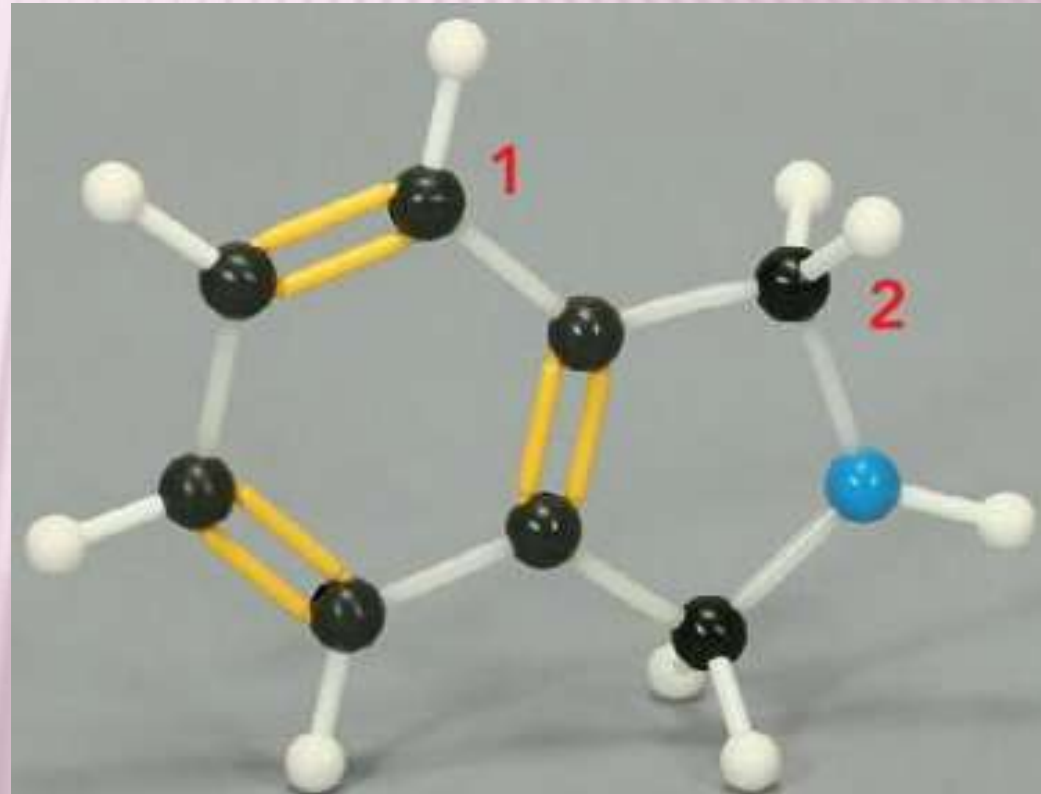
Comprendre la géométrie d'une molécule

Les liaisons se placent les unes par rapport aux autres de telle façon que les répulsions existant entre elles du fait de la présence des électrons soient les plus petites possible.



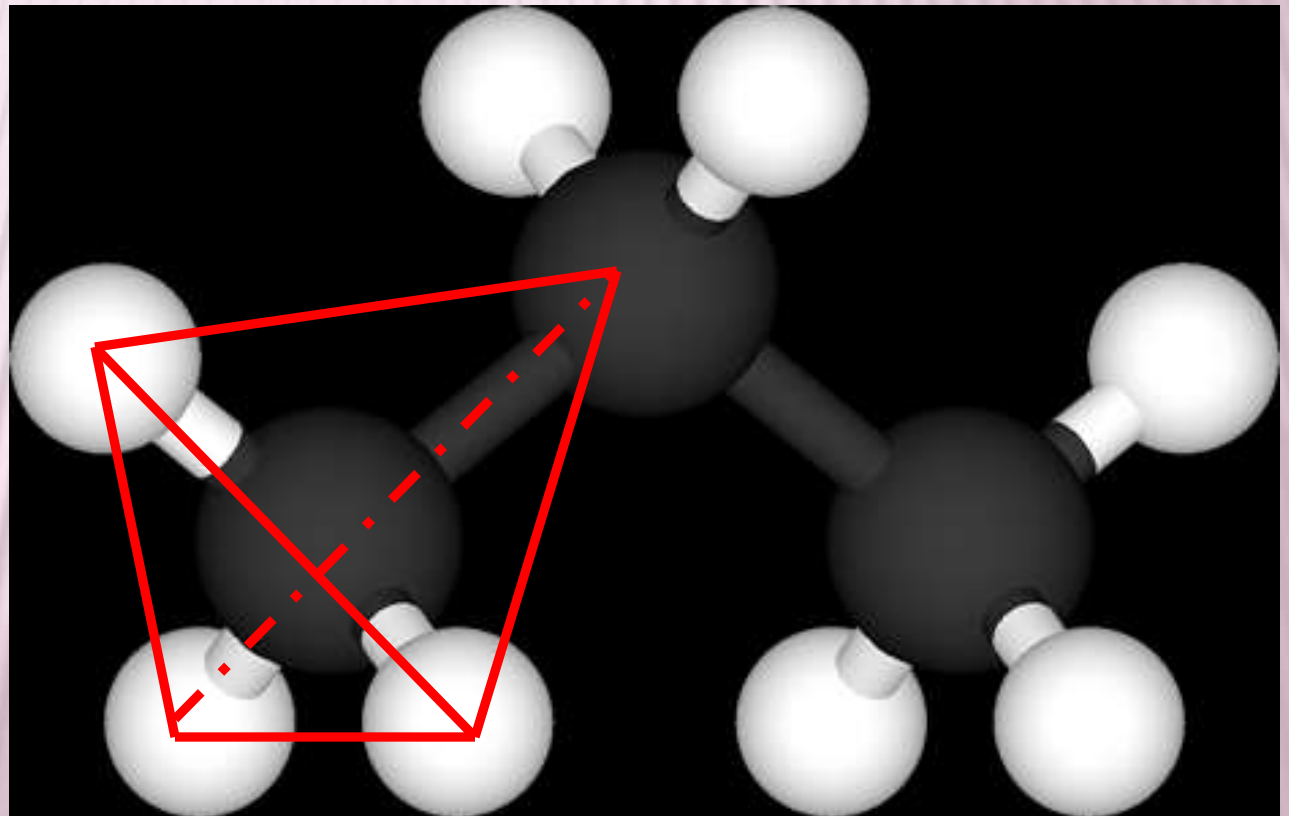
Comprendre la géométrie d'une molécule

Dans une molécule complexe, il existe autour de chaque atome de valence >1 une géométrie qui va dépendre à la fois de sa valence et de la nature des liaisons créées (simples ou multiples).



Comprendre la géométrie d'une molécule

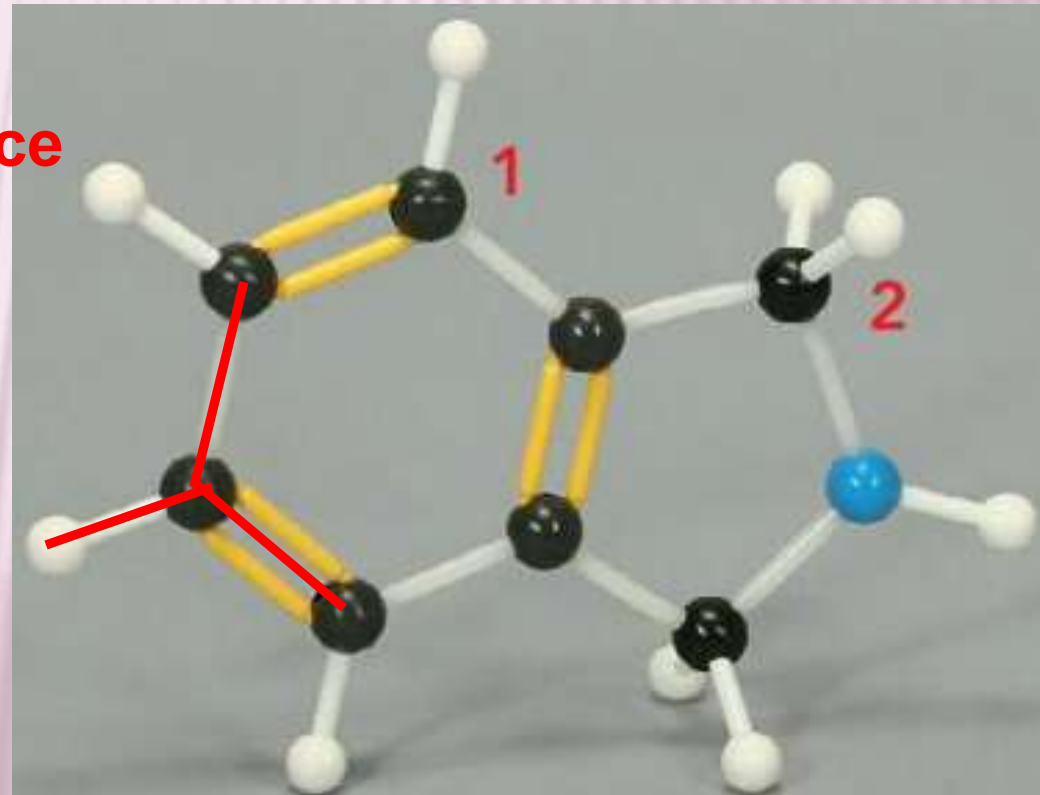
Ainsi, la géométrie autour d'un atome de carbone (valence : 4) qui établit 4 liaisons est tétraédrique.



Comprendre la géométrie d'une molécule

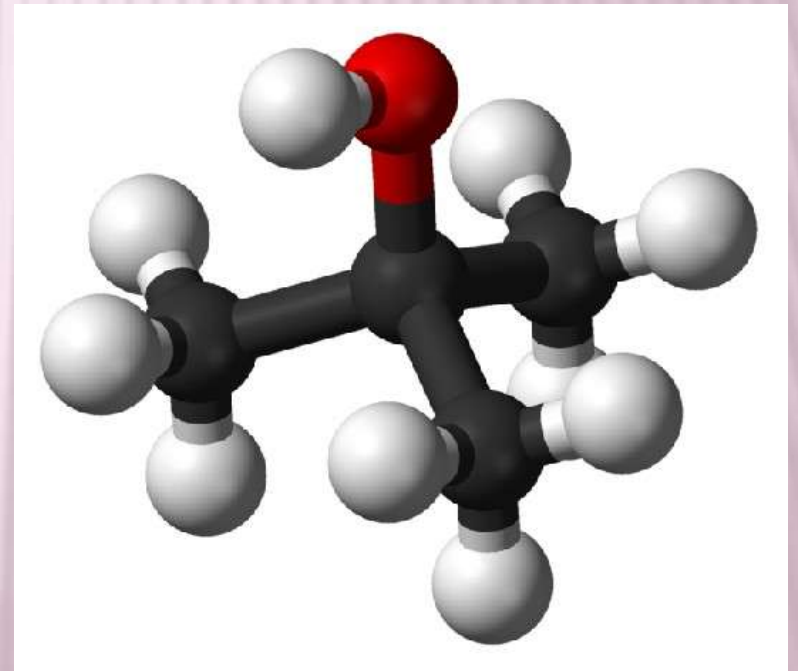
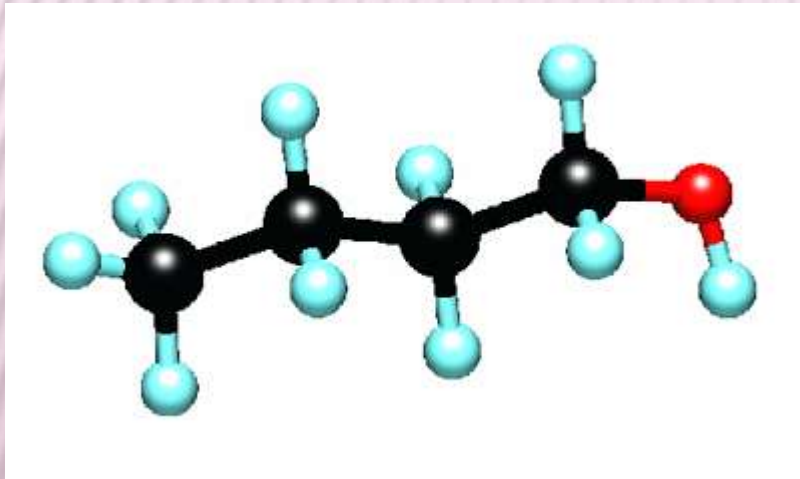
Ainsi, la géométrie autour d'un atome de carbone (valence : 4) qui établit 2 liaisons simples et une double est plane et triangulaire.

La géométrie autour d'un atome dépend de la valence de l'atome et de la nature des liaisons qu'il crée.



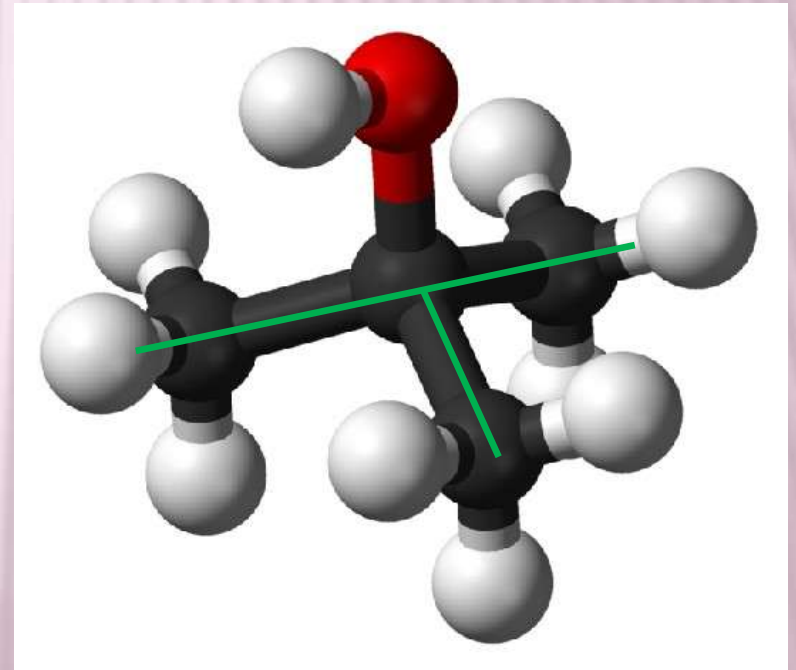
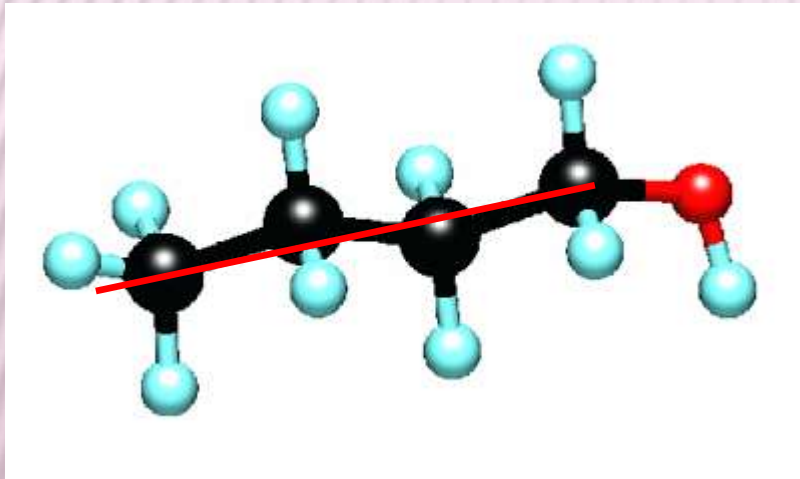
Isomérisie Z et E

**Les atomes suivants
sont des isomères :**

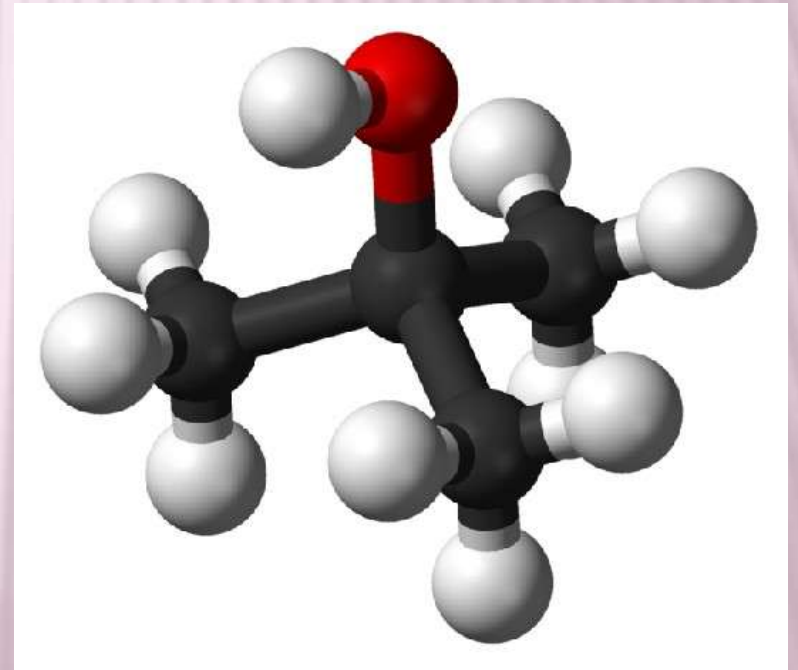
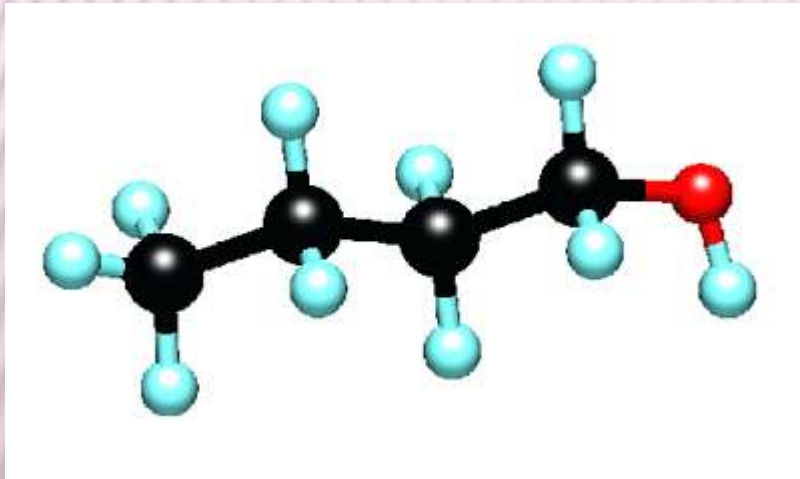


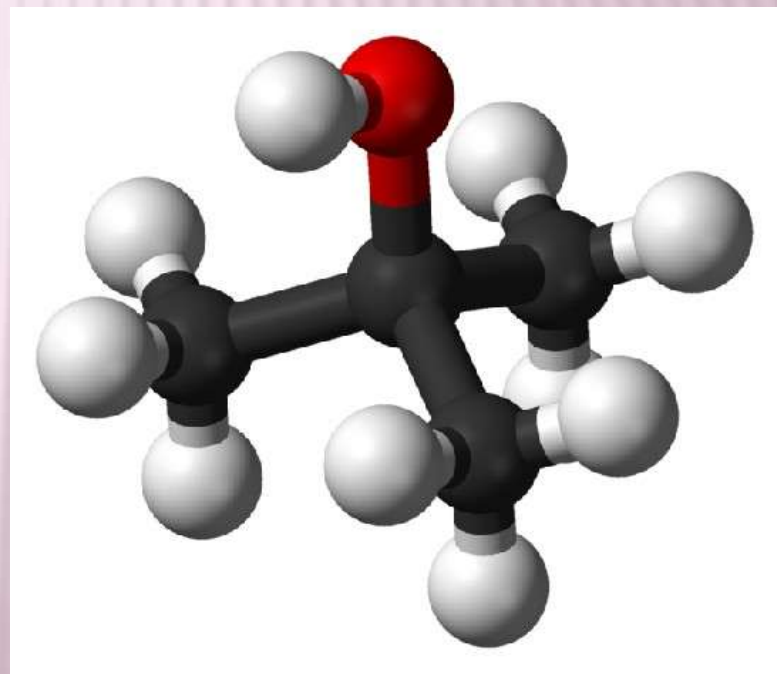
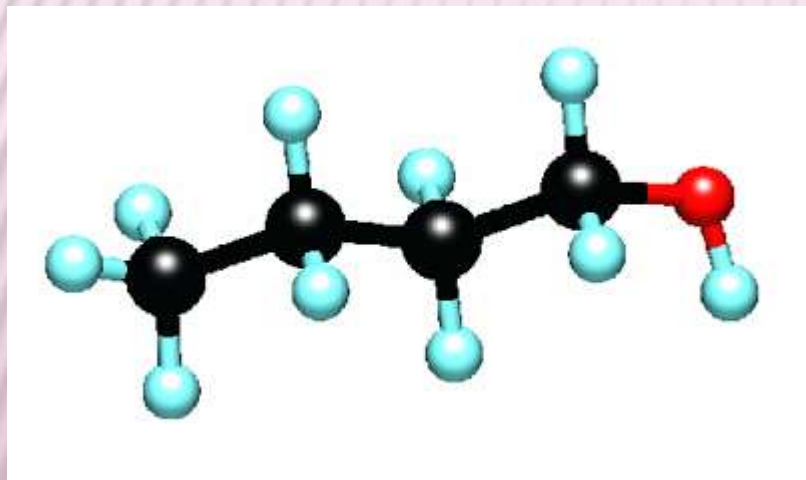
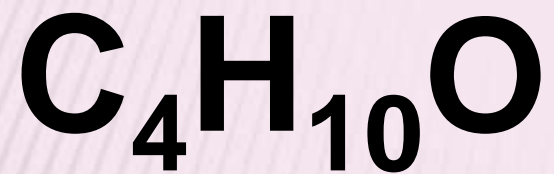
Dans la première molécule, les carbones sont alignés.

Dans la deuxième molécule, les carbones ne sont pas tous alignés.

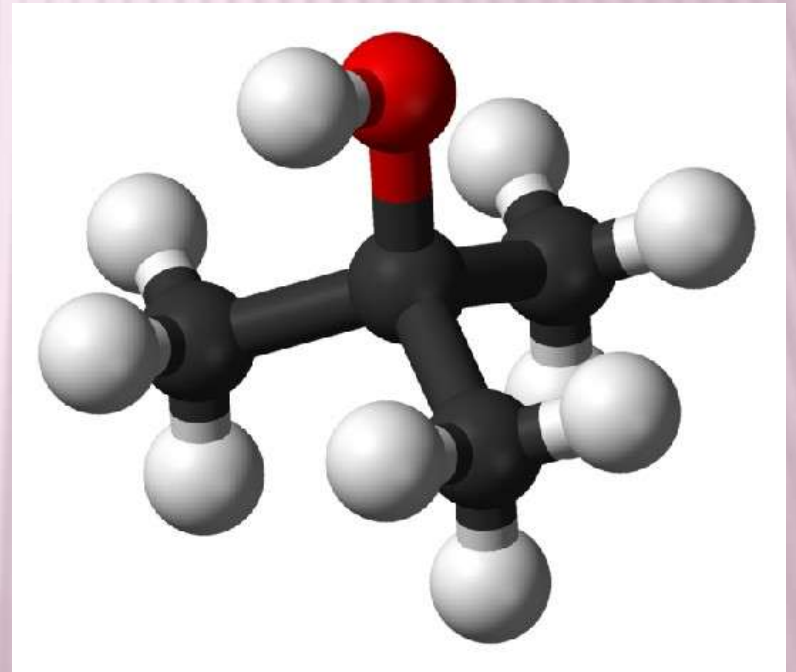
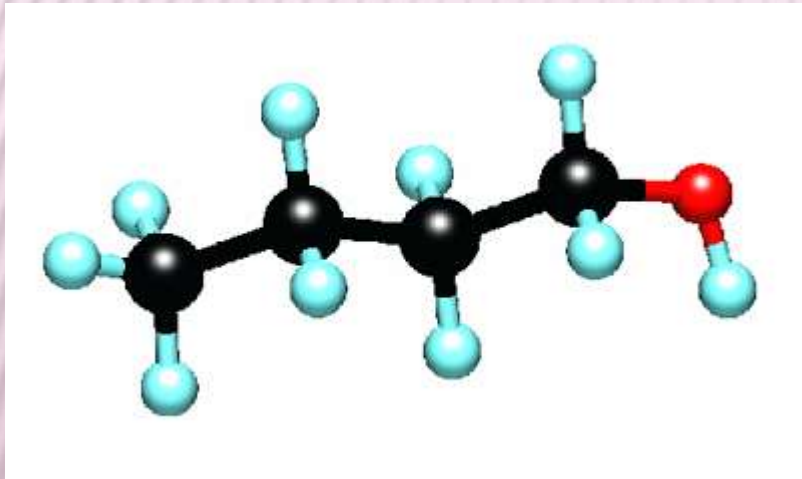


**Les enchaînements
d'atomes sont donc
différents.**





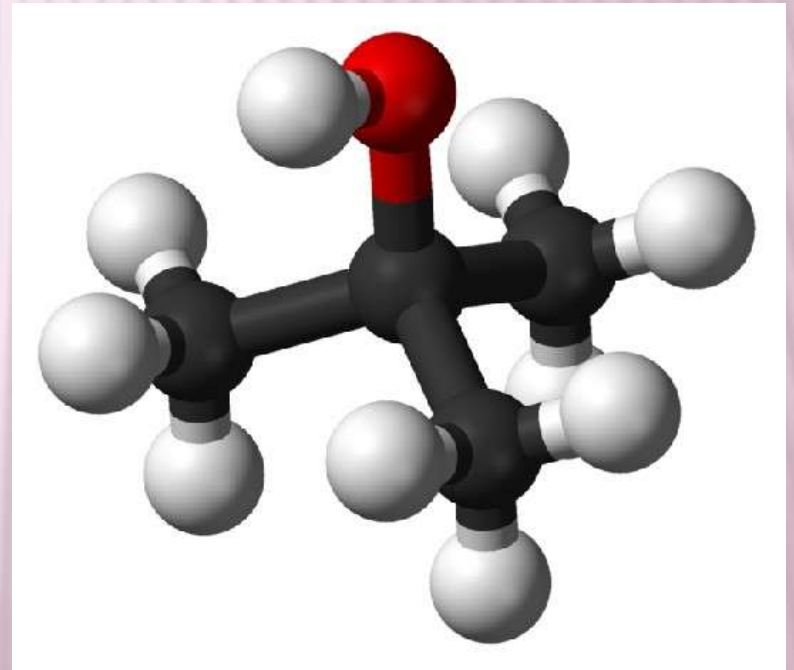
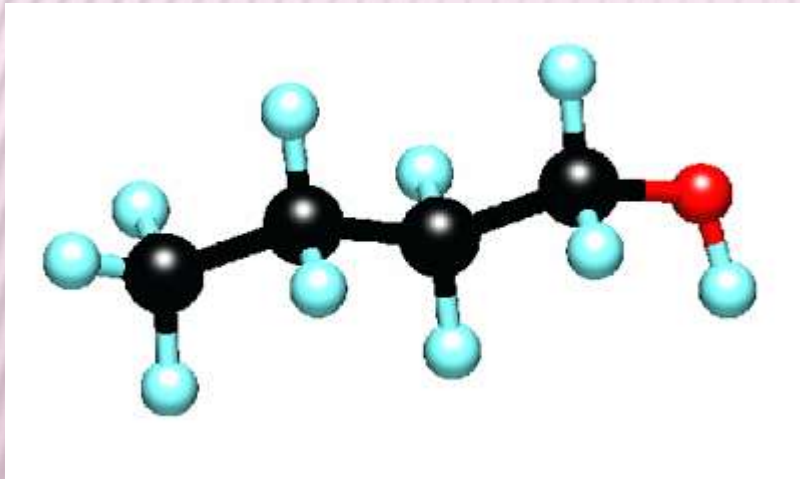
Leurs formules brutes identiques



Définition de molécules isomères

Rappel de 2°

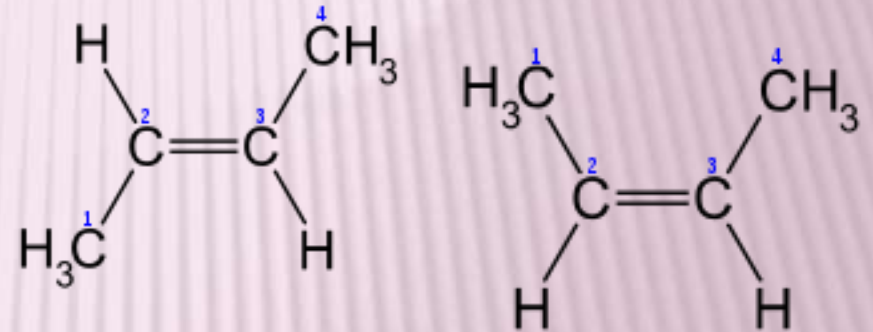
Deux isomères sont des composés de même formule brute mais de formules développées différentes. Leurs propriétés physiques et/ou chimiques diffèrent également.



Présentation de l'isomérisie Z et E

À savoir : La double liaison C = C a la particularité d'être rigide et donc elle ne permet aucun déplacement des atomes placés sur les deux carbonnes les uns par rapport aux autres.

Exemple :



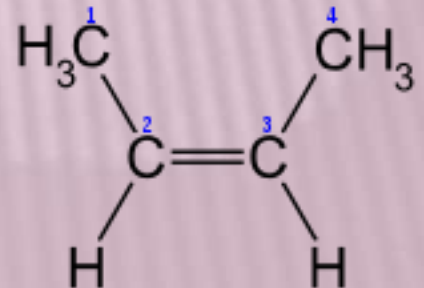
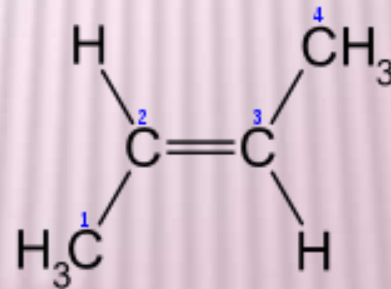
- Mêmes formules brutes : C₄H₈
- Mêmes enchaînements des atomes : CH₃ - CH = CH - CH₃
- Mêmes formules brutes et enchaînements d'atomes, ce ne sont pas des isomères au sens classique de l'isomérisie.
- Comme la double liaison est rigide, c'est la répartition des - H et des - CH₃ autour de cette double liaison qui est différente. Ce sont des isomères Z (2^{ème}) et E (1^{er}).

Présentation de l'isomérisie Z et E

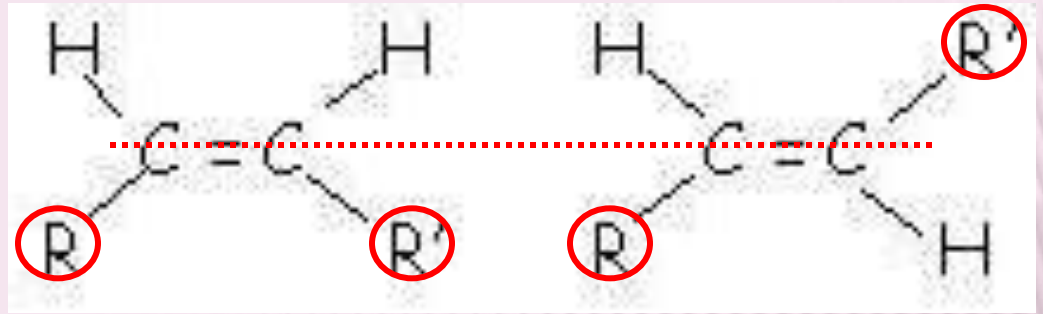
Cette isomérisie n'existe qu'autour d'une double liaison en raison de sa rigidité.

Attention ! Tous les composés comportant une double liaison ne possèdent pas une isomérisie Z et E.

Cette isomérisie s'intéresse à la répartition spatiale des groupes autour de cette double liaison et à leur nature.



Généralisation



Cette isomérisie concerne les molécules de formule générale :



R et R' étant deux groupes d'atomes différents, souvent des chaînes carbonées.

Les deux groupes R peuvent être :

- du même côté de la double liaison ;
- ou de part et d'autre.

Si les groupes sont placés du même côté de la double liaison, l'isomère est Z.

Si les groupes sont placés de part et d'autre de la double liaison, l'isomère est E.

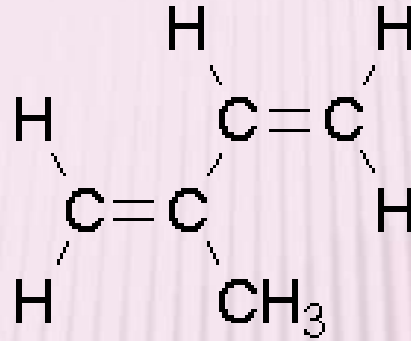
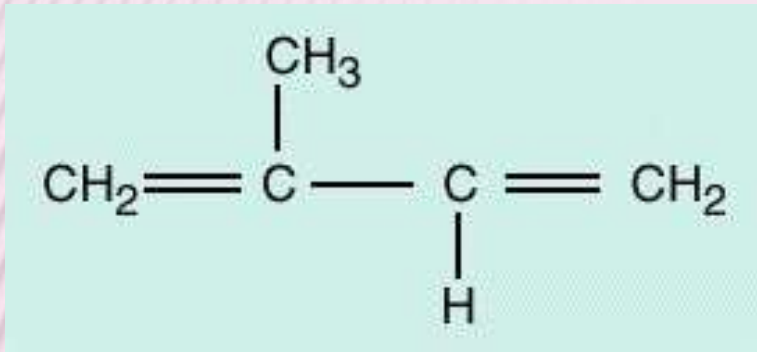
Attention !!!!!!!!!!!!!!!

Attention ! Toute molécule présentant une isomérisie Z et E possède **à la fois un isomère E et un isomère Z !**

C'est Z et E ou rien !!!!!!!!!!!!!!! Car il n'existe d'isomère Z sans isomère E et inversement !!!!!!!!!!!

Existe-t-il toujours une isomérisation Z et E ?

Activité 3 : correction



Il n'existe aucun groupe différent ni pour la 1^{ère} liaison, ni pour la deuxième : pas d'isomérisation Z et E.

Réaction photochimique

Définition

Une réaction photochimique est une réaction chimique déclenchée par l'absorption de la lumière.

The diagram on the left shows a test tube with two layers. The top layer is labeled "Solution aqueuse de nitrate d'argent (incolore) ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$)". The bottom layer is labeled "Solution aqueuse chlorure de sodium (incolore) ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$)".

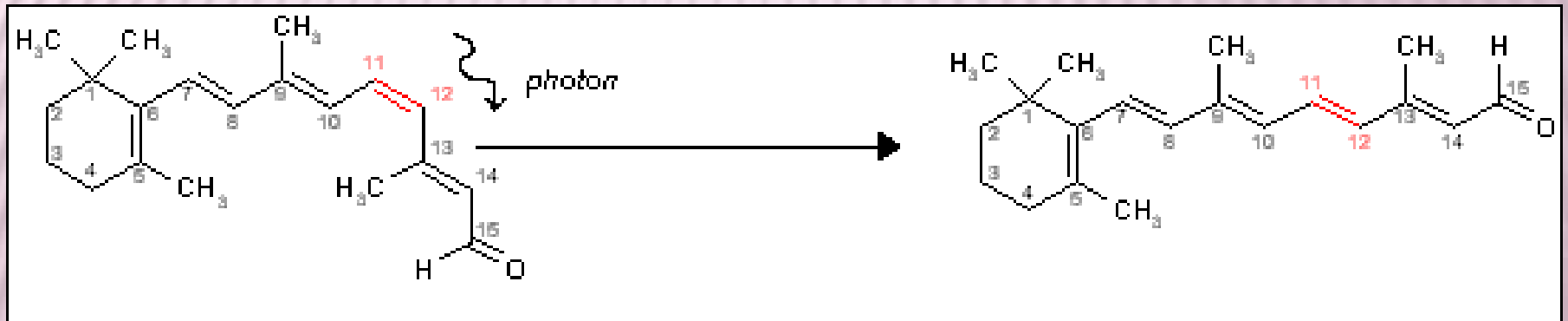
On the right, three photographs show the reaction progress. The first is a test tube with a white precipitate at the bottom, labeled "Précipité blanc chlorure d'argent AgCl (s) ". The second and third show the precipitate darkening to grey under light, labeled "Précipité qui se dépose après quelques minutes et qui noirçit à la lumière".

Application à la vision

C'est une réaction chimique qui déclenche l'influx nerveux qui transporte les informations vers le cerveau.

Cette réaction est la transformation d'une molécule le E-rétinal en son isomère Z sous l'action de la lumière.

Le processus de la vision met en jeu une isomérisation photochimique.



Chapitre 7

**Du plus petit au
plus grand**

Ordre de grandeur

L'ordre de grandeur d'une longueur est la puissance de 10 la plus proche de sa valeur.

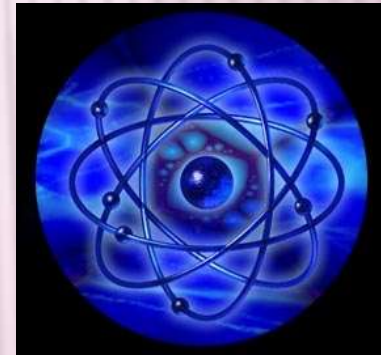
Exemples :

Longueur (m)	$13 \cdot 10^5$ $1,3 \cdot 10^6$	9600 $9,6 \cdot 10^3$	1,7 m $1,7 \cdot 10^0$	$8,9 \cdot 10^{-5}$ $8,9 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$
Ordre de grandeur	10^6	10^4	10^0	10^{-4}	10^{-10}

Les constituants de la matière

Les particules élémentaires

L'atome, neutre électriquement, est constitué par un noyau central, très petit au centre de l'atome, contenant les **nucléons** autour duquel tournent les **électrons chargés négativement**.



Les nucléons sont :

- les protons chargés positivement
- et les neutrons, neutres électriquement (charge nulle).

Le proton porte la **charge élémentaire + e** avec **$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$** , C pour Coulomb, unité de charge.

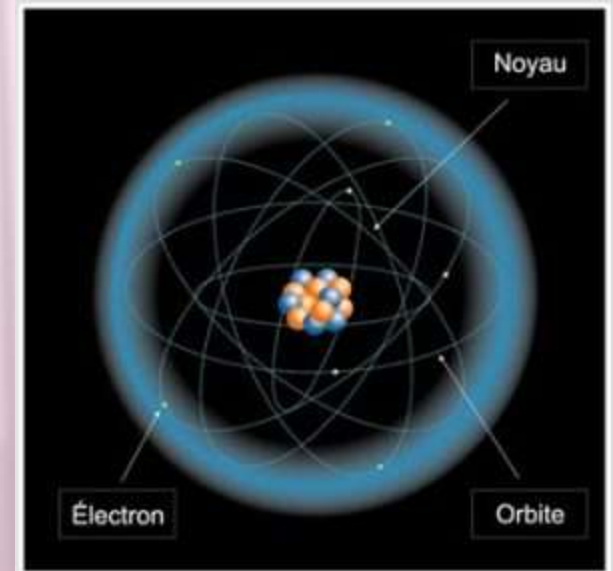
L'électron porte la charge **- e** avec **$- e = - 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$** .

Les masses des particules

Protons et neutrons ont une masse similaire dont l'ordre de grandeur vaut **10^{-27} kg**.

Les électrons sont des particules très légères. L'ordre de grandeur de leur masse vaut **10^{-30} kg**.

Remarque : la masse des électrons est négligeable devant celle des nucléons dans l'atome.



La représentation symbolique du noyau

Deux nombres représentés respectivement par les lettres A et Z permettent de déterminer la constitution d'un noyau.

A représente le nombre de nucléons (protons et neutrons) et Z le nombre de protons.

$N = A - Z$ représente le nombre de neutrons.

Écriture symbolique du noyau : ${}^A_Z X$

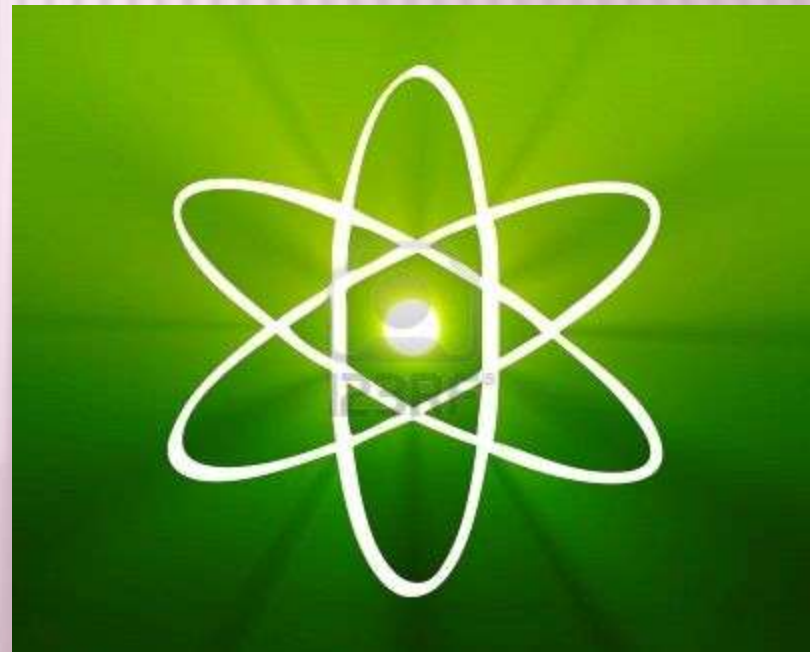
Rappel : le nombre Z caractérise un atome et son noyau. Deux atomes et donc deux noyaux différents ont des Z différents.

Les charges électriques dans l'atome

Un atome contient Z protons portant chacun $+e$ donc la charge du noyau, dû aux protons est : $q_N = Z \times e$

Un atome électriquement neutre contient autant de protons que d'électrons soient Z électrons portant la charge $-e$, la charge des électrons est donc : $q_{NE} = -Z \times e$

Toute charge électrique dans l'atome est donc un nombre entier de fois la charge élémentaire.



Les interactions fondamentales

Une **interaction** est une
action mutuelle entre
deux corps d'où
inter-action

Elle se manifeste par deux

forces :

- de même direction
- de même valeur
- de sens opposés
- de points d'application différents

Dans le cas général
d'une interaction entre
deux corps **A** et **B**

$F_{A/B}$ est la force
exercée par A sur B

$F_{B/A}$ est la force
exercée par B sur A

L'interaction gravitationnelle

ou l'action de deux corps
l'un sur l'autre en raison
de leur masse

Deux corps **A** et **B** de
masses m_A et m_B
agissent l'un sur l'autre
selon **deux forces**.

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{G m_A m_B}{AB^2}$$

G est la constante universelle de gravitation.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$$

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{G m_A m_B}{AB^2}$$

en kg en kg
en m

m_A : masse du corps A

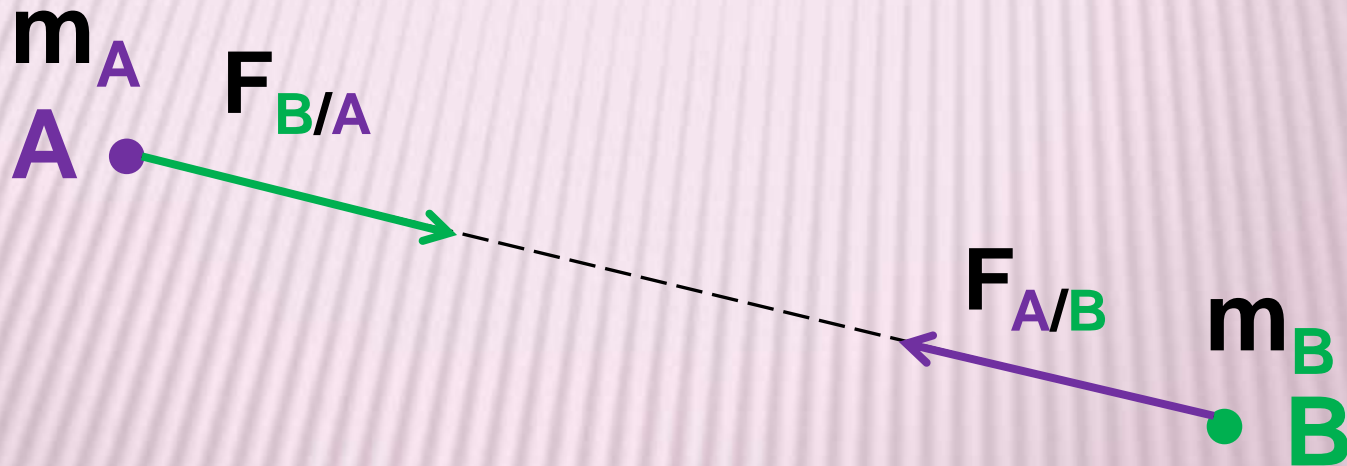
m_B : masse du corps B

AB : distance entre les centres des corps A et B

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI ($N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$)

→ $F_{A/B}$ s'exerce sur **B** et attire **B** vers **A**.

→ $F_{B/A}$ s'exerce sur **A** et attire **A** vers **B**.



Les **longueurs** des deux flèches sont **identiques**

Interaction gravitationnelle

- uniquement attractive
- portée infinie, mais le plus souvent négligeable, sauf au niveau atomique et macroscopique (faible) et astronomique (prépondérante)
- responsable de l'attraction terrestre, du mouvement des planètes dans le système solaire, etc.



L'interaction électromagnétique

ou l'action de deux corps
l'un sur l'autre en raison
de leur charge

Quels sont les
phénomènes observés
?

Électrisation

Attraction

Répulsion

Deux corps **A** et **B** de
charges q_A et q_B
agissent l'un sur l'autre
selon **deux forces**.

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{k |q_A q_B|}{AB^2}$$

k est la constante de Coulomb

$$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ SI}$$

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{k \frac{|q_A q_B|}{AB^2}}$$

en C en C
en m

q_A : charge du corps A

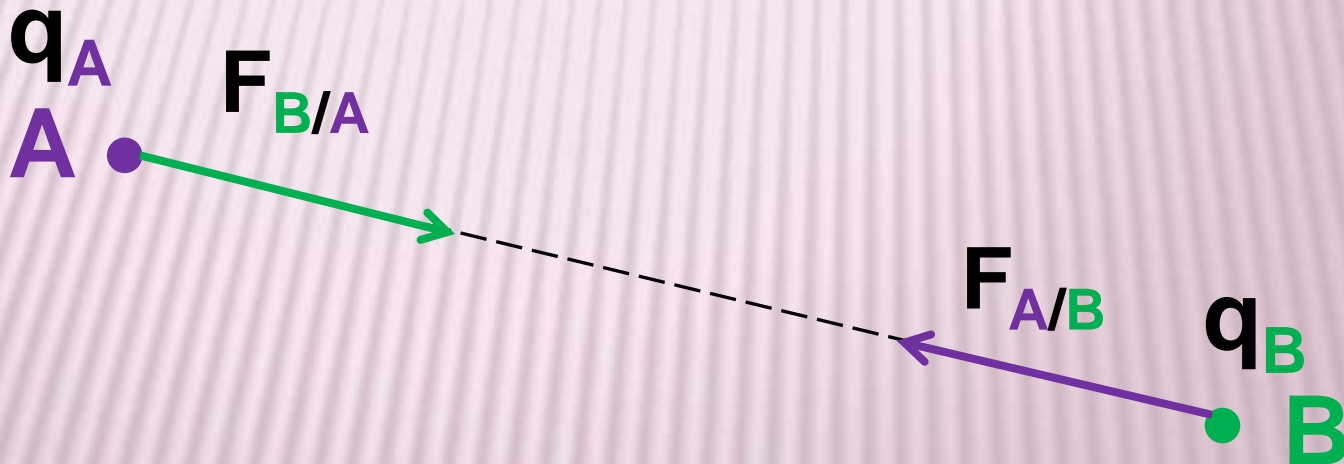
q_B : charge du corps B

AB : distance entre les centres des corps A et B

$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ SI } (N \cdot m^2 \cdot C^{-2})$

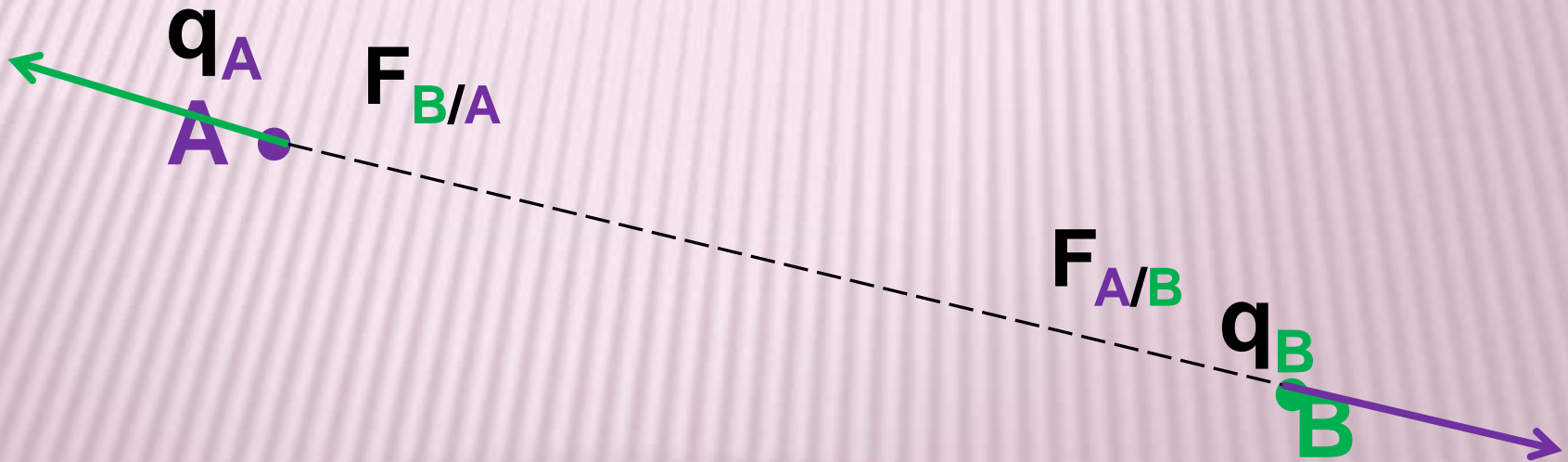
Interaction électrostatique

Si les corps sont de charges opposées, les flèches sont dirigées l'une vers l'autre car l'interaction est attractive.



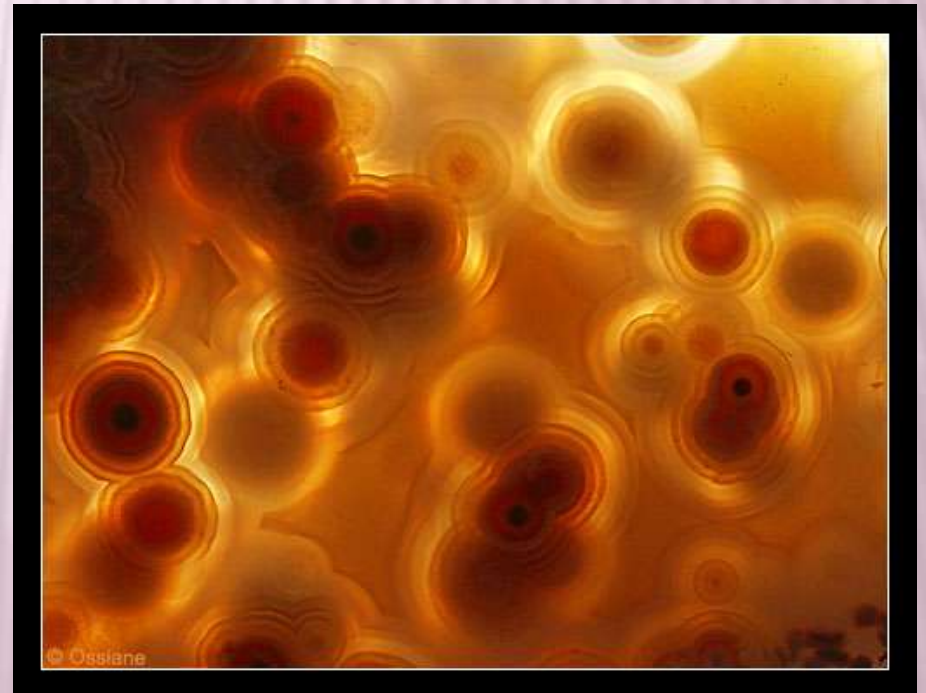
Interaction électrostatique

Si les corps sont de même charge, les flèches sont dirigées vers l'extérieur des objets A et B.



Interaction électrostatique

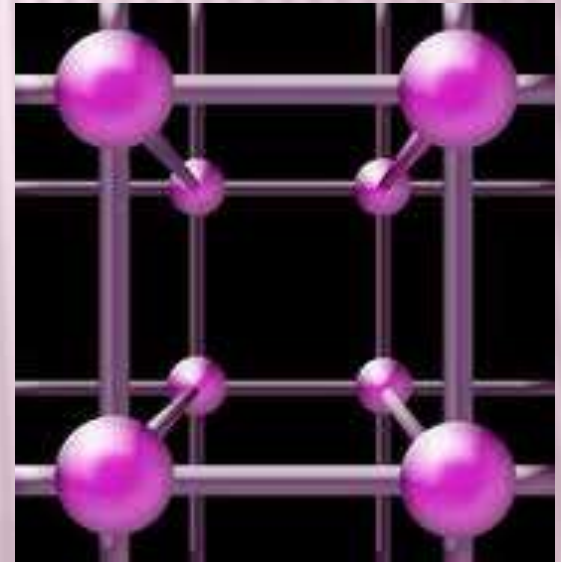
- attractive ou répulsive
- uniquement pour les corps chargés
- portée infinie, prépondérante au niveau atomique et macroscopique
- responsable de la cohésion de la matière à l'échelle atomique.



Les interactions forte et faible

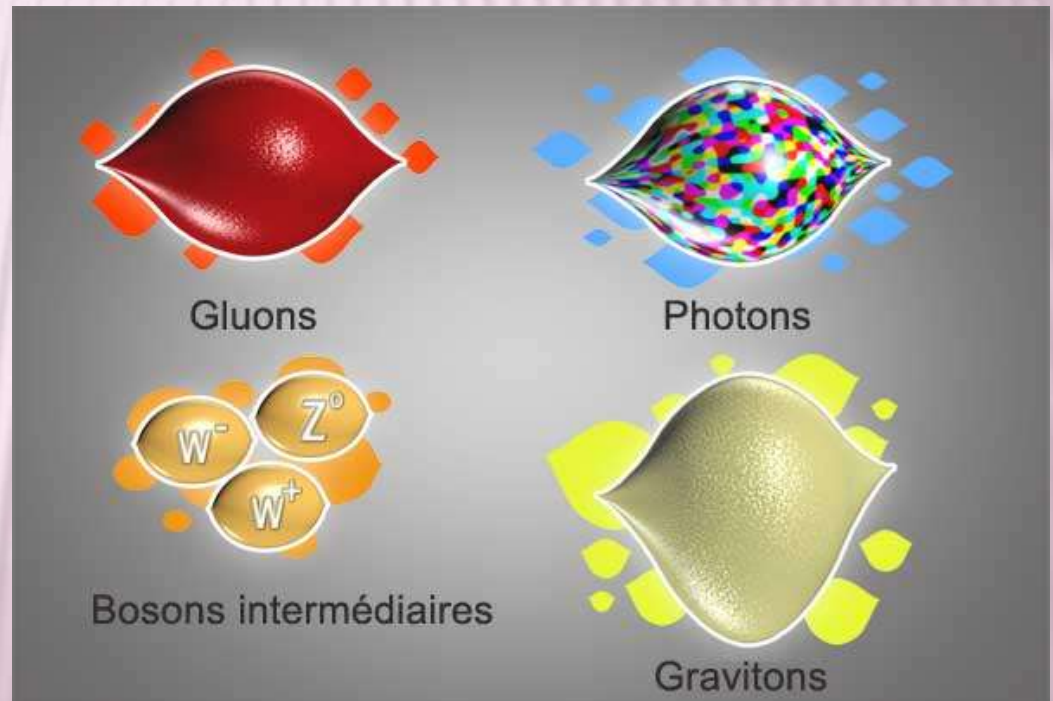
L'**interaction forte** permet la cohésion du noyau. Attractive, elle compense très largement la répulsion existant entre les protons.

De très faible portée, son action ne dépasse pas les dimensions du noyau (10^{-15} m).



Les interactions forte et faible

L'**interaction faible** a une portée encore plus faible que la forte (10^{-17} m). Elle est responsable de certaines désintégrations radioactives comme la radioactivité β .



Comparons les interactions

Échelle	IG	IE	IF	If
particules	négligeable	négligeable	négligeable	prédominante ⇒ émission radioactive
noyau	négligeable	faible	prédominante ⇒ existence de noyaux	négligeable
atomique et macroscopique	faible	prédominante ⇒ existence des atomes, des molécules, des forces	négligeable	négligeable
astronomique	prédominante ⇒ existence de l'univers	négligeable	négligeable	négligeable

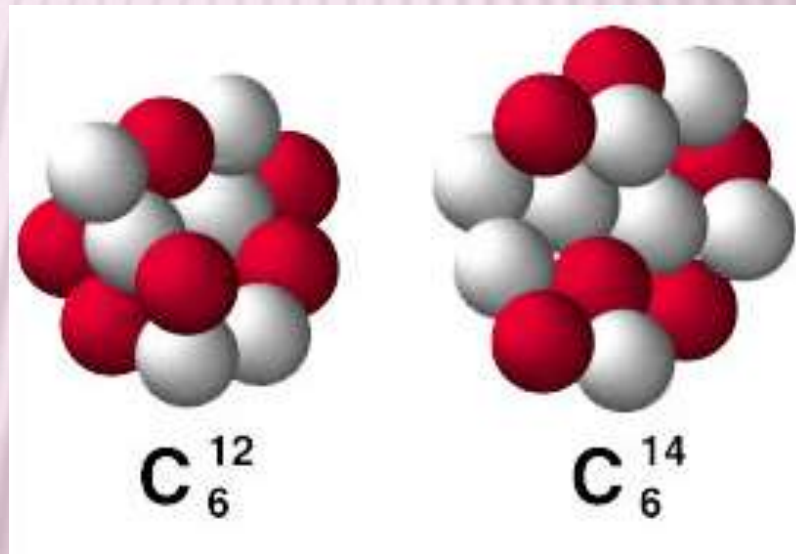
Chapitre 8

La radioactivité

Isotopie

Deux noyaux sont isotopes l'un de l'autre lorsqu'ils appartiennent au même élément (même Z) mais que leurs nombres de neutrons sont différents (A différent).

Exemple : le carbone 14 est un isotope radioactif du carbone. Il sert à la datation d'ossements anciens par exemple.



Pourquoi la radioactivité existe-t-elle ?

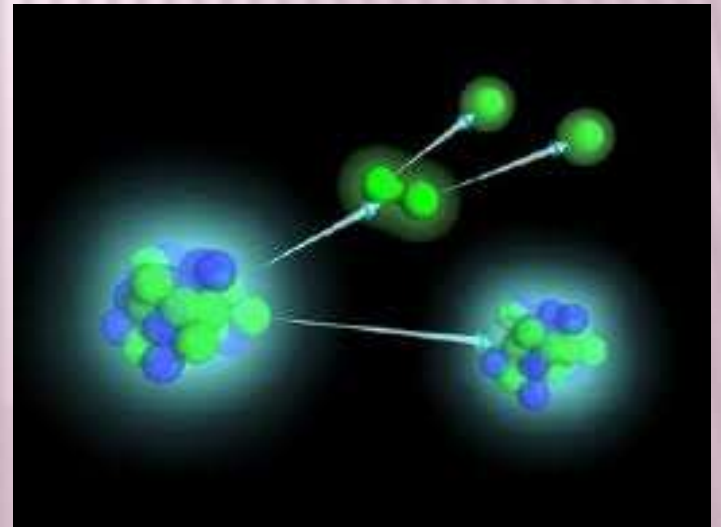
La plupart des noyaux sont stables. Cependant, lorsqu'il existe un excès de neutrons par rapport au nombre de protons ou inversement, cela nuit à la stabilité du noyau et le rend **instable**.



Pourquoi la radioactivité existe-t-elle ?

Ces noyaux vont se transformer spontanément en d'autres noyaux : ils se désintègrent et, dans le même temps, ils émettent des rayonnements sous forme de particules chargées en général.

La radioactivité est la transformation spontanée d'un noyau instable (désintégration) en un autre plus stable avec émission de rayonnement.



Les deux types de radioactivité

La radioactivité naturelle

Quand les noyaux instables existent naturellement dans l'environnement, on parle de **radioactivité naturelle**. L'homme est donc exposé en permanence à cette radioactivité.

La radioactivité artificielle

Quand les noyaux instables sont créés lors de collision de particules dans des accélérateurs, on parle de **radioactivité artificielle**.

Exemples de désintégration nucléaire

Les lois de conservation

Une désintégration respecte la conservation de la charge électrique et du nombre de nucléons :

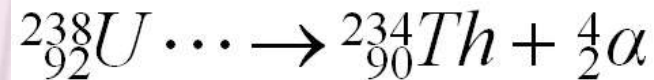
- la charge du noyau père est égale à la somme des charges des noyaux fils et de la particule émise ;
- le nombre de nucléons du noyau père est égal à la somme de nombres de nucléons des noyaux fils et de la particule émise.

Remarque : ce sont des transformations spontanées et aléatoires avec un seul réactif.

Désintégration α

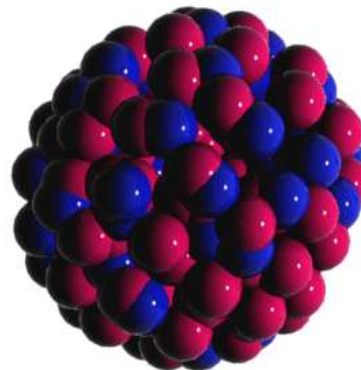
Des noyaux radioactifs contenant un grand nombre de nucléons se désintègrent souvent en émettant un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ appelés particules α

Le Rayonnement Alpha



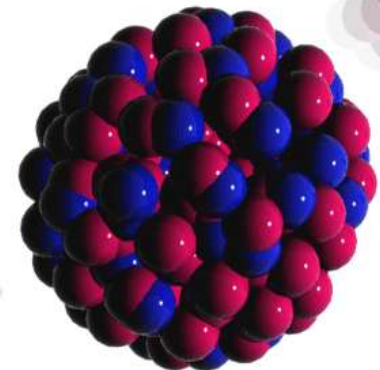
Particule alpha

Vitesse ~20 000 km/s



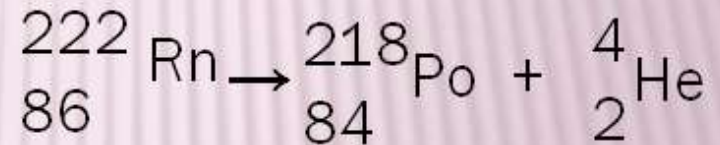
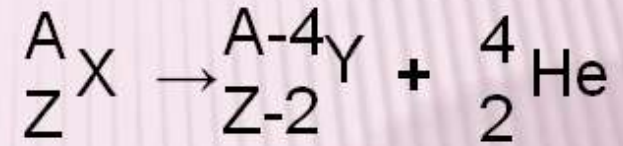
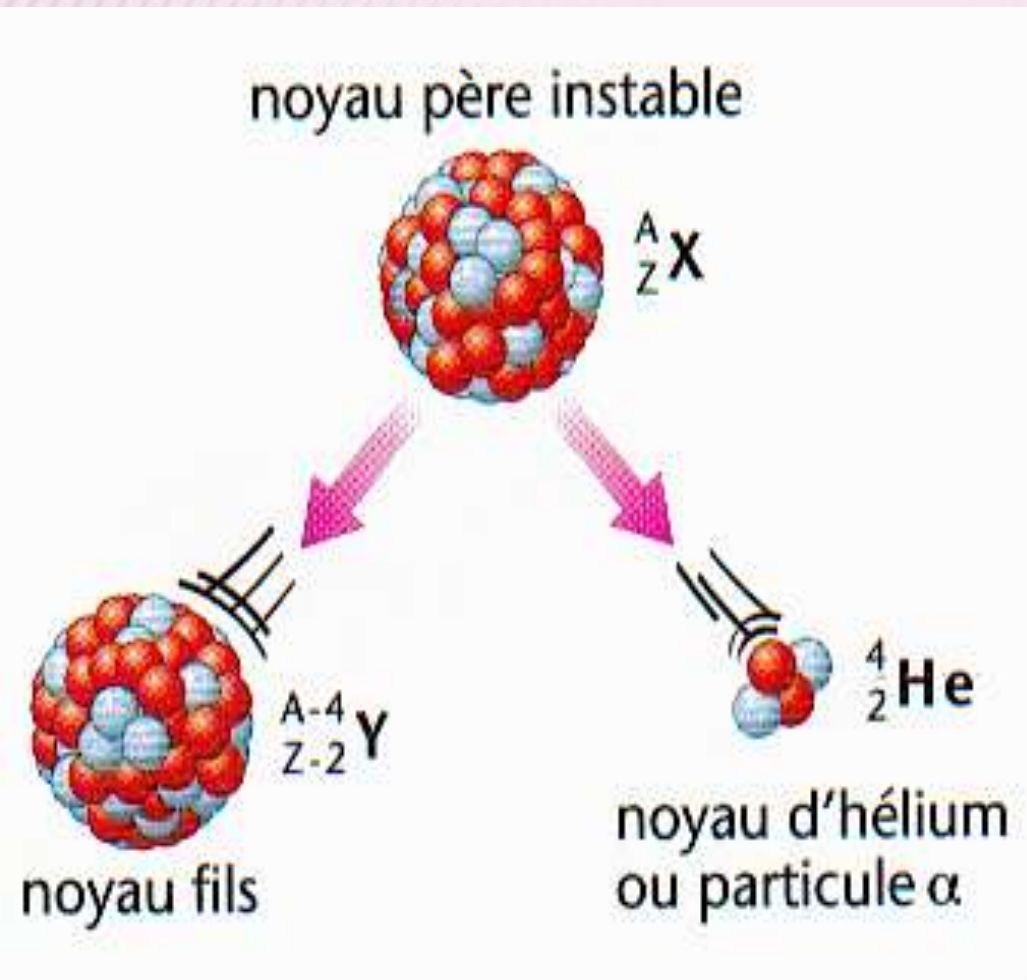
Noyau d'uranium 238

Désintégration



Noyau de thorium 234

Écrire une équation de désintégration α

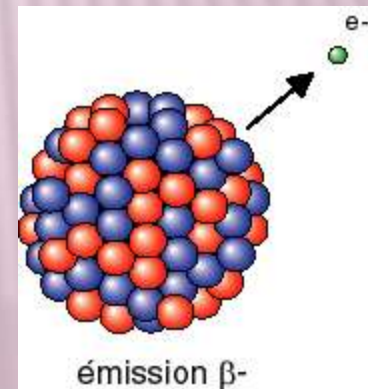


Le noyau fils est **moins** lourd que le noyau père.

Désintégration β^-

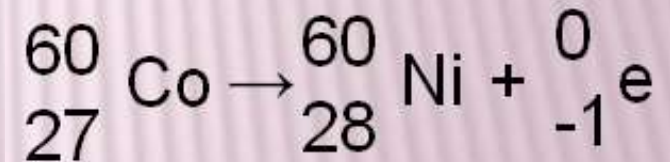
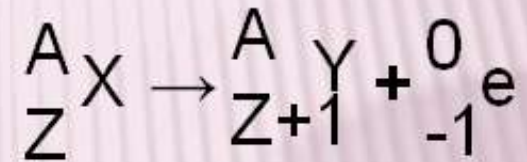
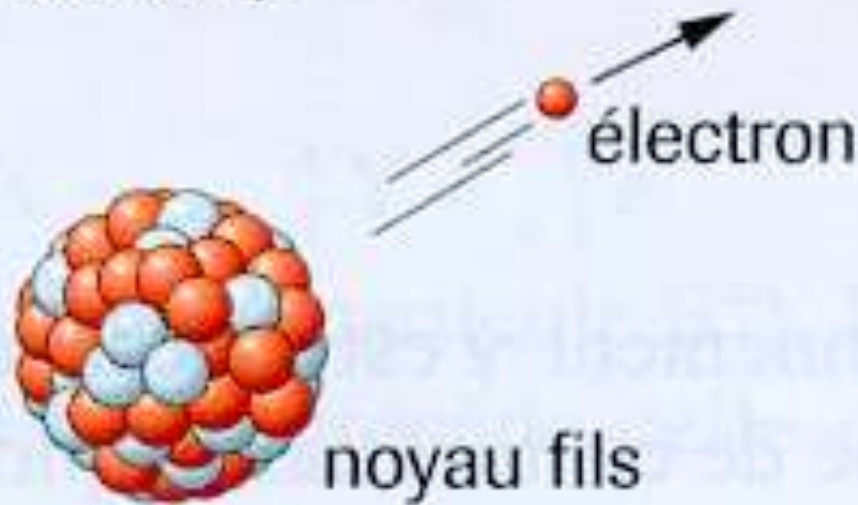
Certains noyaux instables émettent un électron noté ${}_{-1}^0\text{e}$ (+ 1 antineutrino ${}^0_0\bar{\nu}$) lorsqu'**un neutron de l'atome se transforme en proton**.

Ils augmentent leur nombre de protons (6 à 7) et donc, comme un neutron se transforme en proton, son nombre de neutrons diminue : **Z ↑ et N ↓**



Écrire une équation de désintégration β^-

émission β^-

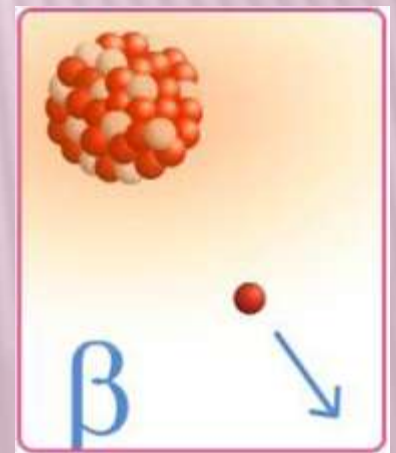


Le noyau fils appartient à l'élément qui se trouve une case **après** le noyau père dans le tableau de classification périodique des éléments.

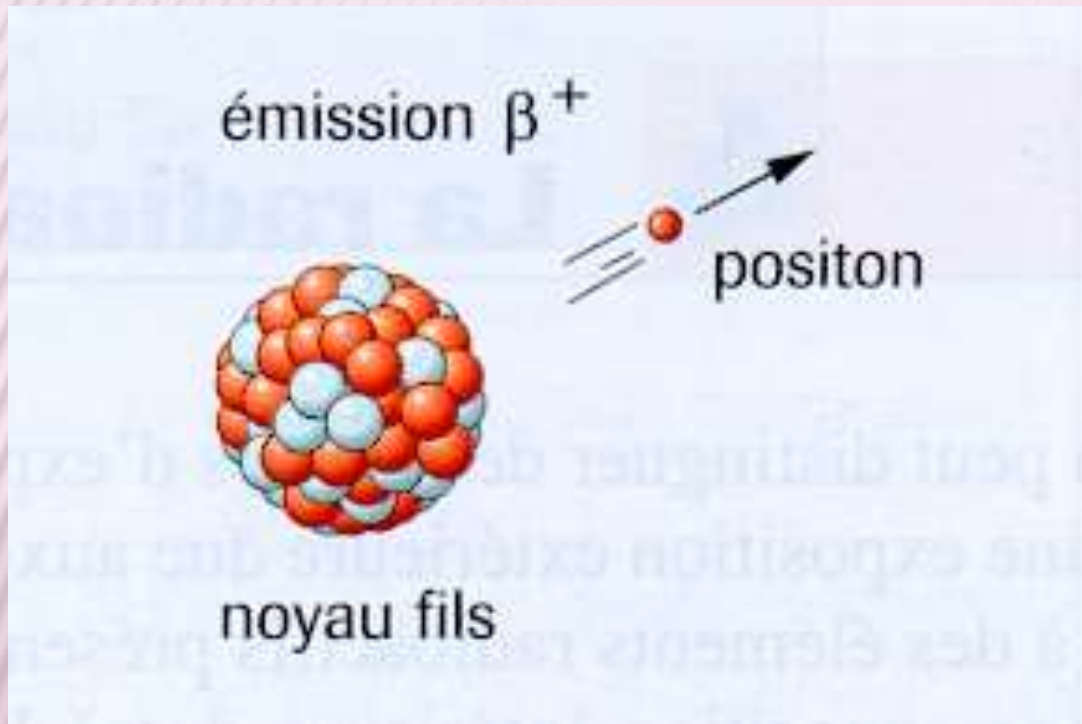
Désintégration β^+

Certains noyaux instables émettent un positron noté 0_1e (+ 1 neutrino ${}^0_0\nu$) lorsqu'**un proton de l'atome se transforme en neutron**.

Ils diminuent leur nombre de protons (11 à 10) et donc, comme un proton se transforme en neutron, son nombre de neutrons augmente : **Z ↓ et N ↑**



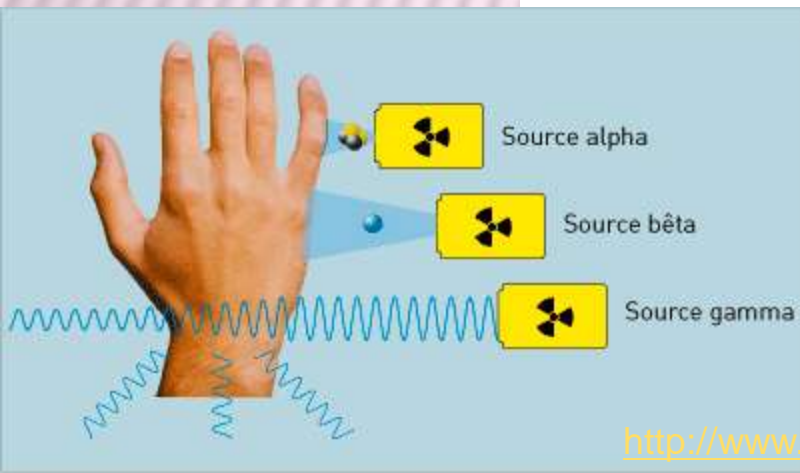
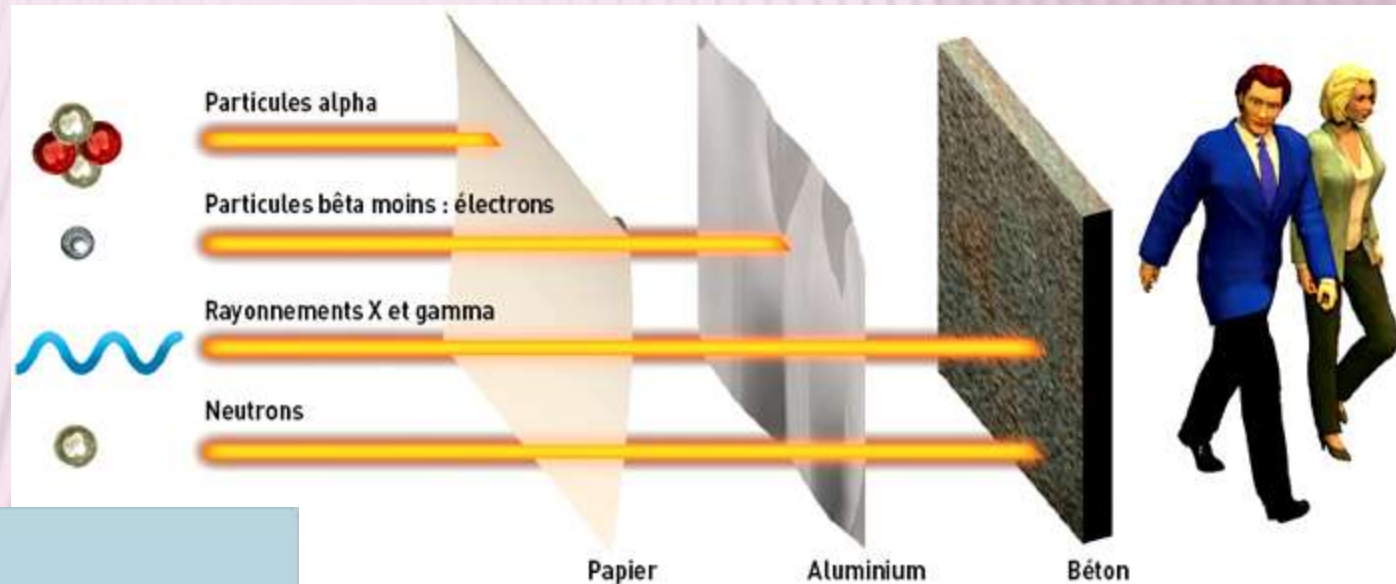
Écrire une équation de désintégration β^+



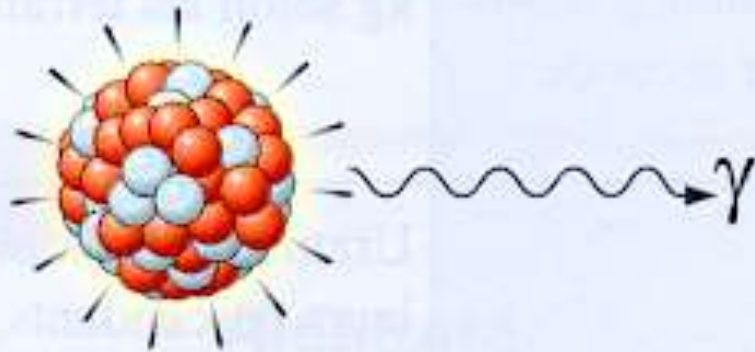
Le noyau fils appartient à l'élément qui se trouve une case **avant** le noyau père dans le tableau de classification périodique des éléments.

Désintégration γ

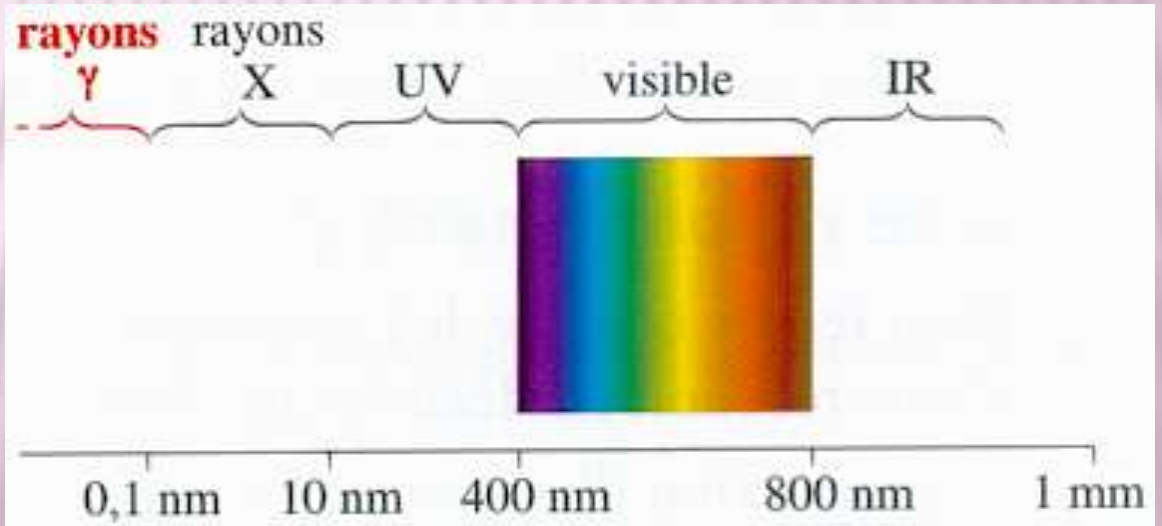
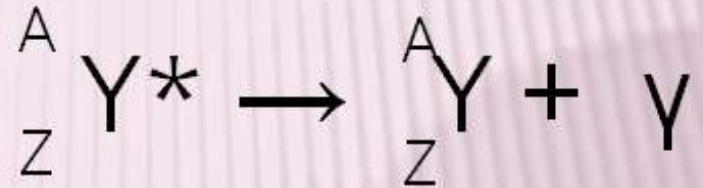
Parfois le noyau fils se forme dans un état excité et retrouve son état fondamental en émettant un photon très énergétique γ et très pénétrant dans la matière.



Écrire une équation de désintégration γ



noyau fils



Activité radioactivité

L'activité A d'un échantillon représente le nombre de désintégrations par unité de temps de cet échantillon. Elle se mesure en Becquerel (Bq).

1 Bq correspond à une désintégration par seconde.

L'appareil de mesure est un compteur de radioactivité.



Fusion et fission nucléaires

Lois de conservations

Les conservations des nombres de nucléons et de charges s'appliquent également.

Fusion nucléaire

C'est une réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau plus lourd se forme par fusion de deux noyaux plus légers.

Remarque : pour vaincre la répulsion électrique entre les deux noyaux afin de les fusionner, il faut apporter une énergie importante.

Cette réaction se produit spontanément dans le soleil mais de nombreux obstacles restent à franchir pour pouvoir l'utiliser pour produire de l'énergie électrique à grande échelle.

Fission nucléaire

C'est une réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux plus légers se forment par fission d'un noyau de numéro atomique élevé.

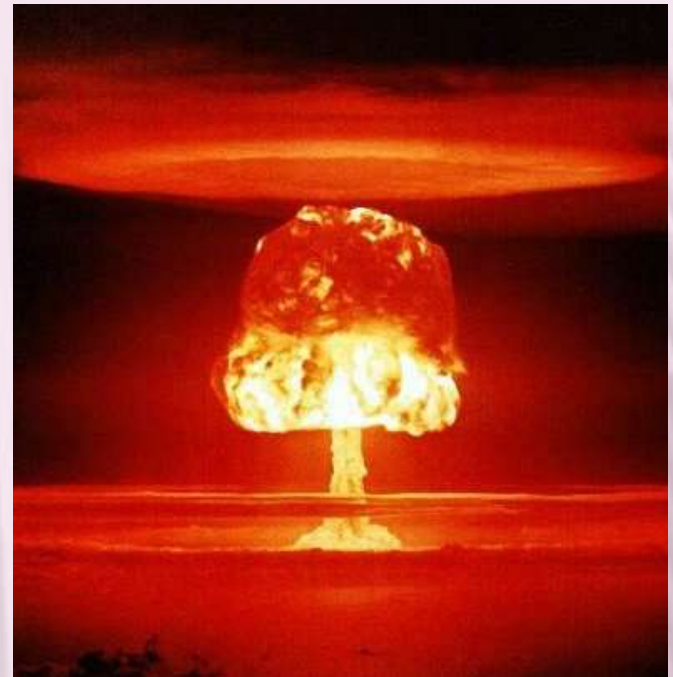


Remarque : la fission est en général déclenchée par un bombardement de neutrons

Cette réaction est utilisée pour produire de l'électricité.
Cependant, son utilisation n'est pas sans conséquence sur l'environnement et la sécurité des personnes.

L'énergie nucléaire

Une transformation nucléaire libère de l'énergie.



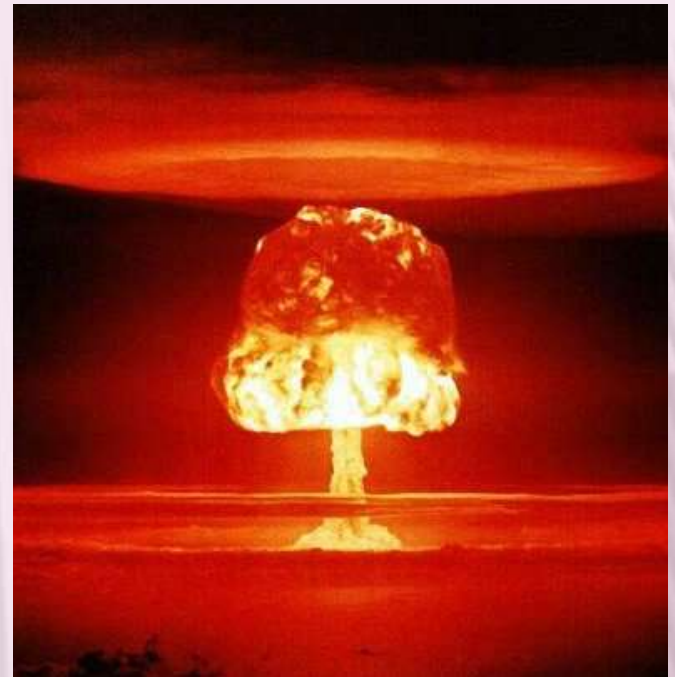
La masse des réactifs étant plus grande que la masse des produits, l'énergie libérée est proportionnelle à la valeur absolue de cette différence de masse notée Δm .

$$E_{\text{libérée}} = |\Delta m| c^2$$

avec c (vitesse de la lumière) = $3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$,

$E_{\text{libérée}}$ en Joule (J) et $\Delta m = m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}$

L'énergie nucléaire



$$E_{\text{libérée}} = |\Delta m| c^2$$

Dans cette expression, $|\Delta m|$ peut s'exprimer :

- en kg ;
- en u (unité atomique)

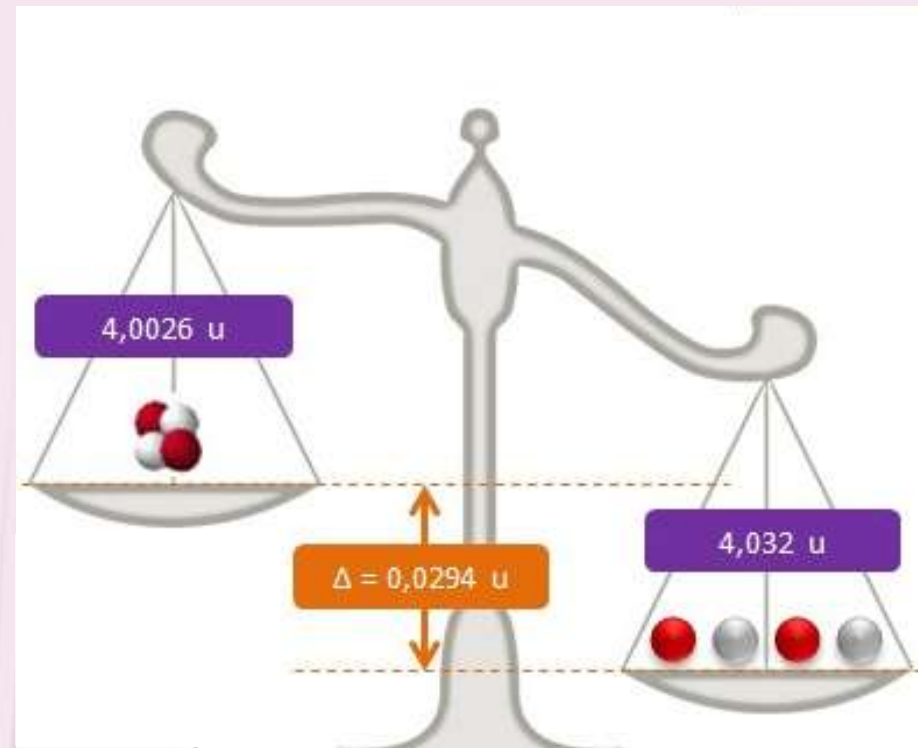
L'unité de masse atomique u

L'unité de masse atomique correspond à peu près à la masse d'un nucléon.

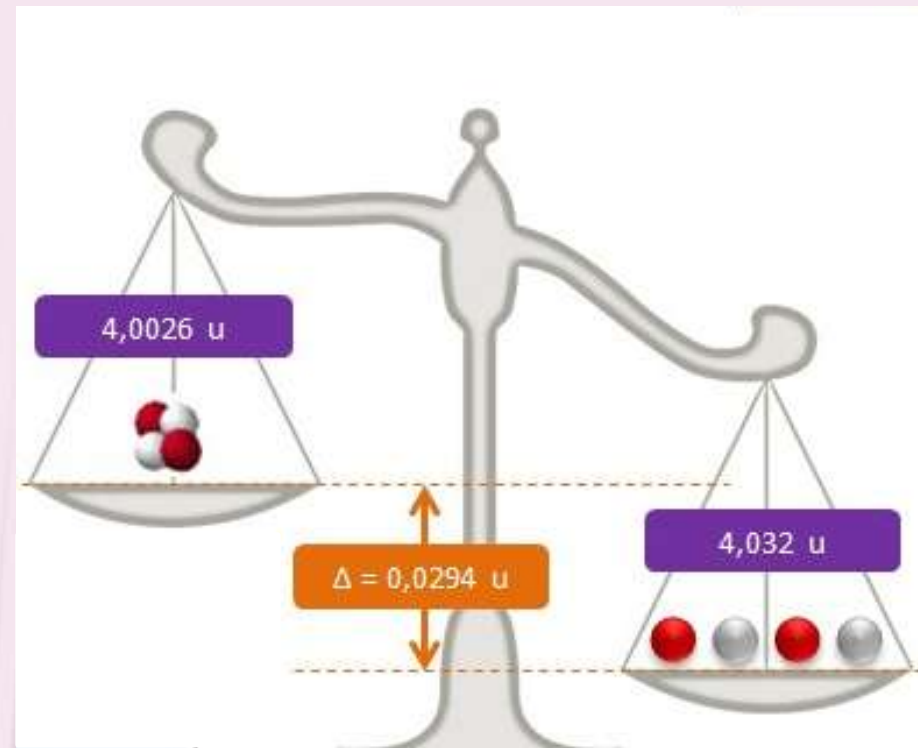
$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$|\Delta m(\text{kg})| = |\Delta m(\text{u})| \times 1 \text{ u} (\text{kg})$$

Rappel : $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$ et $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



Les conversions utiles



$$E_{\text{libérée}} = |\Delta m(\text{kg})| \times c^2$$

$$E_{\text{libérée}} (\text{J}) = |\Delta m(\text{u})| \times 1 \text{ u} (\text{kg}) \times c^2$$

$$E_{\text{libérée}} (\text{eV}) = E_{\text{libérée}} (\text{J}) / 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$E_{\text{libérée}} (\text{MeV}) = E_{\text{libérée}} (\text{J}) / (1,6 \cdot 10^{-19} \times 10^{-6})$$

Application sur un exercice

29 Désintégration du radium 226

Un noyau de radium 226 se désintègre en radon 222 en émettant une particule α , selon l'équation :



Les masses des noyaux impliqués dans cette désintégration sont $m({}_{88}^{226}\text{Ra}) = 226,0254 \text{ u}$, $m({}_{86}^{222}\text{Rn}) = 222,0176 \text{ u}$, $m({}_2^4\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$. Calculer l'énergie libérée par cette désintégration en joule puis en MeV.

► Solution rédigée

La somme $m(\text{réactifs})$ des masses de chacun des réactifs est :

$$m(\text{réactifs}) = 226,0254 \text{ u} = 226,0254 \times 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 375,2022 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

et la somme $m(\text{produits})$ des masses des produits est :

$$m(\text{produits}) = 222,0176 \text{ u} + 4,0026 \text{ u} = 226,0202 \text{ u} = 226,0202 \times 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 375,1935 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

La variation de masse de la réaction est :

$$\Delta m(\text{réaction}) = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs})$$

$$\text{D'où : } \Delta m(\text{réaction}) = 375,1935 \cdot 10^{-27} - 375,2022 \cdot 10^{-27} = -8,7 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

On en déduit l'énergie libérée lors de la réaction nucléaire :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = |\Delta m(\text{réaction})| c^2, \text{ soit :}$$

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = 8,7 \cdot 10^{-30} \times (3,00 \cdot 10^8)^2 = 7,8 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Cette valeur se convertit en MeV simplement :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = \frac{7,8 \cdot 10^{-13}}{1,60 \cdot 10^{-13}} = 4,9 \cdot 10^0 \text{ eV} = 4,9 \text{ MeV}$$

Remarque : on aurait pu exploiter la différence en unité de masse atomique $\Delta m(\text{réaction}) = 226,0202 - 226,0254 = -0,0052 \text{ u}$ pour trouver directement l'énergie libérée grâce à l'énergie d'une unité atomique ($E_u = 933 \text{ MeV}$) :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = 0,0052 \times 933 = 4,9 \text{ MeV}$$

Masses données en u

Relation pour calculer l'énergie en Joule :

$$E_{\text{libérée}} = |\Delta m(\text{kg})| \times c^2$$

Il faut calculer Δm en u, puis convertir en kg :

$$|\Delta m(\text{kg})| = |\Delta m(\text{u})| \times 1 \text{ u (kg)}$$

ou appliquer directement :

$$E_{\text{libérée}} (\text{J}) = |\Delta m(\text{u})| \times 1 \text{ u (kg)} \times c^2$$

Pour convertir en MeV :

$$E_{\text{libérée}} (\text{MeV}) = E_{\text{libérée}} (\text{J}) / 1,60 \cdot 10^{-13}$$

$$\text{avec } 1 \text{ MeV} = 10^6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,60 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

229 Désintégration du radium 226

Un noyau de radium 226 se désintègre en radon 222 en émettant une particule α , selon l'équation:



Les masses des noyaux impliqués dans cette désintégration sont $m({}_{88}^{226}\text{Ra}) = 226,0254 \text{ u}$, $m({}_{86}^{222}\text{Rn}) = 222,0176 \text{ u}$ et $m({}_2^4\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$. Calculer l'énergie libérée par cette désintégration en joule puis en MeV.

► Solution rédigée

La somme $m(\text{réactifs})$ des masses de chacun des réactifs est : $m(\text{réactifs}) = 226,0254 \text{ u} = 226,0254 \times 1,66 \cdot 10^{-27}$

$$= 375,2022 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

et la somme $m(\text{produits})$ des masses des produits est :

$$m(\text{produits}) = 222,0176 \text{ u} + 4,0026 \text{ u} = 226,0202 \text{ u}$$

$$= 226,0202 \times 1,66 \cdot 10^{-27} = 375,1935 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

La variation de masse de la réaction est :

$$\Delta m(\text{réaction}) = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs}).$$

$$\text{D'où: } \Delta m(\text{réaction}) = 375,1935 \cdot 10^{-27} - 375,2022 \cdot 10^{-27}$$

$$= -8,7 \cdot 10^{-30} \text{ kg.}$$

On en déduit l'énergie libérée lors de la réaction nucléaire :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = |\Delta m(\text{réaction})| c^2, \text{ soit:}$$

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = 8,7 \cdot 10^{-30} \times (3,00 \cdot 10^8)^2 = 7,8 \cdot 10^{-13} \text{ J.}$$

Cette valeur se convertit en MeV simplement :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = \frac{7,8 \cdot 10^{-13}}{1,602 \cdot 10^{-13}} = 4,9 \cdot 10^0 \text{ eV} = 4,9 \text{ MeV}$$

Remarque : on aurait pu exploiter la différence en unité de masse atomique $\Delta m(\text{réaction}) = 226,0202 - 226,0254 = -0,0052 \text{ u}$ pour trouver directement l'énergie libérée grâce à l'énergie d'une unité atomique ($E_u = 933 \text{ MeV}$):

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = 0,0052 \times 933 = 4,9 \text{ MeV.}$$

$$E_{\text{lib}} = |\Delta m(\text{kg})| \times c^2$$

$$E_{\text{lib}} (\text{J}) = |\Delta m(\text{u})| \times 1 \text{ u (kg)} \times c^2$$

Exprimer $\Delta m(\text{u})$ en fonction des données de l'énoncé

$$\Delta m(\text{u}) = m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}$$

$$\Delta m(\text{u}) = m({}^{222}\text{Rn}) + m({}^4\text{He}) - m({}^{226}\text{Ra})$$

La valeur trouvée par le calcul est une valeur négative (d'où la valeur absolue) et très inférieure aux valeurs de l'opération.

Quand c'est possible, éviter les calculs intermédiaires, source d'erreurs et perte de temps...

$$E_{\text{lib}} \text{ (J)} = |\Delta m(\text{u})| \times 1 \text{ u (kg)} \times c^2$$

$$E_{\text{lib}} \text{ (J)} = |m(^{222}\text{Rn}) + m(^4\text{He}) - m(^{226}\text{Ra})| \times 1 \text{ u (kg)} \times c^2$$

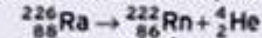
$$E_{\text{lib}} \text{ (J)} = |222,0176 + 4,0026 - 226,0254| \times 1,66 \cdot 10^{-27} \times (3,00 \cdot 10^8)^2$$

$$E_{\text{lib}} \text{ (J)} = 7,77 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E_{\text{lib}} \text{ (MeV)} = 7,77 \cdot 10^{-13} / (1,60 \cdot 10^{-19} \times 10^6) = 4,86 \text{ MeV}$$

Désintégration du radium 226

Un noyau de radium 226 se désintègre en radon 222 en émettant une particule α , selon l'équation:



Les masses des noyaux impliqués dans cette désintégration sont $m({}_{88}^{226}\text{Ra}) = 226,0254 \text{ u}$, $m({}_{86}^{222}\text{Rn}) = 222,0176 \text{ u}$ et $m({}_2^4\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$. Calculer l'énergie libérée par cette désintégration en joule puis en MeV.

► Solution rédigée

La somme $m(\text{réactifs})$ des masses de chacun des réactifs est : $m(\text{réactifs}) = 226,0254 \text{ u} = 226,0254 \times 1,66 \cdot 10^{-27}$
 $= 375,2022 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

et la somme $m(\text{produits})$ des masses des produits est :
 $m(\text{produits}) = 222,0176 \text{ u} + 4,0026 \text{ u} = 226,0202 \text{ u}$
 $= 226,0202 \times 1,66 \cdot 10^{-27} = 375,1935 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

La variation de masse de la réaction est :

$$\Delta m(\text{réaction}) = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs}).$$

$$\text{D'où : } \Delta m(\text{réaction}) = 375,1935 \cdot 10^{-27} - 375,2022 \cdot 10^{-27}$$
$$= -8,7 \cdot 10^{-30} \text{ kg}.$$

On en déduit l'énergie libérée lors de la réaction nucléaire :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = |\Delta m(\text{réaction})| c^2, \text{ soit :}$$

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = 8,7 \cdot 10^{-30} \times (3,00 \cdot 10^8)^2 = 7,8 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

Cette valeur se convertit en MeV simplement :


$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = \frac{7,8 \cdot 10^{-13}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 4,9 \cdot 10^6 \text{ eV} = 4,9 \text{ MeV}$$

Remarque : on aurait pu exploiter la différence en unité de masse atomique $\Delta m(\text{réaction}) = 226,0202 - 226,0254 = -0,0052 \text{ u}$ pour trouver directement l'énergie libérée grâce à l'énergie d'une unité atomique ($E_{\text{u}} = 933 \text{ MeV}$):

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = 0,0052 \times 933 = 4,9 \text{ MeV}.$$

Révision

Classe de première S



C'est fini...