

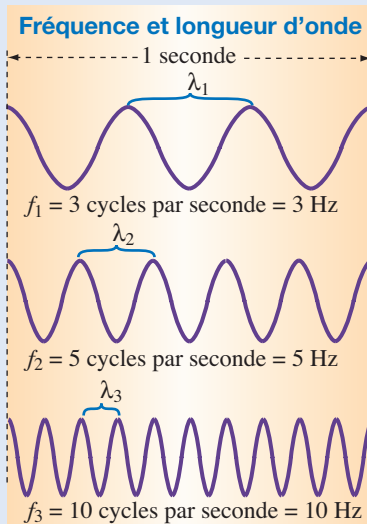


**Joseph Fourier**  
1768-1830

La décomposition de fonctions en somme infinie de fonctions sinus et cosinus est due à Jean-Baptiste Joseph Fourier.

# Sommes d'ondes

**NH** Fourier



Les modèles sinusoïdaux ont permis d'élaborer des méthodes de description et d'analyse des ondes. La lumière visible, les rayons infrarouges, les rayons ultraviolets, les sons se déplacent dans l'espace sous forme d'ondes. On caractérise une onde par trois paramètres, la longueur d'onde ( $\lambda$ , lambda), la fréquence et la vitesse. La *longueur d'onde*, représentée par la lettre grecque  $\lambda$  (lambda), est la distance entre deux crêtes consécutives de l'onde. Elle est mesurée en mètres (m).

Considérons une onde dont la fréquence est de  $f$  cycles par seconde ( $f$  Hz) et dont la longueur d'onde est de  $\lambda$  mètres. Les  $f$  cycles parcourus en une seconde ont alors une longueur totale de  $\lambda f$  mètres. L'onde va donc parcourir  $\lambda f$  mètres par seconde. C'est la vitesse de propagation de l'onde, soit :

$$v = \lambda f$$

où  $f$  est la fréquence en hertz (Hz),  $\lambda$ , est la longueur d'onde en mètres (m) et  $v$  est la vitesse de propagation en mètres par seconde (m/s).

Dans l'illustration à gauche ci-contre, les trois ondes ont la même vitesse, mais des longueurs d'onde et des fréquences différentes.

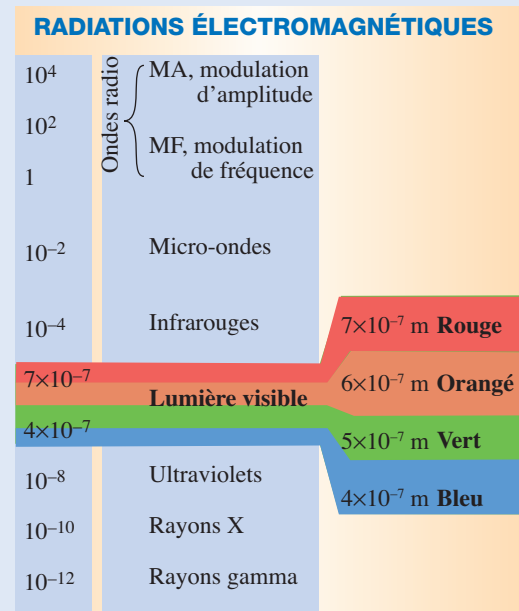
## Radiation électromagnétique

La radiation électromagnétique est une des formes de déplacement de l'énergie dans l'espace. Cette radiation est une onde qui se déplace à la vitesse de la lu-

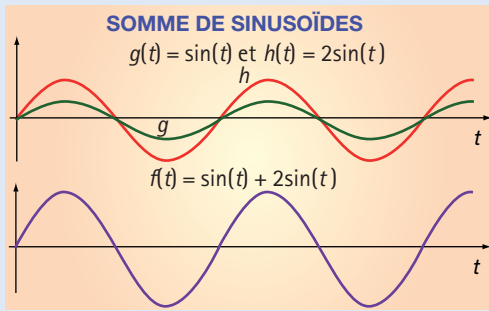
mière. Dans le cas d'une radiation électromagnétique, on utilise la lettre  $c$  pour désigner la vitesse et la lettre grecque  $\nu$  (nu) pour désigner la fréquence. On a alors :

$$\lambda \nu = c$$

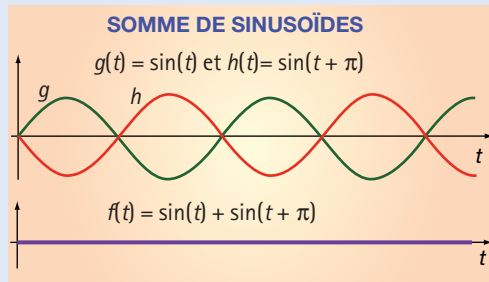
La lumière visible, l'énergie solaire, les ondes radio font partie des radiations électromagnétiques. Le spectre de ces ondes est donné dans la figure suivante :



Les ondes ont une propriété bien particulière, elles s'additionnent. Ainsi, en s'additionnant, deux ondes en phase et de même fréquence donnent une onde dont l'amplitude est la somme des amplitudes des deux composantes.

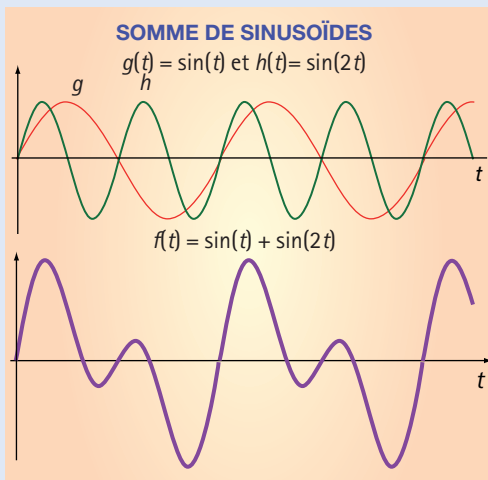


En s'additionnant, deux ondes de même fréquence, de même amplitude, mais en opposition de phase s'annulent.



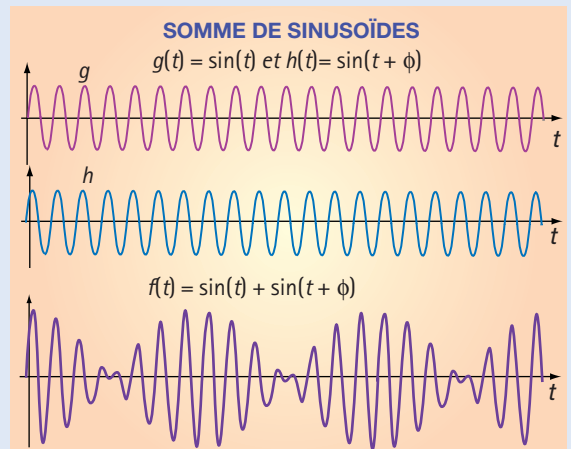
On utilise cette propriété pour l'atténuation du bruit. Il faut produire un son de même fréquence mais déphasé de  $\pi$  rad. Par exemple, pour atténuer le bruit des moteurs dans un avion.

Lorsqu'on additionne deux sinusoides et que la fréquence de l'une est un multiple de celle de l'autre, on obtient une fonction dont la fréquence est la plus petite des deux.



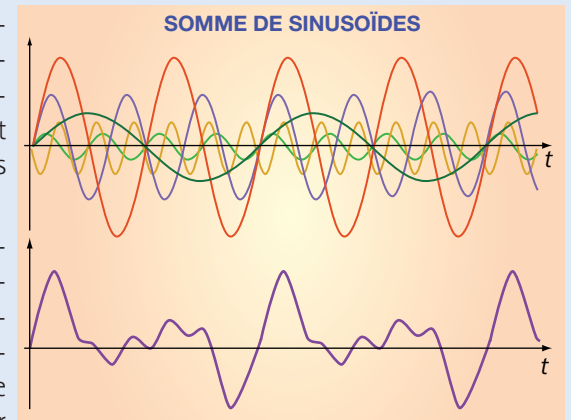
La sinusoides qui a la plus basse fréquence a aussi la plus longue période et la période de la somme est la plus longue des deux.

Lorsque deux ondes ont la même fréquence mais sont légèrement déphasées l'une par rapport à l'autre, on observe un phénomène de battement.



Si plusieurs vibrations d'amplitude et de fréquence variables s'additionnent, elles produisent une vibration dont la forme peut être très complexe.

Cependant, une vibration complexe peut toujours être décomposée en sinusoides élémentaires et il suffit de donner l'information sur l'amplitude et la fréquence de ces sinusoides élémentaires pour pouvoir recomposer la vibration complexe. Il est souvent plus facile d'analyser un problème en décomposant l'onde en ondes simples puis de faire la somme de l'information recueillie pour connaître le comportement global.



L'information sur l'amplitude et la fréquence des composantes est donnée par un graphique appelé *spectre de Fourier* ou *spectre des fréquences* (NH Ondes03). Il s'agit d'un graphique simple en bâtons dont l'axe horizontal indique les multiples de la fréquence fondamentale de la vibration. La hauteur des bâtons indique l'amplitude de la sinusoides élémentaire pour chacune des fréquences.

