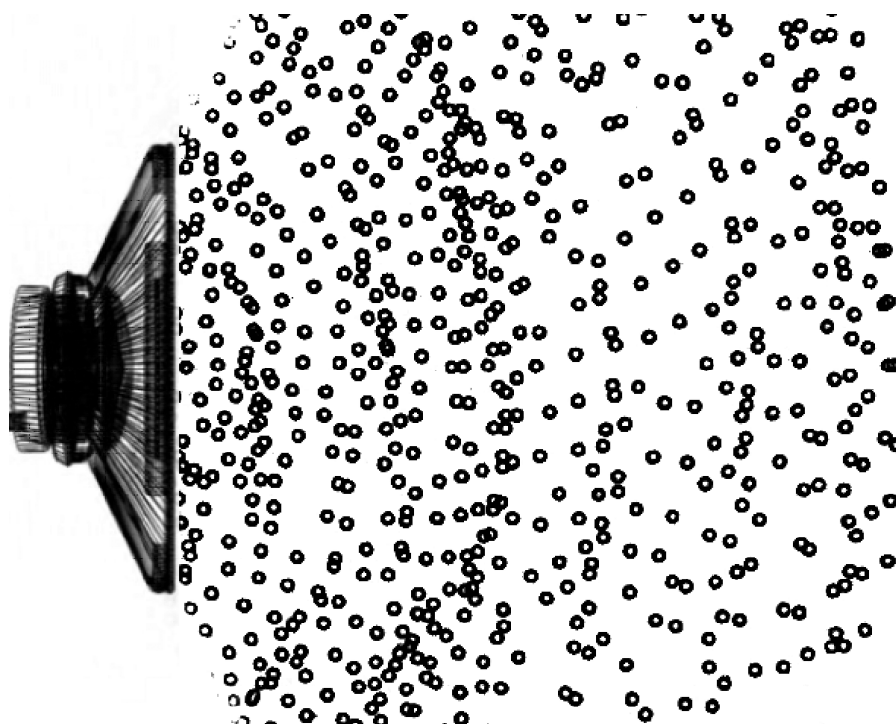


3 Ondes et signaux

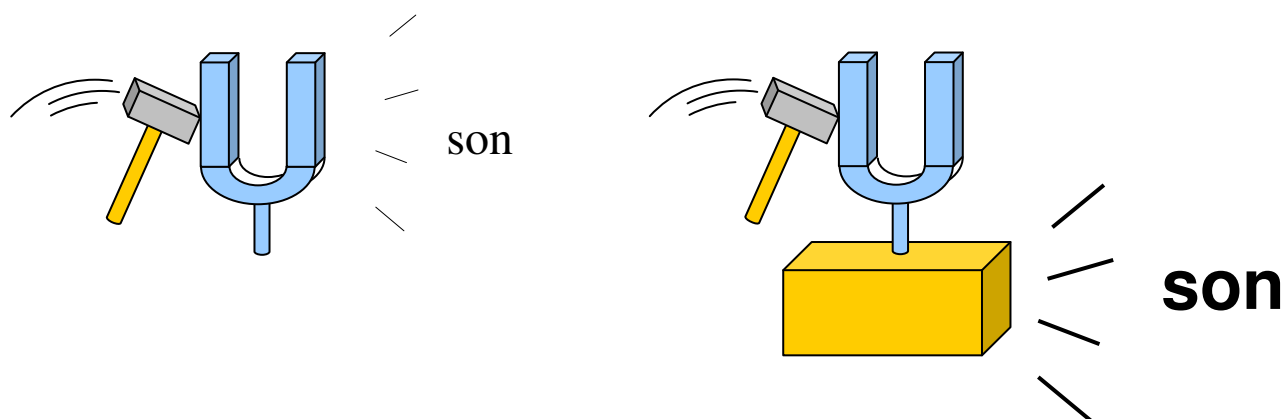
3.1 Emission et perception d'un son

3.1.1 Emission et propagation d'un signal sonore

Un objet qui émet un signal sonore possède une surface qui vibre et qui met en mouvement les molécules d'air à son contact. Le mouvement des molécules d'air se propage de proche en proche.



Si la surface qui vibre est petite, le transfert de mouvement à l'air est modeste. Mise au contact d'une surface plus grande et dure, l'ensemble vibre et transfère son mouvement plus efficacement à l'air. C'est le principe de la caisse de résonance.



La valeur approchée de la vitesse d'un signal sonore dans l'air est :

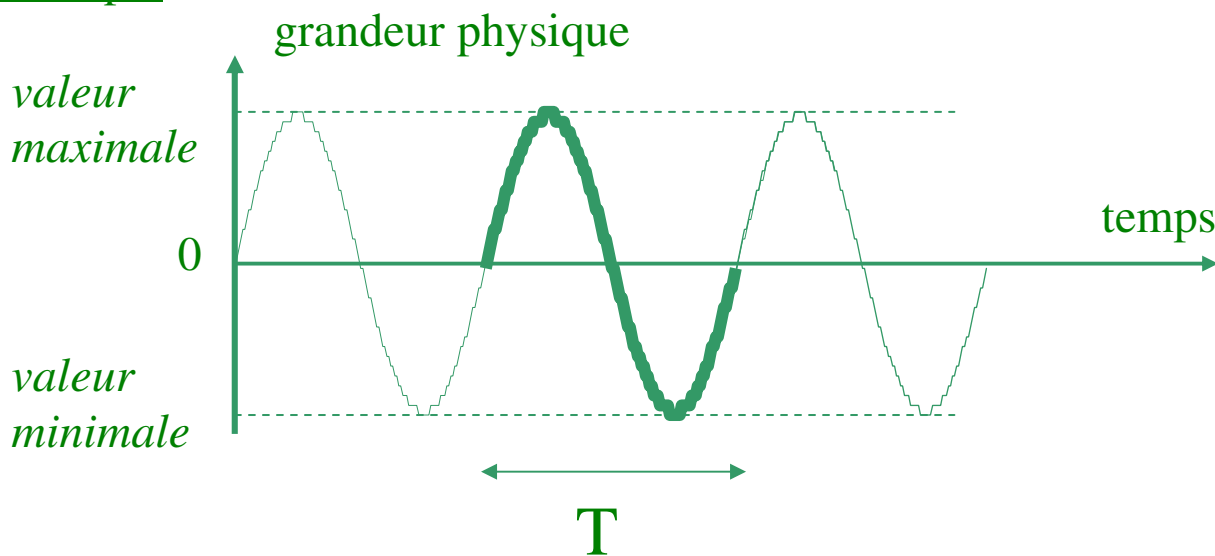
$$v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

C'est beaucoup plus qu'un coureur à pied (10 m.s^{-1}) et beaucoup moins que la vitesse de la lumière dans l'air ($3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$).

3.1.2 Signal sonore périodique

Un signal est périodique s'il se répète au bout d'un intervalle de temps nommé période (notée T).

Exemple



Un **cycle**, c'est le plus petit motif qui se répète dans une représentation temporelle.

La durée d'un cycle est nommée sa **période** (notée T).

La **fréquence** (notée f) est le nombre de cycles effectués en une seconde.

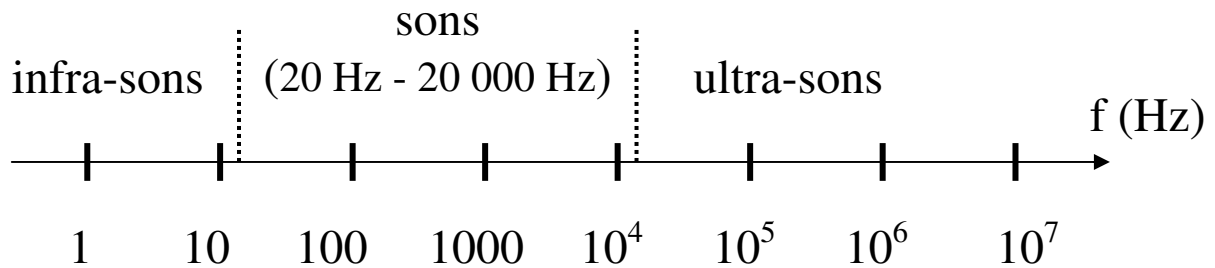
$$\left. \begin{array}{l} f \text{ cycles} \rightarrow 1 \text{ (s)} \\ 1 \text{ cycle} \rightarrow T \text{ (s)} \end{array} \right\} f * T = 1 * 1 \Rightarrow f = \frac{1}{T}$$

T : période ; en s

f : fréquence ; en Hz (ou s^{-1})

3.1.3 Perception du son

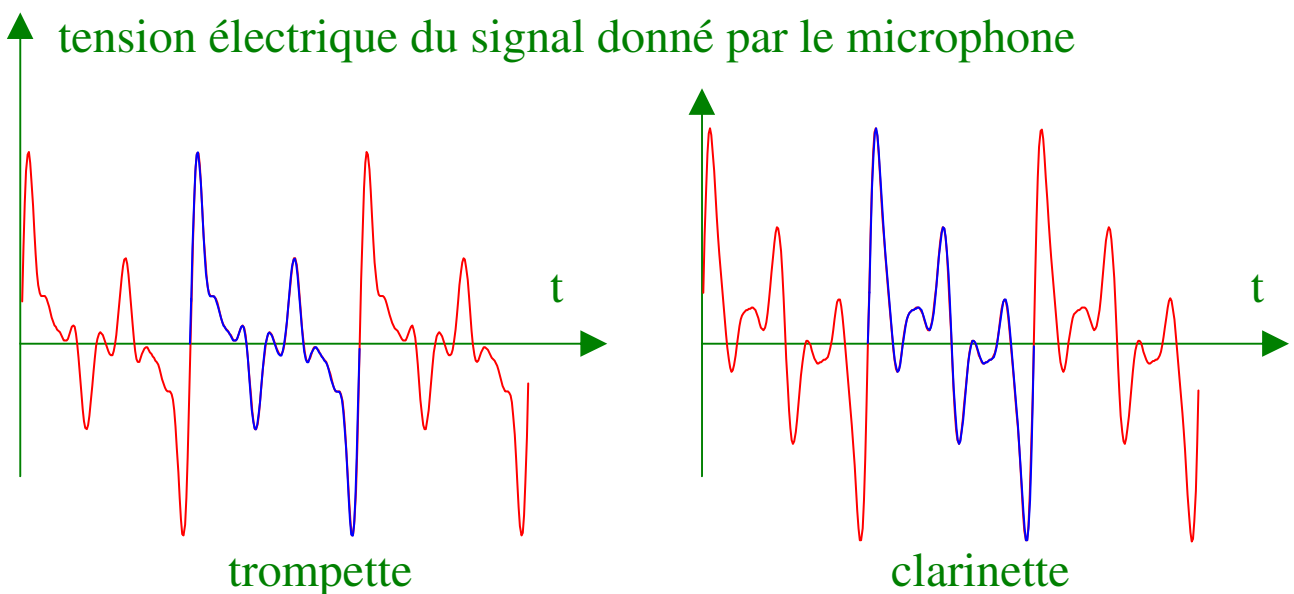
L'oreille humaine est sensible aux sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz. En dehors de cet intervalle de fréquence, le son est inaudible.



La **hauteur** d'un son dépend de sa fréquence. Elle est la qualité qui distingue un son aigu (fréquence élevée) d'un son grave (fréquence faible).

Deux sons de même hauteur peuvent être perçus différemment par l'oreille. Ils se différencient par leur **timbre**.

Exemples



Pour que l'oreille perçoive un son dans le domaine audible, l'**intensité sonore** « I » doit être telle que :

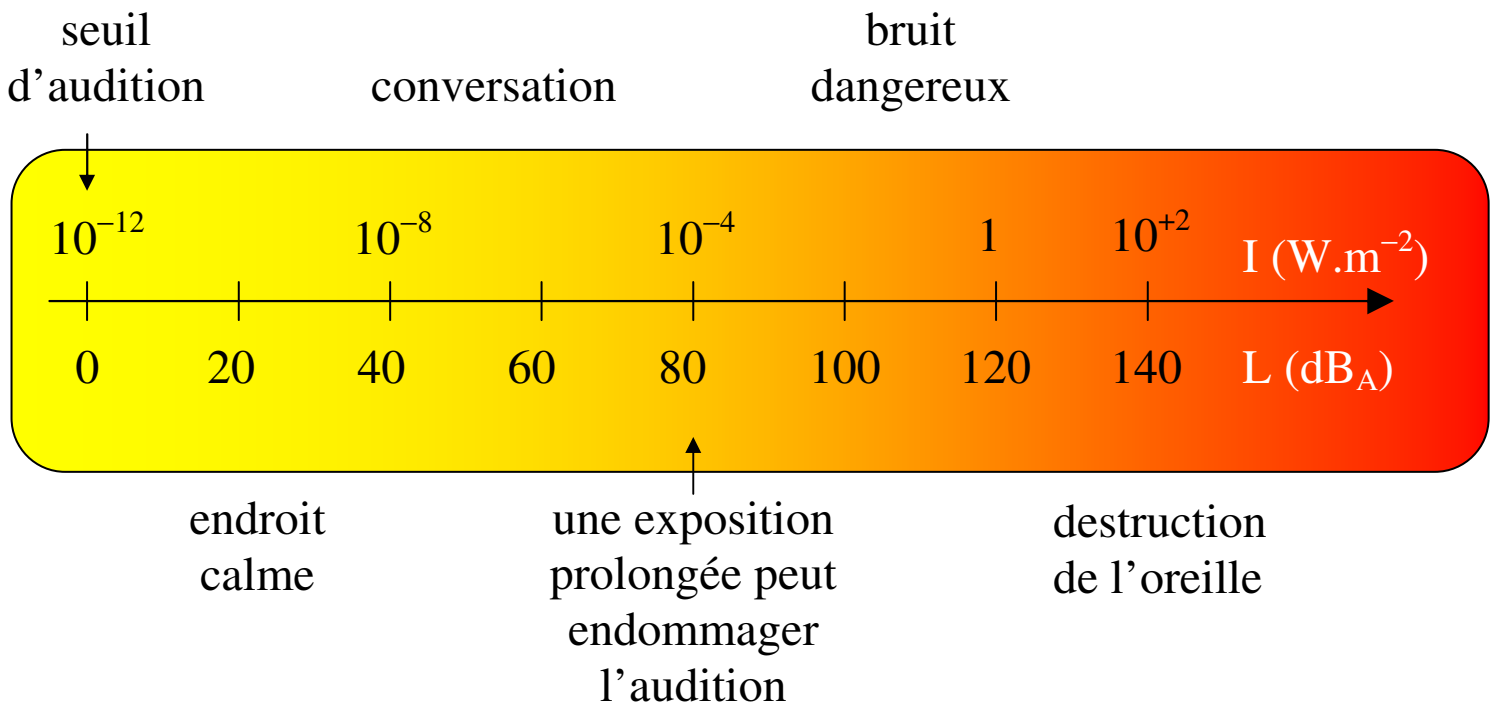
$$10^{-12} \text{ W / m}^2 < I < (1 \text{ à } 100) \text{ W / m}^2$$

La borne supérieure correspond à une destruction de l'oreille.

Le **niveau d'intensité sonore** « L » est lié à l'intensité sonore « I » par une échelle logarithmique.

I : intensité sonore ; en W.m^{-2}

L : niveau d'intensité sonore ; décibel acoustique dB_A

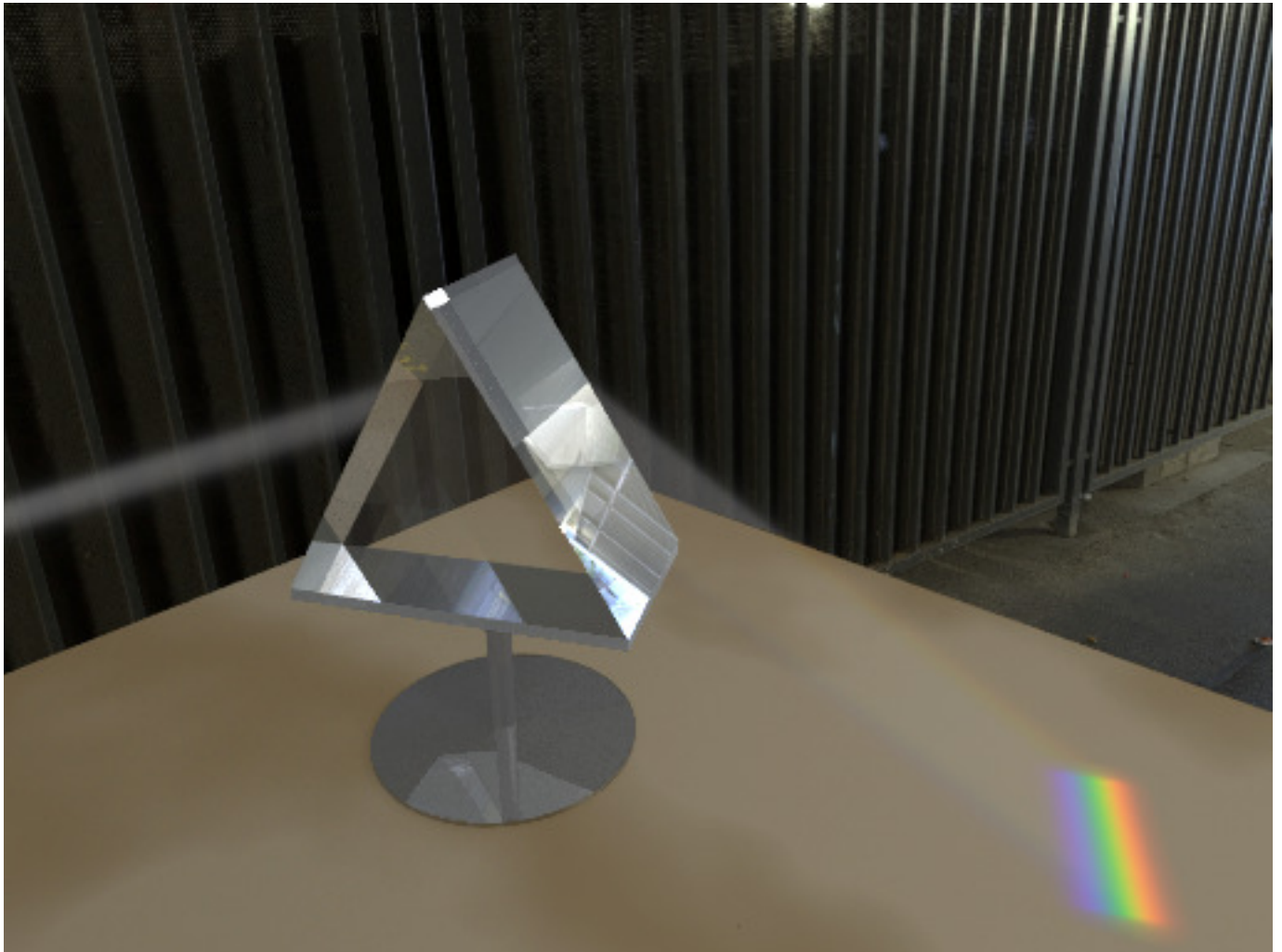


3.2 Vision et image

La lumière se propage rectilignement dans le vide (ou dans l'air) à la vitesse (ou célérité) :

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

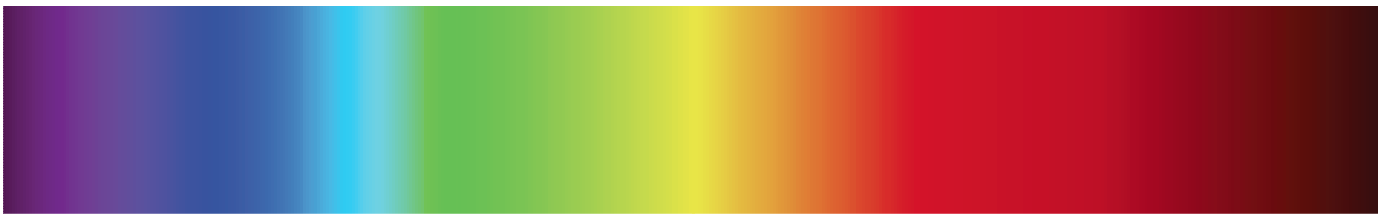
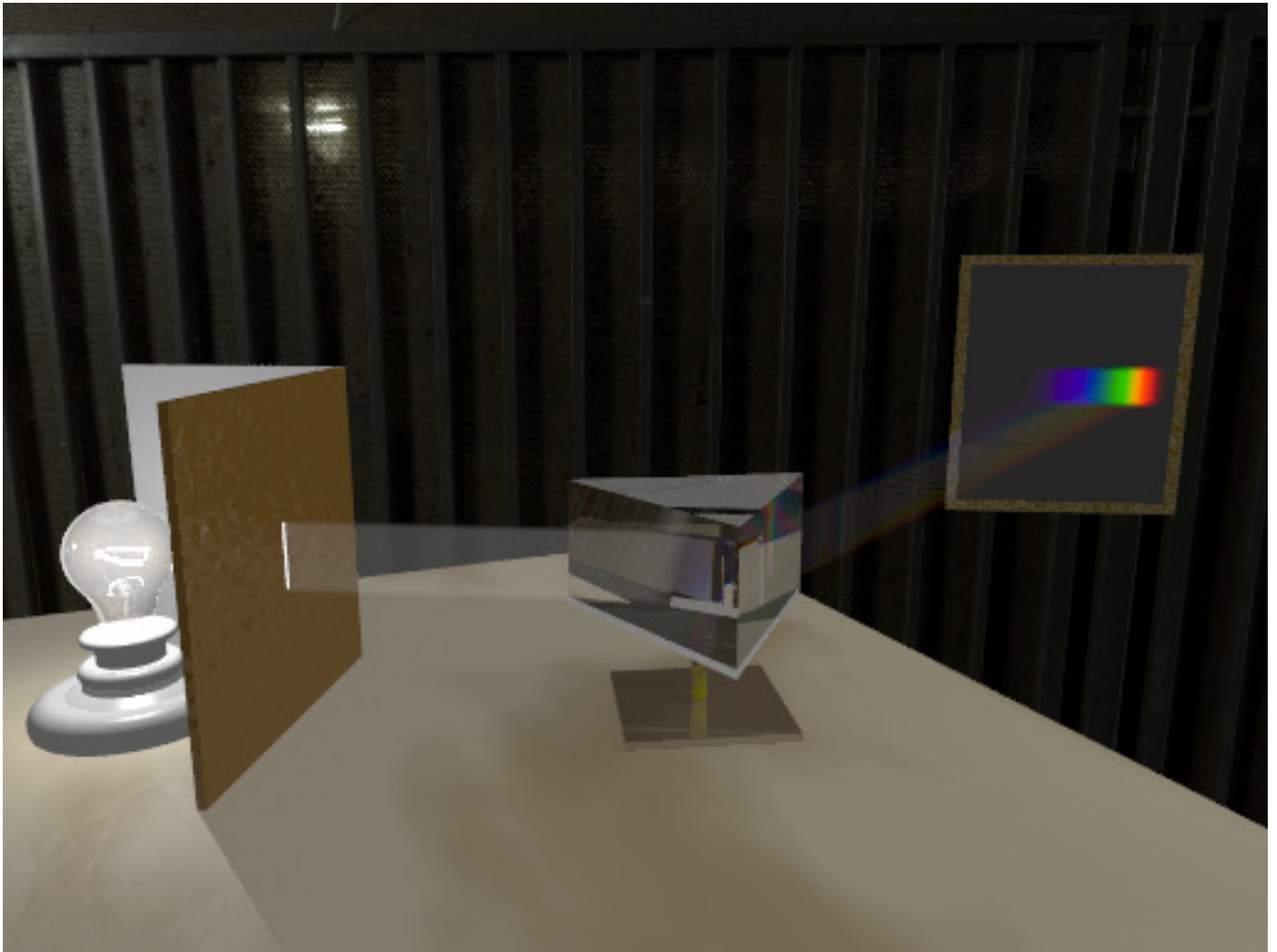
3.2.1 Lumière blanche, lumière colorée



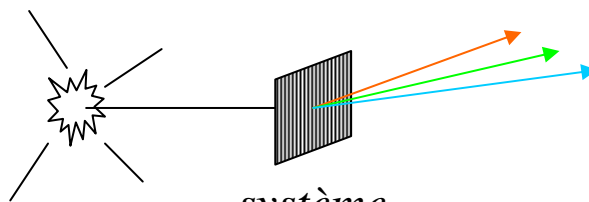
L'expérience montre que la lumière blanche est composée de lumières colorées.

3.2.2 Les spectres

Spectre d'émission d'un corps chaud



source
lumineuse
chaude et dense



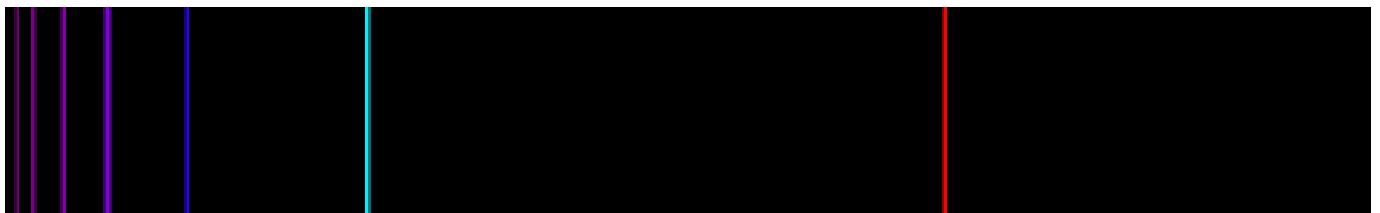
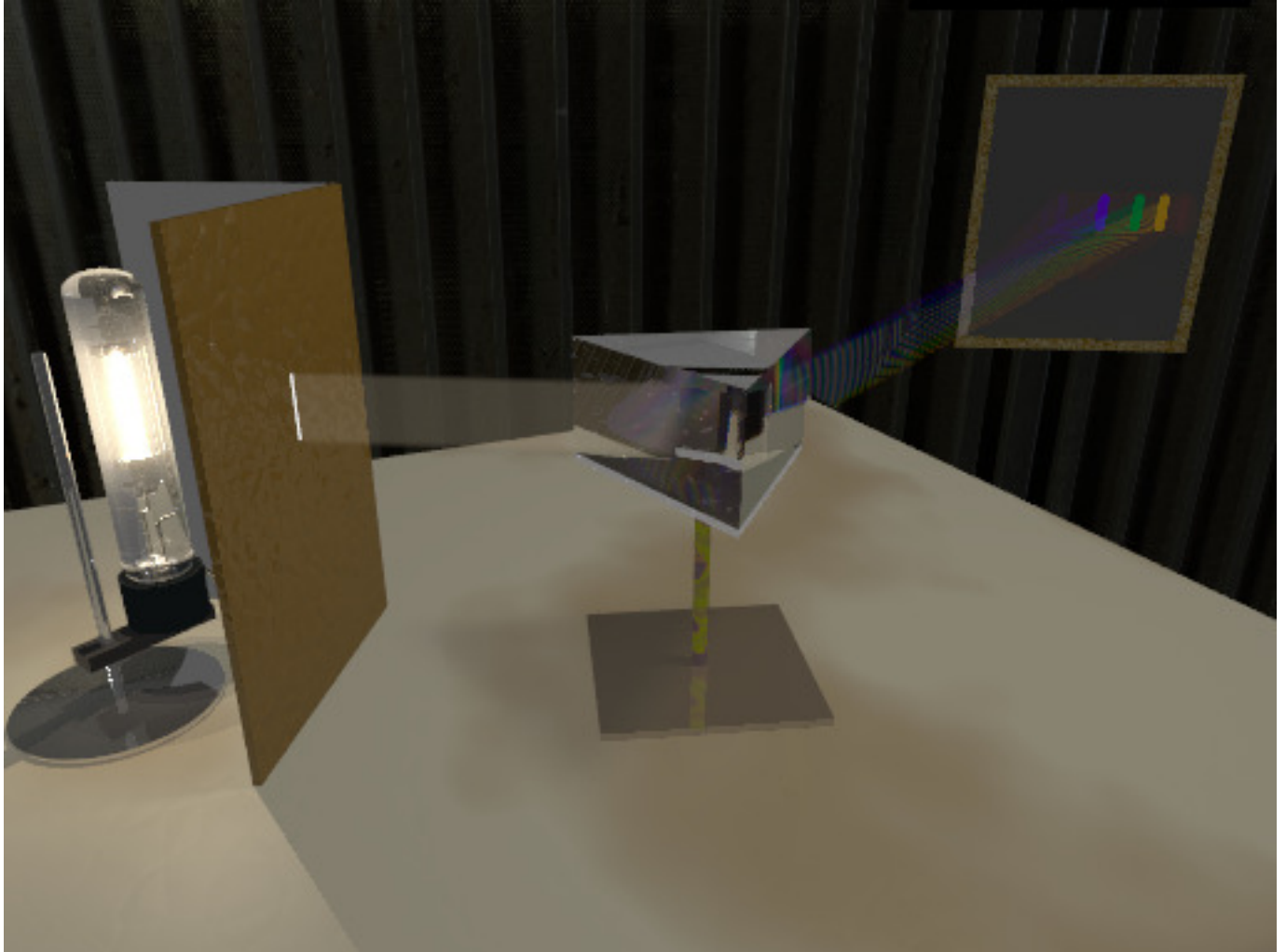
*lumières
colorées dont
la figure
porte le nom
de spectre*

Observations

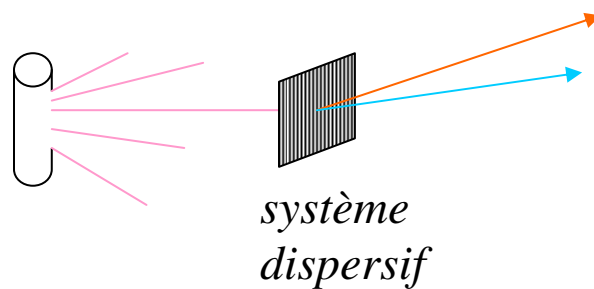
- le spectre de la lumière contient toutes les couleurs de l'arc en ciel (le spectre est continu)

- plus la température augmente, plus les lumières du côté violet deviennent intenses

Spectre d'émission d'un gaz



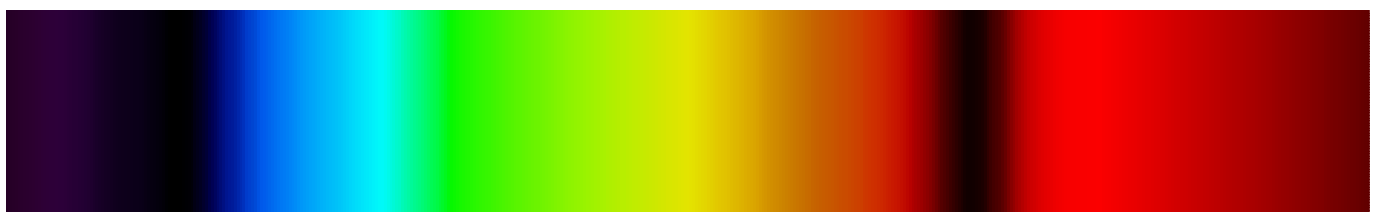
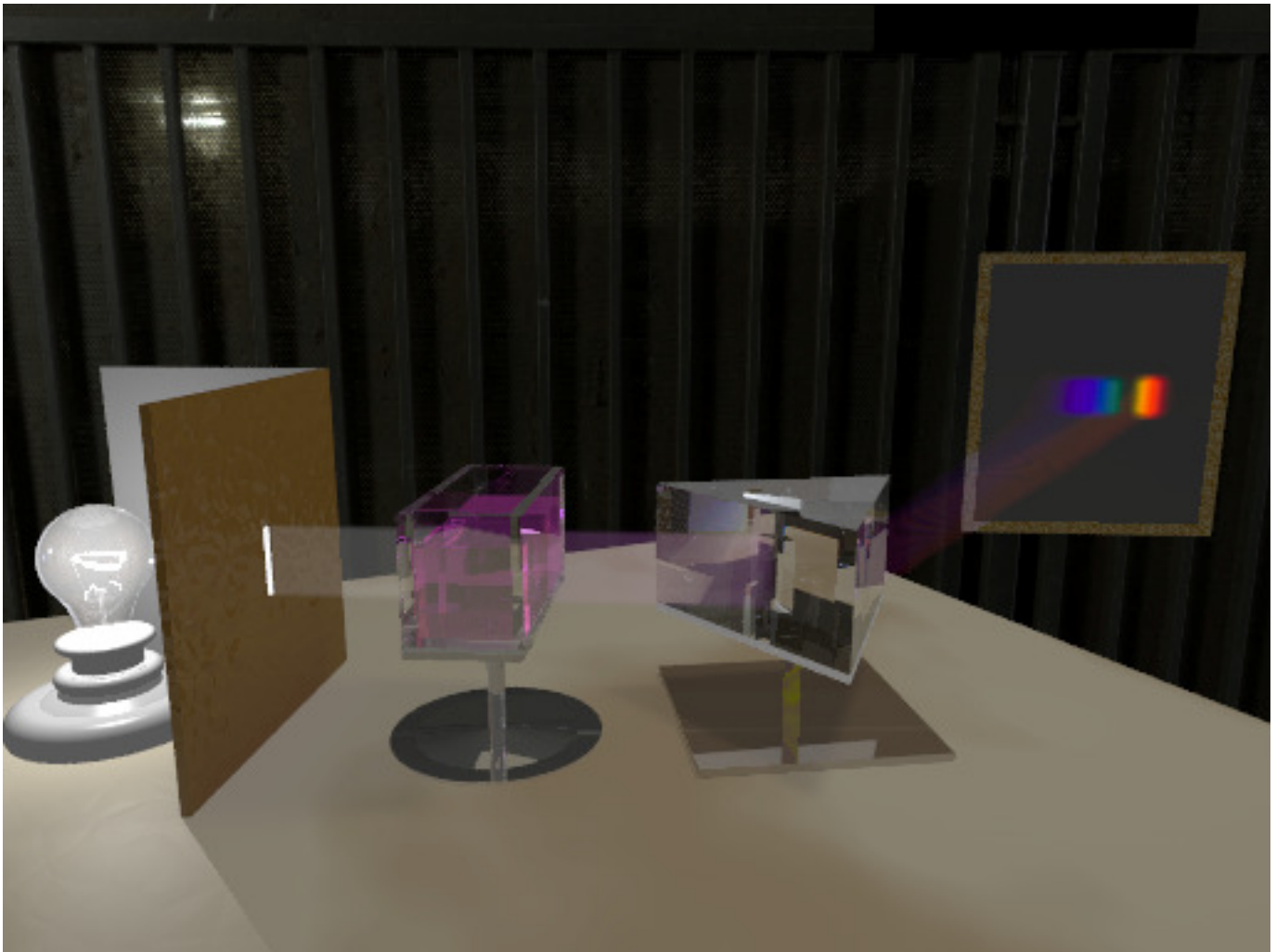
lampe à vapeur
d'atomes
ou
ions projetés dans
une flamme

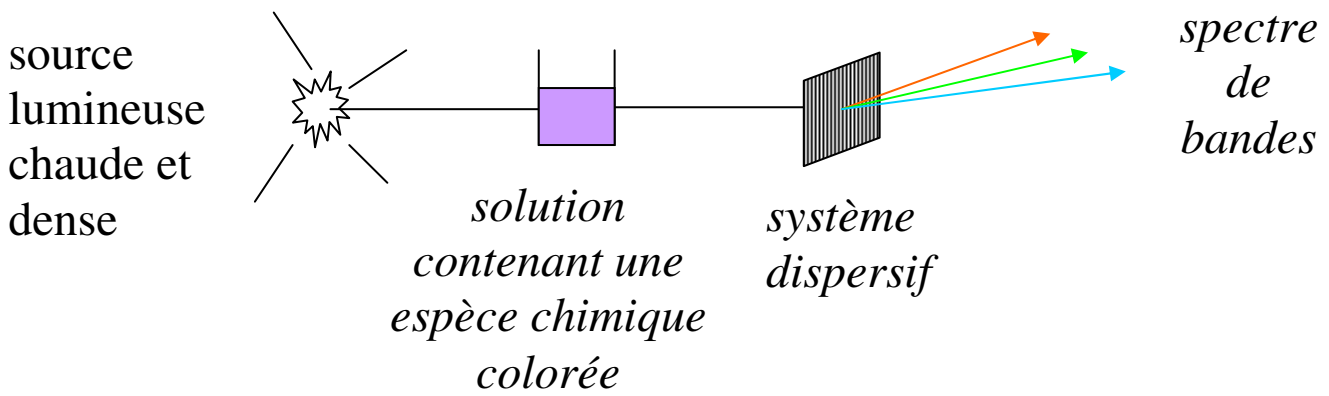


Observations

- le spectre de la lumière est discontinu
- le spectre de raies obtenu est caractéristique de l'espèce chimique à l'origine de la lumière

Spectre d'absorption par une solution

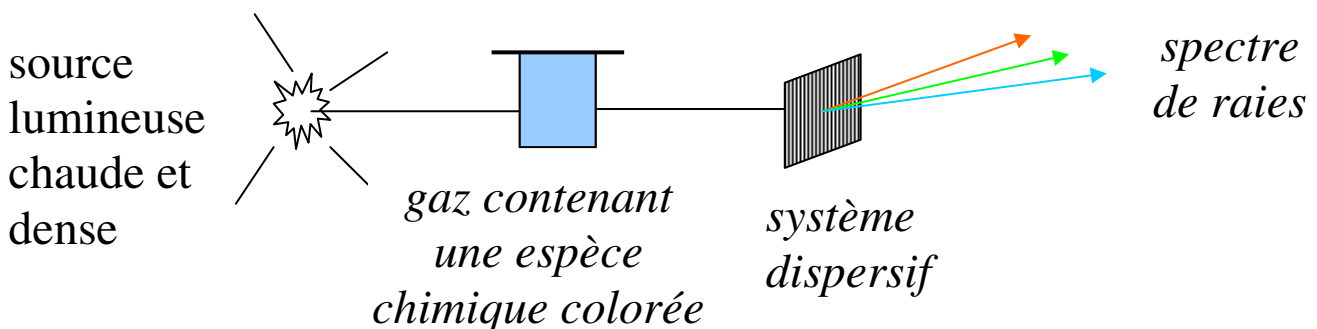




Observations

- sans la solution, le spectre d'origine thermique est continu
- avec la solution, on voit des bandes noires correspondantes à des lumières absorbées par l'espèce colorée contenue dans la solution
- le nombre et la position des bandes d'absorption sont caractéristiques de l'espèce colorée contenue dans la solution

Spectre d'absorption par un gaz

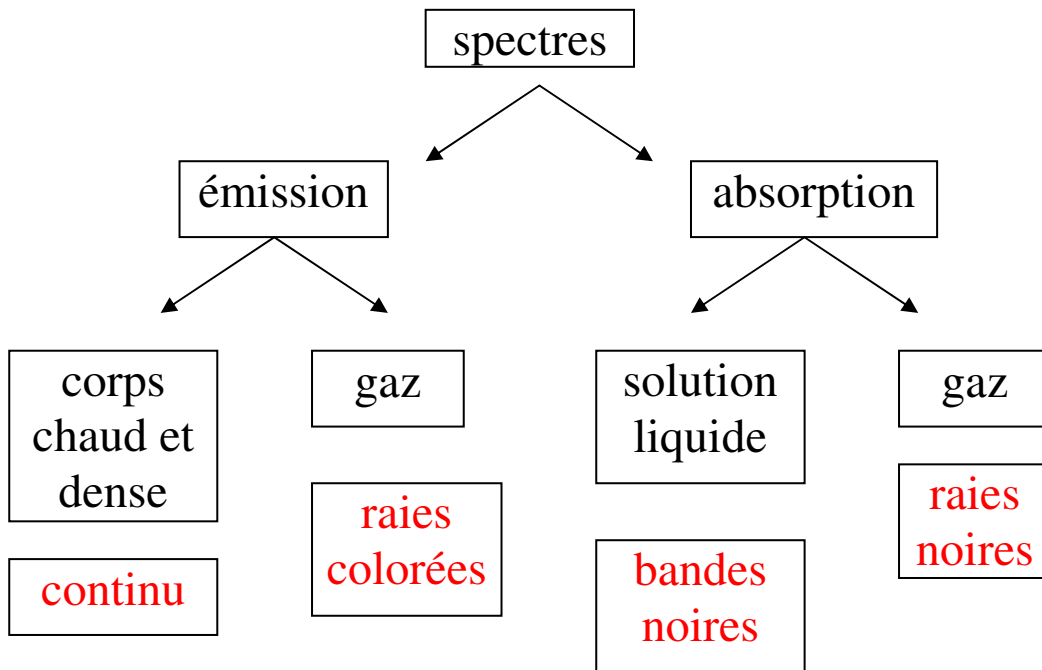


Observations

- sans le gaz, le spectre d'origine thermique est continu
- avec le gaz, on voit des raies noires correspondant à des lumières d'une seule couleur absorbées par les atomes du gaz

- le nombre et la position des raies d'absorption sont caractéristiques de l'espèce chimique gazeuse
- une espèce chimique absorbe la lumière qu'elle est capable d'émettre

Résumé



3.2.3 Caractérisation d'une radiation par sa longueur d'onde

Une lumière monochromatique est caractérisée par sa longueur d'onde λ (dans le vide ou dans l'air)

La lumière visible est le domaine auquel l'œil est sensible. Ce domaine est tel que :

$$400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$$

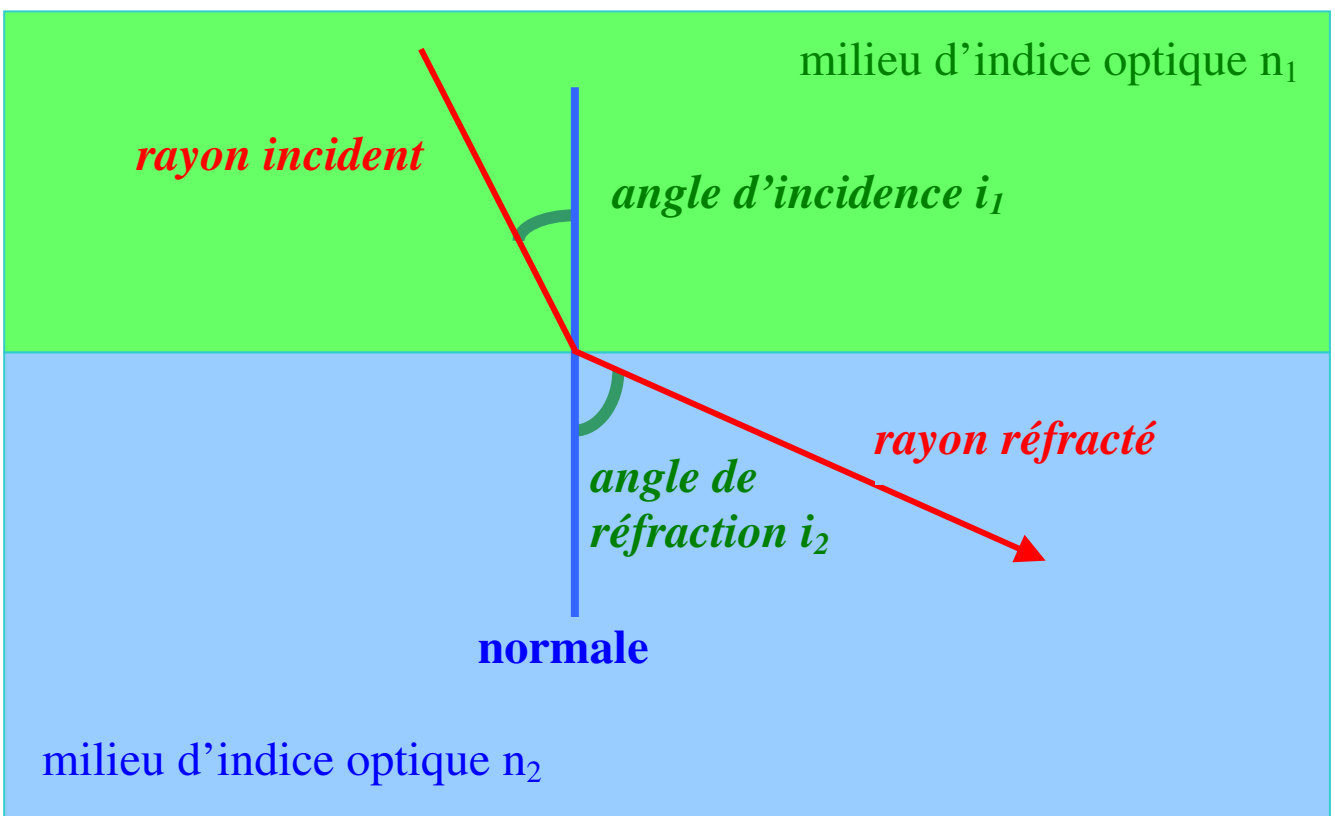
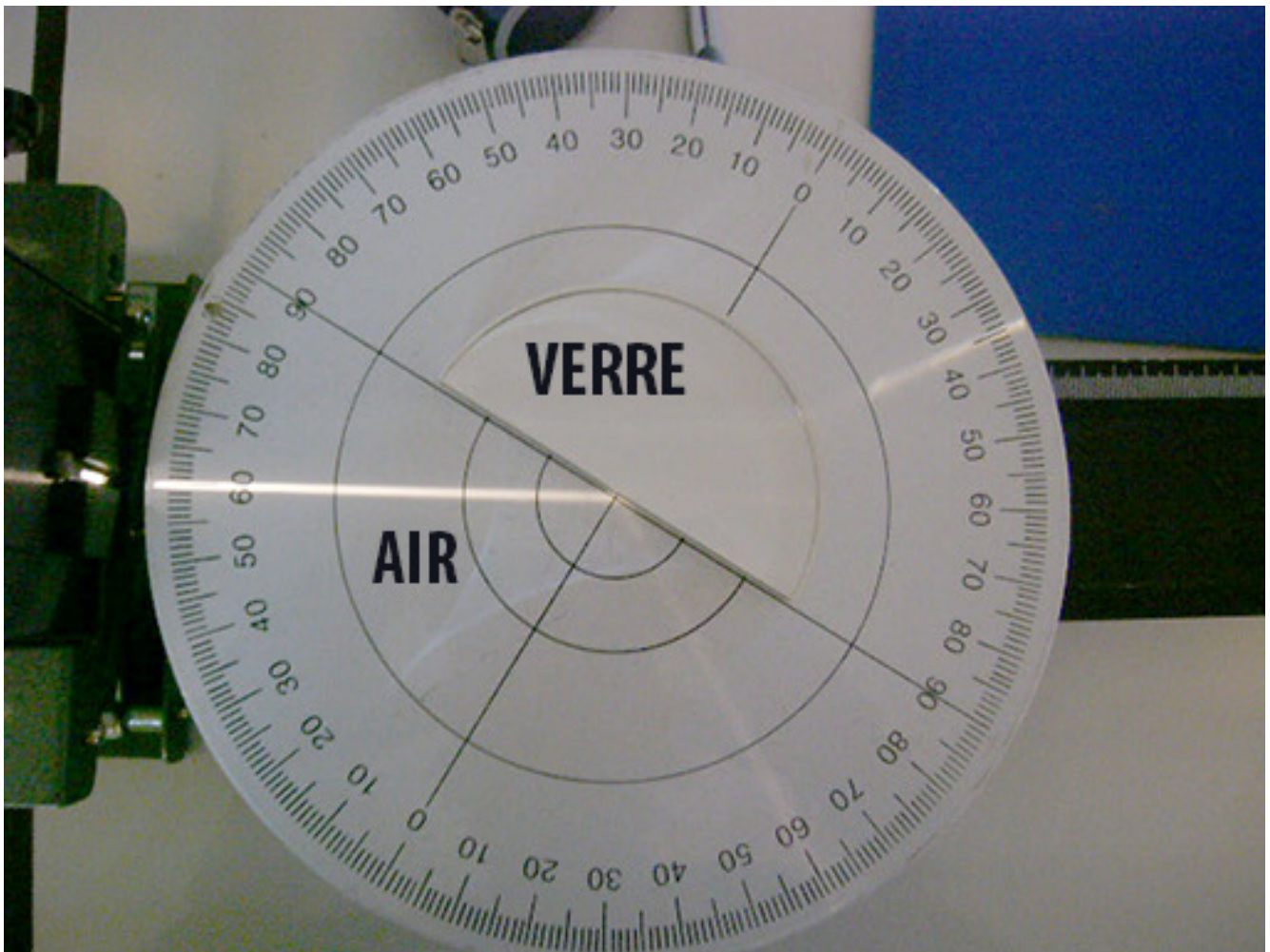
3.2.4 La réfraction

Un milieu transparent possède un indice de optique « n » (sans unité).

Exemples

milieu	alcool	verre	diamant	air
indice	1,36	1,50	2,42	1,00

C'est la différence des indices optiques « n_1 » et « n_2 » qui provoquent la déviation du rayon lumineux :

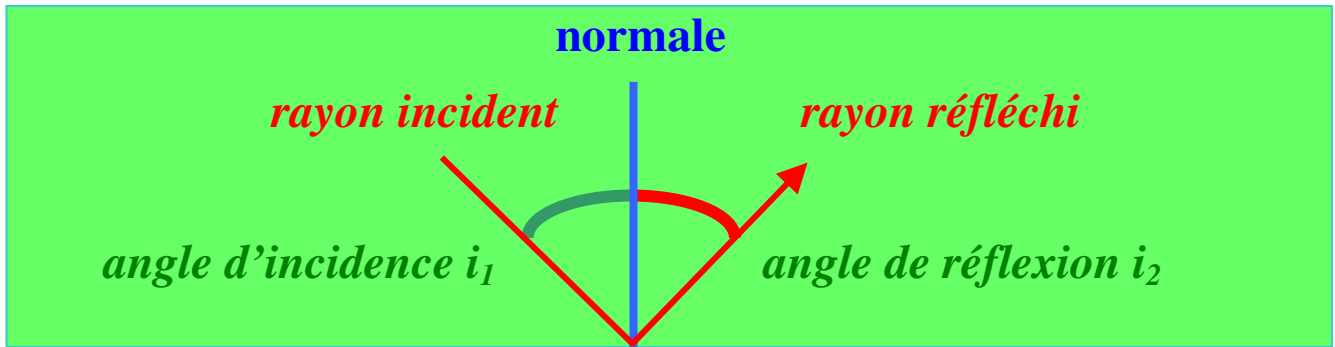


Loi de Snell-Descartes

Pour deux milieux transparents d'indices optique n_1 et n_2 , on a :

$$n_1 \times \sin (i_1) = n_2 \times \sin (i_2)$$

3.2.5 La réflexion



Loi de Snell-Descartes

Les angles incident et réfléchi sont égaux : $i_1 = i_2$

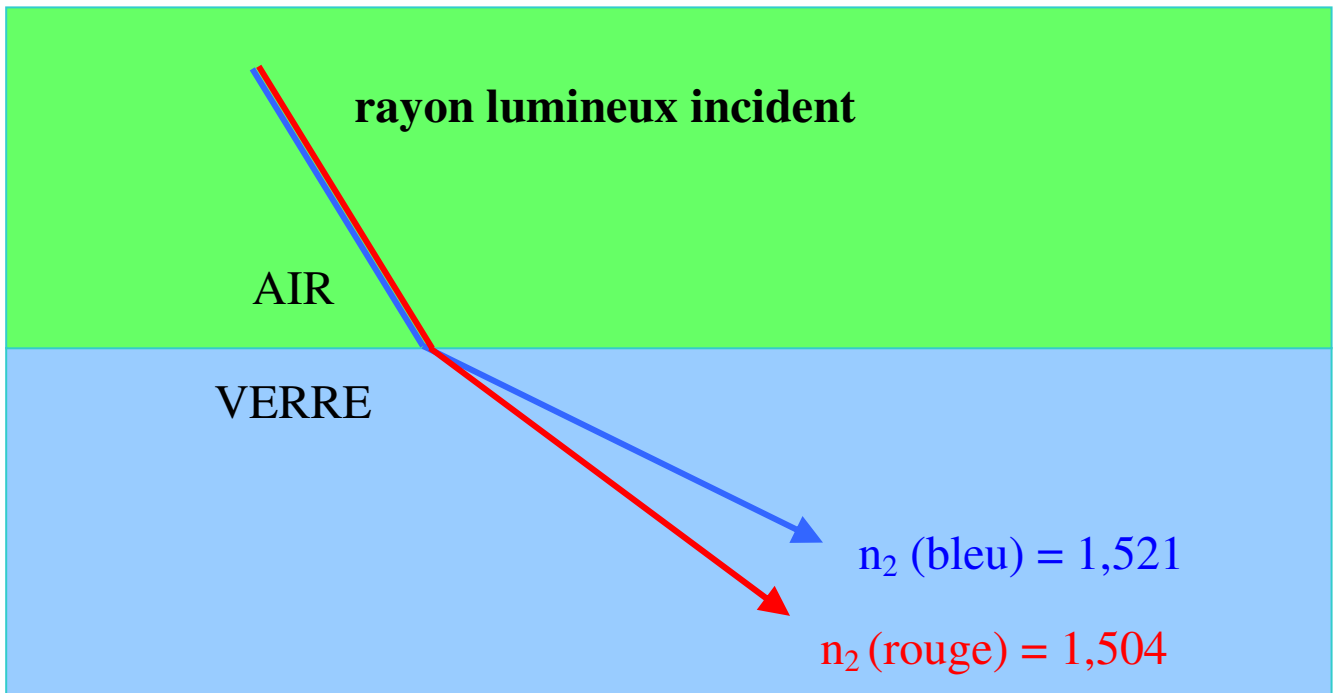
3.2.6 Dispersion de la lumière blanche par un prisme

L'indice optique « n » d'un matériau dépend de la longueur d'onde λ de la lumière qui le traverse.

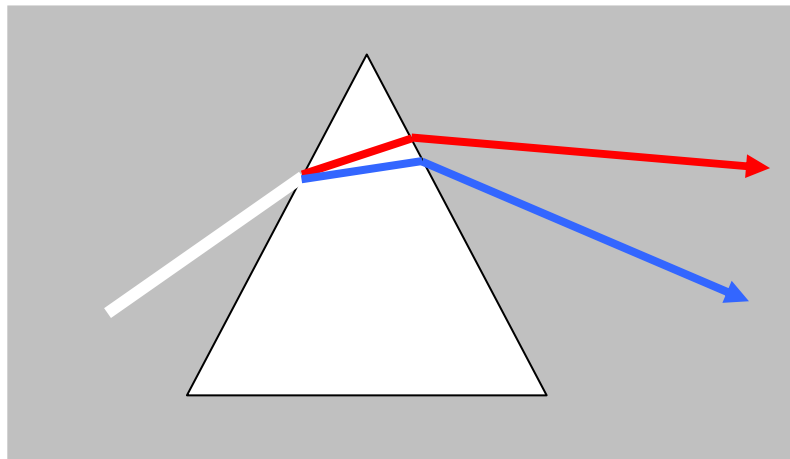
Exemples

longueur d'onde λ (nm)	656,3	589,3	486,1
couleur de la lumière	rouge	orange	bleue
indice optique d'un verre	1,504	1,507	1,521

C'est la différence des indices optiques « n_2 (rouge) » « n_2 (bleue) » qui provoquent la dispersion du rayon lumineux bicolore au passage de l'air au verre :



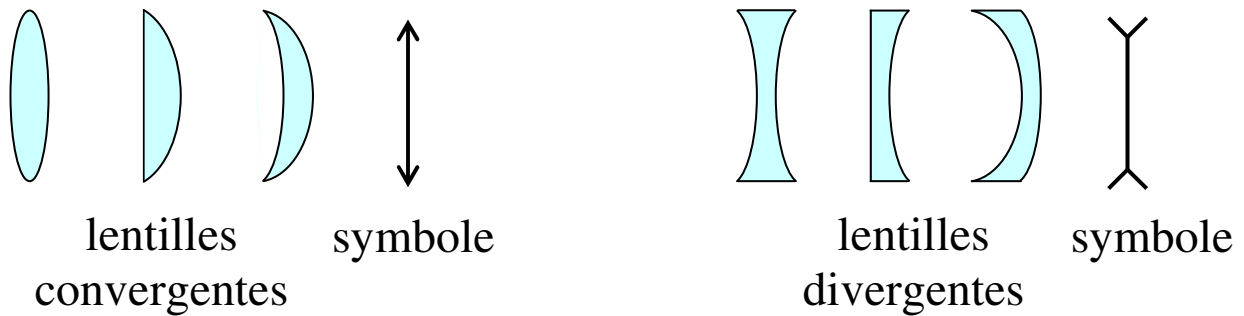
Application au prisme :



3.2.7 Lentille mince convergente

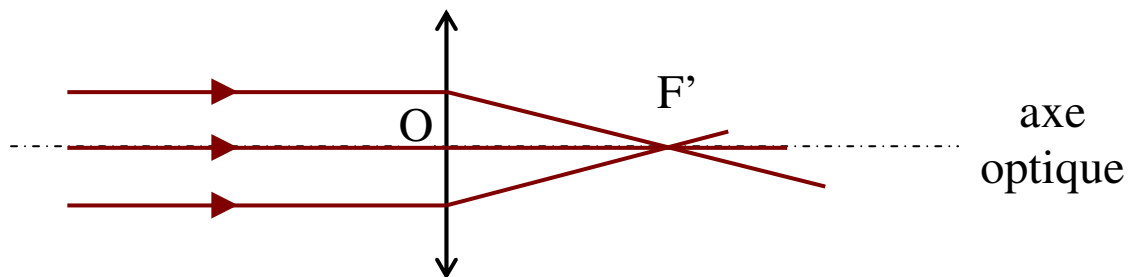


On distingue les lentilles à bord mince (lentilles convergentes) et les lentilles à bord épais (lentilles divergentes).



Distance focale

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



O : centre optique de la lentille

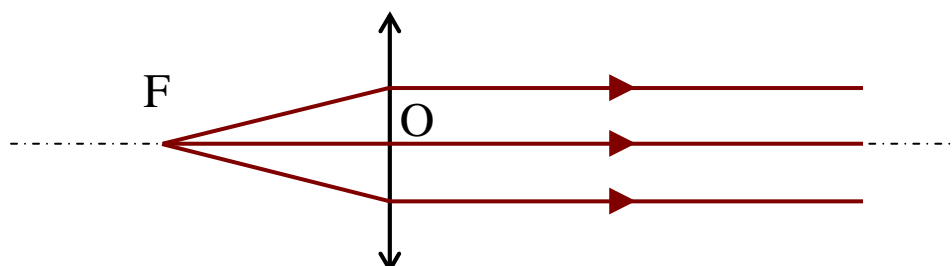
F' : foyer image de la lentille

$\overline{OF'}$: valeur algébrique de la distance entre O et F' ; en m

f' : distance focale ($= \overline{OF'}$) ; en m

Foyers de la lentille

Tout rayon incident qui passe par le foyer objet émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.

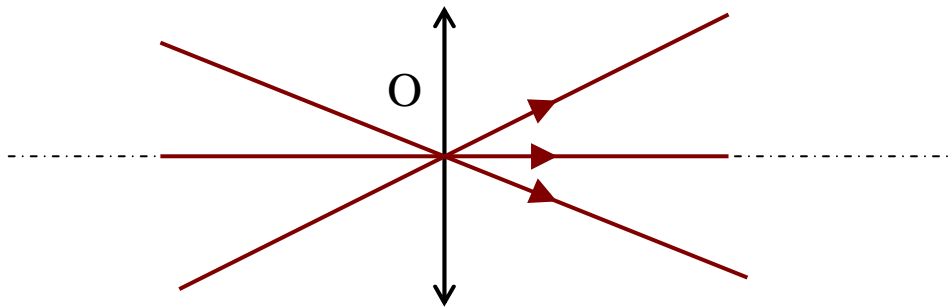


F : foyer objet de la lentille

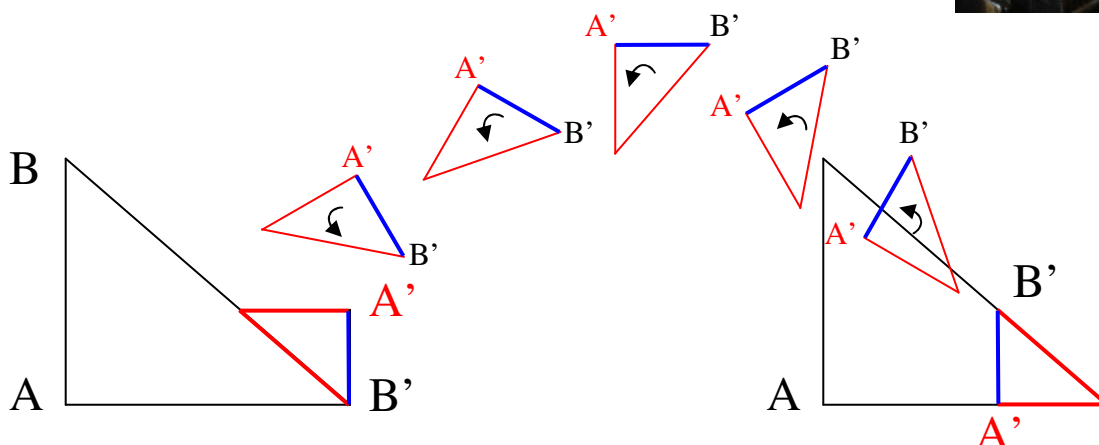
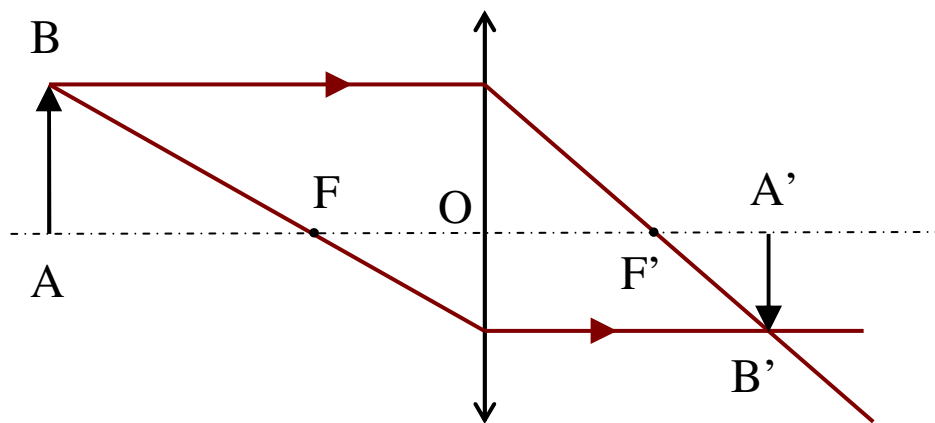
\overline{OF} : valeur algébrique de la distance entre les points O et F (valeur négative dans cet exemple).

Centre optique

Tout rayon incident qui passe par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.



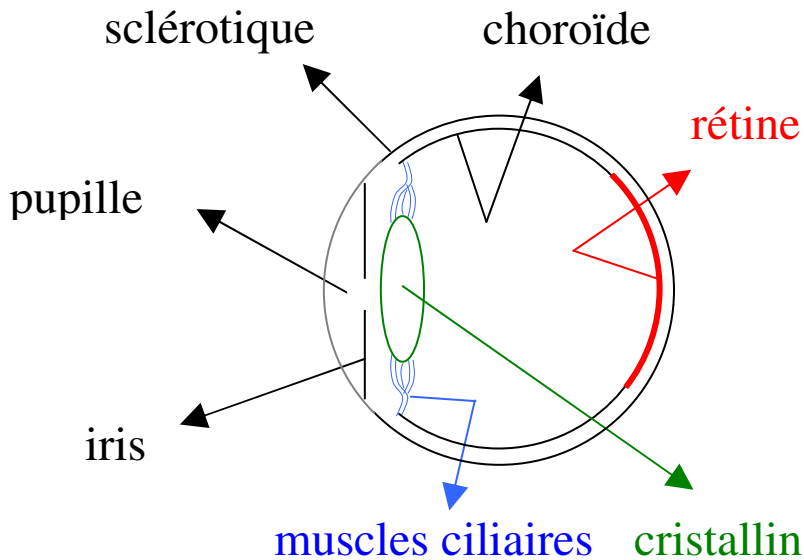
3.2.8 Grandissement



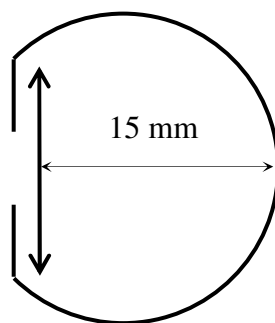
En utilisant le théorème de Thalès, on obtient :

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

3.2.9 L'œil



L'ensemble des milieux transparents de l'œil se comportent comme une lentille convergente diaphragmée. L'ensemble formé par la lentille, le diaphragme et l'écran s'appelle l'œil réduit :

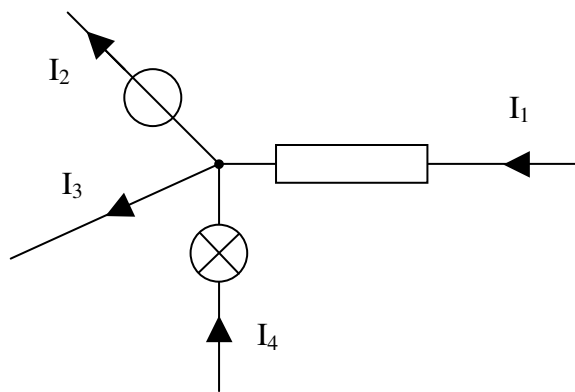


3.3 Signaux et capteurs

3.3.1 Loi des nœuds

Un nœud est un point du circuit électrique relié à au moins 3 fils parcourus par un courant.

La somme des intensités des courants qui entrent par un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en sortent.

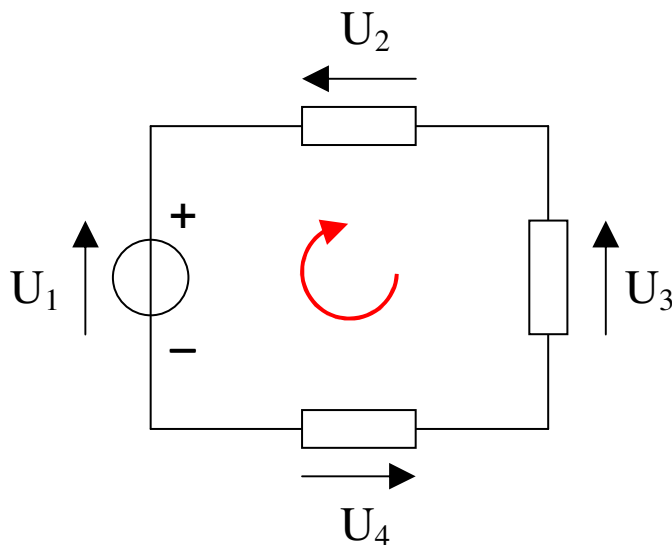


$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3$$

3.3.2 Loi des mailles

La somme des tensions le long d'une maille est toujours nulle.

Une tension est comptée négativement quand sa flèche va dans le sens contraire du sens de parcours choisi.



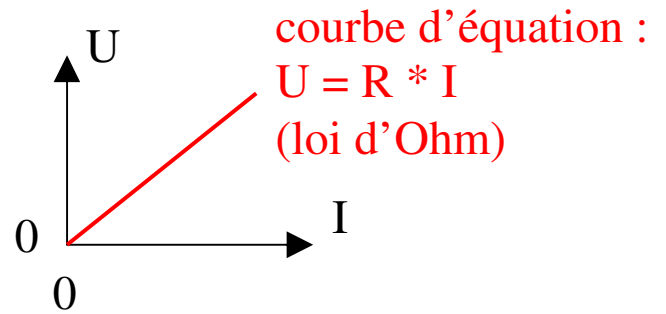
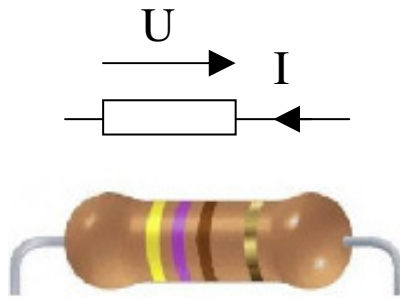
$$U_1 - U_2 - U_3 - U_4 = 0$$

3.3.3 Caractéristique tension-courant d'un dipôle

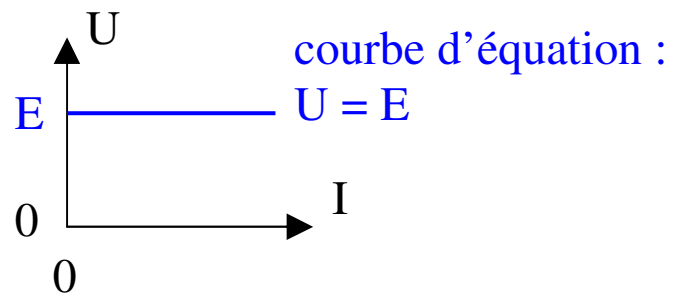
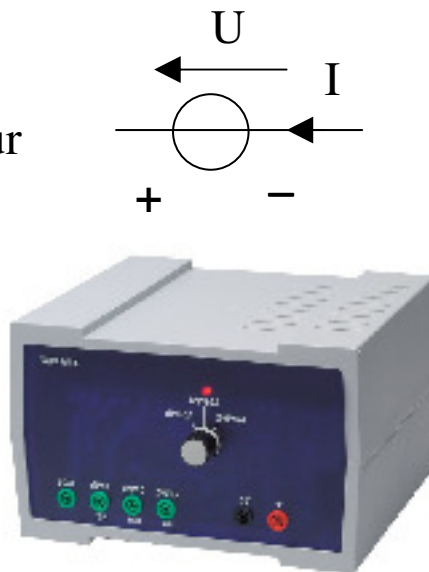
C'est la courbe représentant les variations de la tension aux bornes du dipôle en fonction de l'intensité du courant qui le traverse.

Exemples

La résistance

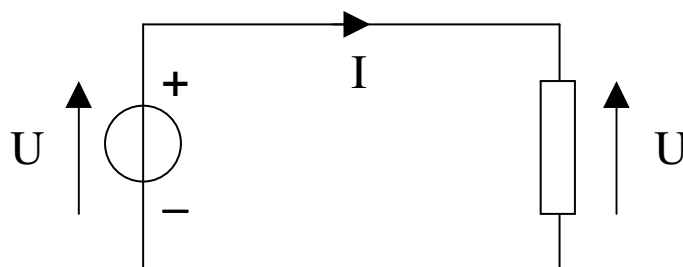


Le générateur de tension

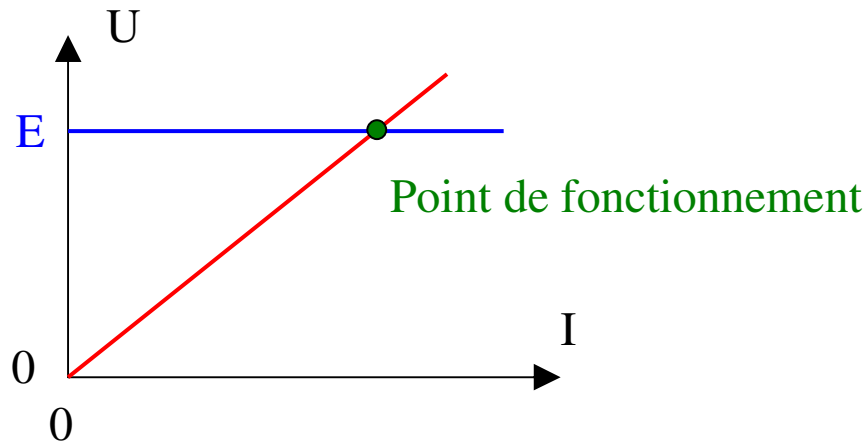


3.3.4 Point de fonctionnement

On associe un dipôle récepteur à un dipôle générateur :



On veut déterminer l'intensité du courant électrique et la tension commune aux 2 dipôles :



3.3.5 Capteur électrique

C'est dispositif transformant une grandeur physique (pression, température, ...) en une grandeur électrique (tension, intensité ...).

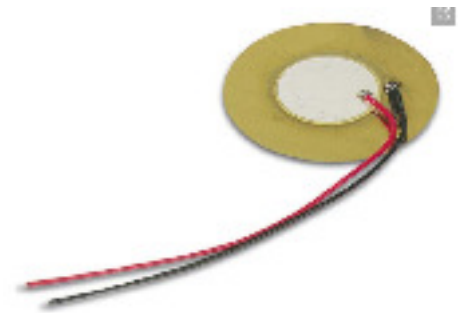
Exemples



thermistance



photodiode



capteur piézo-électrique

grandeur physique d'entrée

grandeur physique de sortie

température → **thermistance** → résistance électrique

flux lumineux → **photodiode** → courant électrique

force → **piézoélectrique** → tension électrique

Un instrument de mesure (ou un détecteur) est un appareil autonome disposant d'un capteur, une chaîne de mesure qui traite le signal capté et d'un afficheur.