

Activité 3 : La lumière

Notions et contenus : différentes sources de lumière, domaine des ondes électromagnétiques.

Compétences attendues : distinguer sources mono et polychromatiques, longueur d'onde, domaine de longueurs d'onde UV-visible-IR

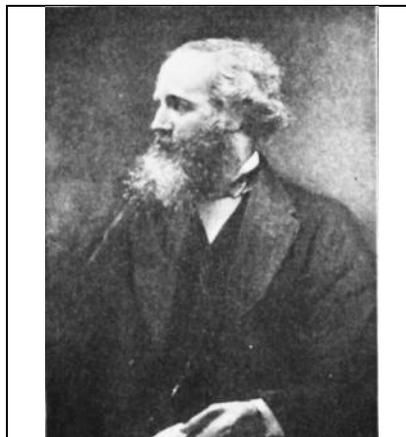
I. Le spectre électromagnétique, document :

Notre compréhension de la nature de la lumière fait un bond de géant dans la seconde moitié des années 1800 avec l'aide du physicien écossais James Clerk Maxwell. Maxwell s'intéresse à une foule de problèmes scientifiques dont l'électricité et le magnétisme. Il commence à publier des articles sur ces sujets en 1855, et synthétisera l'ensemble en 1873 dans son livre intitulé *Treatise on Electricity and Magnetism* (ou *Traité sur l'Électricité et le Magnétisme*, en français), un classique en la matière. En 1863, Maxwell découvre qu'en manipulant ses équations sur l'électricité et le magnétisme, il est capable d'extraire une valeur qui correspond à la vitesse de propagation de la lumière. Surpris par un tel résultat, il commence alors à soupçonner que lumière, électricité et magnétisme ne font qu'un. Poursuivant sur sa lancée, il développe davantage ses équations sur l'électricité et le magnétisme et aboutit à la conclusion que la lumière doit être une onde, comme l'avait démontré Thomas Young plus de cinquante ans auparavant, mais une onde électromagnétique, c'est-à-dire possédant une composante électrique et magnétique, ce qui est en soit une découverte capitale. De plus, il n'y a aucune raison, selon lui, pour qu'il n'existe pas d'ondes électromagnétiques invisibles au-delà du spectre de la lumière visible et de l'ultraviolet. Par malheur, Maxwell ne vivra pas assez longtemps pour vérifier si sa prévision s'avère exacte car il meurt en 1879, peu de temps après avoir élaboré sa théorie. En 1888, ce sera pourtant la consécration pour lui : le physicien allemand Heinrich Rudolf Hertz parvient en effet à démontrer que l'électricité peut être transmise par ondes électromagnétiques, que celles-ci voyagent à la vitesse de la lumière et que leur longueur d'onde est un million de fois plus grande que celles de la lumière visible et de l'ultraviolet. Hertz donne à ces nouvelles ondes le nom « d'ondes radio ». Elles joueront plus tard, on s'en doute bien, un rôle de premier plan dans le développement du télégraphe et de la radio.



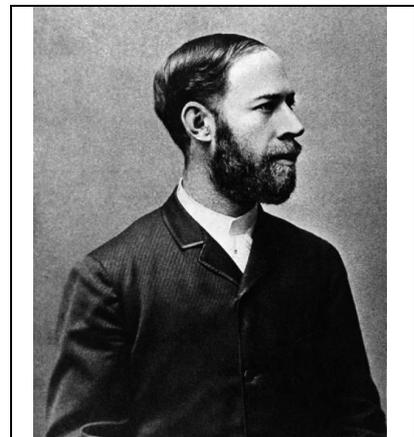
Thomas Young (1773 – 1829)

Physicien britannique réputé pour avoir mis en évidence le caractère ondulatoire de la lumière. Outre sa maîtrise de 13 langues, il s'intéressera à de nombreux domaines de la science, des mathématiques, à la médecine en passant par l'égyptologie.



James Clerk Maxwell (1831-1879)

Grand scientifique du XIX^{ème} siècle, les travaux de Maxwell sur la théorie de l'électromagnétisme ont été à la base des plus grandes théories du XX^{ème} siècle. Il a également contribué à la théorie ondulatoire de la lumière, à l'étude de la cinétique des gaz et à la théorie des couleurs.



Heinrich Hertz (1857-1894)

Physicien allemand spécialiste de l'électromagnétisme. Comme Maxwell il s'est intéressé au caractère ondulatoire de la lumière, notamment dans le domaine des ondes radiométriques. Il est à l'origine de la télégraphie et de la téléphonie.

Aujourd'hui, le spectre électromagnétique est connu pour s'étendre bien au-delà des couleurs de l'arc-en-ciel. Le spectre électromagnétique est continu mais les scientifiques l'ont divisé de façon artificielle pour des raisons de commodité. Les divisions ont surtout été établies à l'aide des techniques utilisées pour détecter les différentes longueurs d'onde. Par exemple, les limites du domaine de la lumière visible sont définies par ce que nos yeux peuvent détecter. La portion du spectre électromagnétique que nous pouvons percevoir avec nos yeux est infime par rapport à son étendue totale. Si on faisait correspondre le spectre électromagnétique à une fenêtre de 30 millions de kilomètres de long, il ne faudrait ouvrir la fenêtre que de 3 centimètres pour laisser passer la lumière visible. Bien que les ondes radio, infrarouges, ultraviolettes, X et gamma soient toutes des « couleurs » invisibles, ce sont toutes, comme les ondes visibles, de la lumière.

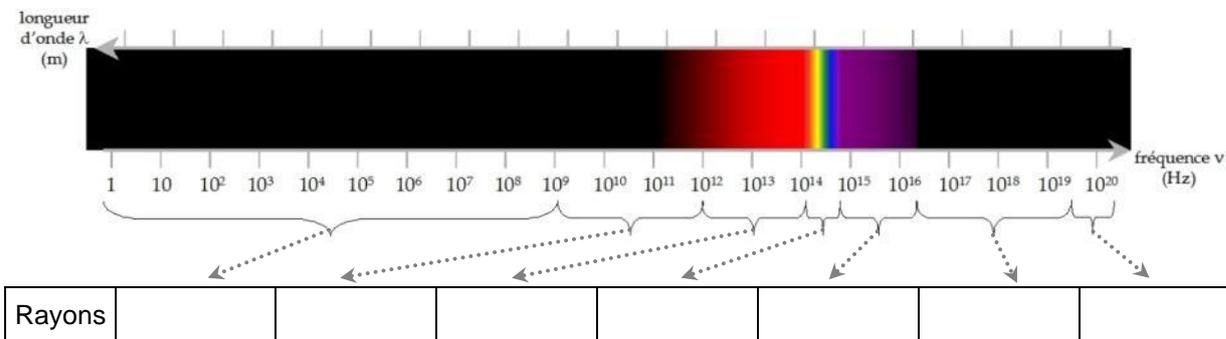
Activité 3 : La lumière

II. Etude du spectre électromagnétique :

- 1) Quel est le rapport entre l'électricité, le magnétisme et la lumière d'après Maxwell ?
- 2) Quelle relation y a-t-il entre la longueur d'onde et la fréquence d'un rayonnement électromagnétique ?
- 3) Calculer la longueur d'onde correspondant aux différents domaines de fréquence, puis compléter le tableau ci-dessous : $c = 299\,792\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$

<i>Rayons cosmiques et rayons γ</i>	$5.10^{19}\text{Hz} \leq \nu \leq 5.10^{20}\text{ Hz}$
	$< \lambda <$
<i>Rayons X</i>	$3.10^{16}\text{Hz} \leq \nu < 5.10^{19}\text{Hz}$
	$< \lambda <$
<i>Rayons UV</i>	$8.10^{14}\text{ Hz} \leq \nu < 3.10^{16}\text{Hz}$
	$< \lambda <$
<i>Rayons visibles</i>	$4.10^{14}\text{ Hz} \leq \nu < 8.10^{14}\text{ Hz}$
	$< \lambda <$
<i>Rayons infra-rouge</i>	$1.10^{12}\text{ Hz} \leq \nu < 4.10^{14}\text{ Hz}$
	$< \lambda <$
<i>Rayons micro-onde</i>	$1.10^9\text{ Hz} \leq \nu < 1.10^{12}\text{ Hz}$
	$< \lambda <$
<i>Rayons radio</i>	$0\text{ Hz} \leq \nu < 1.10^9\text{ Hz}$
	$< \lambda <$

- 4) Compléter la légende du schéma suivant :



- 5) En vous aidant du texte, quel pourcentage représente le domaine visible par rapport au spectre électromagnétique total ?
- 6) Quelles sont, dans ce spectre, les radiations les plus énergétiques ?

III. Exemple de sources lumineuses

Répondre aux questions de l'activité 1 p. 46, afin d'identifier différentes sources de lumières.

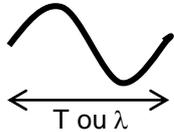
Activité 3 : La lumière Correction

Notions et contenus : différentes sources de lumière, domaine des ondes électromagnétiques.

Compétences attendues : distinguer sources mono et polychromatiques, longueur d'onde, domaine de longueurs d'onde UV-visible-IR

I. Etude du spectre électromagnétique :

- 1) Quel est le rapport entre l'électricité, le magnétisme et la lumière d'après Maxwell ?
 La lumière est une onde électromagnétique.
- 2) Quelle relation y a-t-il entre la longueur d'onde et la fréquence d'un rayonnement électromagnétique ?



La distance parcourue par l'onde électromagnétique est :

$$d = v \times \Delta t, \text{ soit ici, } \lambda = c \times T.$$

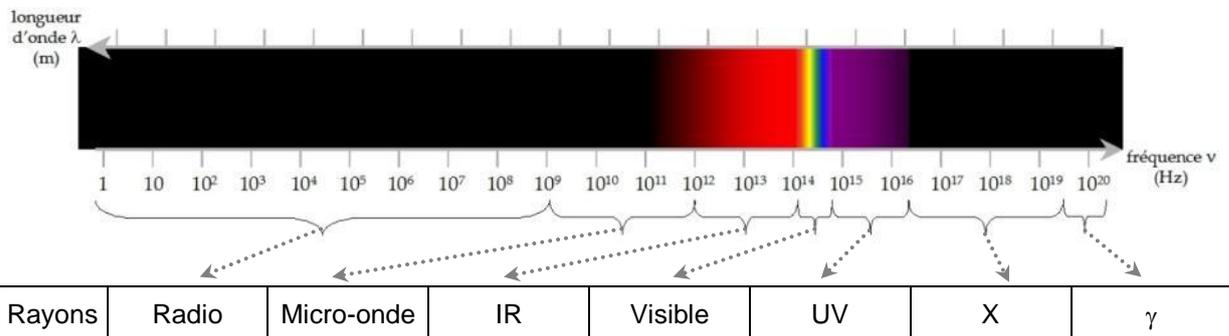
Or $v = 1/T$, donc

$$\lambda = \frac{c}{v}$$

- 3) Calculer la longueur d'onde correspondant aux différents domaines de fréquence, puis compléter le tableau ci-dessous : $c = 299\,792\text{ km.s}^{-1}$

Rayons cosmiques et rayons γ	$5.10^{19}\text{Hz} \leq \nu \leq 5.10^{20}\text{ Hz}$ $6.10^{-13}\text{ m} < \lambda < 6.10^{-12}\text{ m}$
Rayons X	$3.10^{16}\text{Hz} \leq \nu < 5.10^{19}\text{Hz}$ $6.10^{-12}\text{ m} < \lambda < 1.10^{-8}\text{ m}$
Rayons UV	$8.10^{14}\text{ Hz} \leq \nu < 3.10^{16}\text{Hz}$ $1.10^{-8}\text{ m} < \lambda < 4.10^{-7}\text{ m}$
Rayons visibles	$4.10^{14}\text{ Hz} \leq \nu < 8.10^{14}\text{ Hz}$ $4.10^{-7}\text{ m} < \lambda < 8.10^{-7}\text{ m}$
Rayons infra-rouge	$1.10^{12}\text{ Hz} \leq \nu < 4.10^{14}\text{ Hz}$ $8.10^{-7}\text{ m} < \lambda < 3.10^{-4}\text{ m}$
Rayons micro-onde	$1.10^9\text{ Hz} \leq \nu < 1.10^{12}\text{ Hz}$ $3.10^{-4}\text{ m} < \lambda < 3.10^{-1}\text{ m}$
Rayons radio	$0\text{ Hz} \leq \nu < 1.10^9\text{ Hz}$ $3.10^{-1}\text{ m} < \lambda < \infty$

- 4) Compléter la légende du schéma suivant :



- 5) En vous aidant du texte, quel pourcentage représente le domaine visible par rapport au spectre électromagnétique total ?

$$\% = \frac{3.10^{-7}}{3.10^{10}} \times 100 = 1.10^{-10} \% = 1 \text{ dix milliardième pourcent} = 1 \text{ mille milliardième du spectre}$$

- 6) Quelles sont, dans ce spectre, les radiations les plus énergétiques ?
 Rayons gamma (voir après que $E = h\nu$)

II. Conclusion :

La lumière est une onde électromagnétique, caractérisée par sa longueur d'onde ou sa fréquence.
 Le spectre représente toutes les ondes existantes, groupées par catégories