



Fiche de synthèse n°10

L'effet Doppler

1. Les ondes périodiques, rappels

Une onde périodique est décrite par quatre grandeurs :

- Sa **période**, notée T , est la **durée** au bout de laquelle un point du milieu de propagation retrouve le même état de perturbation.
- Sa **fréquence** correspondant au **nombre d'oscillations par unité de temps** d'un point du milieu, et qui vaut :

$$f = \frac{1}{T}$$

- Sa **célérité** est la **vitesse** à laquelle une perturbation se propage.
- Sa **longueur d'onde** est la **distance** sur laquelle la perturbation se propage pendant une période. C'est donc la plus petite distance au bout de laquelle la perturbation du milieu est reproduite. La longueur d'onde vaut :

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

2. Présentation de l'effet Doppler

Lorsqu'un récepteur est atteint par une onde périodique en mouvement par rapport à lui, la fréquence (et donc la longueur d'onde) de l'onde reçue peut différer de celles de l'onde émise par effet Doppler.

L'effet Doppler survient :

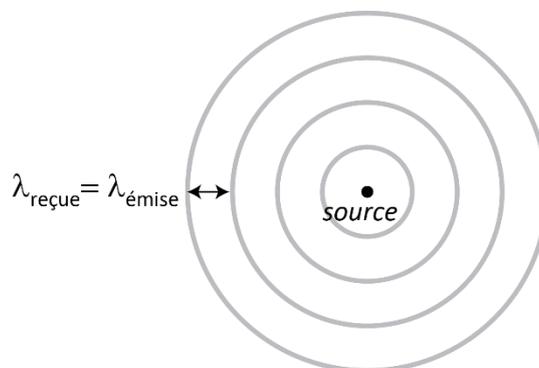
- lorsqu'une source émet une **onde périodique** (mécanique ou électromagnétique)
- si le récepteur et la source sont **en mouvement** l'un par rapport à l'autre.

S'il s'agit d'une onde électromagnétique, l'effet Doppler est souvent appelé « effet Doppler – Fizeau » mais son origine physique est la même.

3. Origine physique de l'effet Doppler

Considérons une source émettant une onde périodique. Les lignes en grisé représentent les points de l'espace atteints par la même perturbation : on les appelle des « surfaces d'onde ».

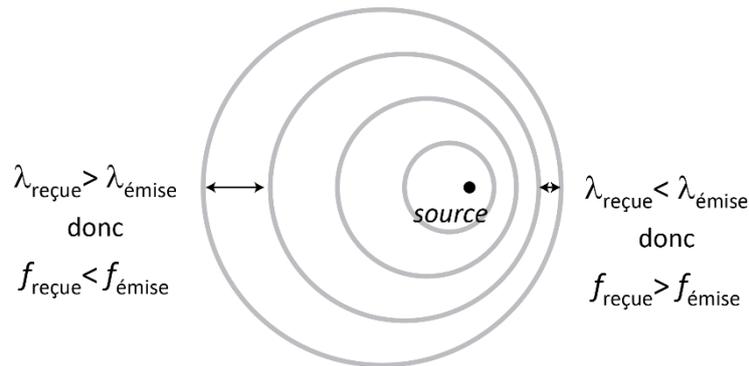
Cas où la source est immobile par rapport au récepteur :



Où que soit placé le récepteur, la longueur d'onde et la fréquence de l'onde reçue sont les mêmes et sont respectivement égales à la longueur d'onde et à la fréquence de l'onde émise.



Cas où la source est en mouvement (ici, vers la droite) :



3.1. Effet Doppler et effet Doppler-Fizeau

L'effet Doppler affecte toutes les ondes périodiques, qu'elles soient mécaniques ou électromagnétiques. Comme il a été mis en évidence plus tard par Hyppolyte Fizeau, l'effet Doppler pour les ondes électromagnétiques est appelé « effet Doppler-Fizeau ».

Bilan à retenir :

	La source et le récepteur...	
	...se rapprochent	... s'éloignent
Fréquence	$f_{reçue} > f_{émise}$	$f_{reçue} < f_{émise}$
Longueur d'onde	$\lambda_{reçue} < \lambda_{émise}$	$\lambda_{reçue} > \lambda_{émise}$
Conséquence pour une onde sonore	Réception d'un son plus aigu .	Réception d'un son plus grave .
Conséquence pour une onde lumineuse	Réception d'une lumière décalée vers le bleu : « Blueshift ».	Réception d'une lumière décalée vers le rouge : « Redshift ».

4. Le décalage Doppler

4.1. Définition

On appelle « décalage Doppler », noté δf , la différence entre la fréquence de l'onde reçue et celle de l'onde émise, en valeur absolue :

$$\delta f = |f_{émise} - f_{reçue}|$$

4.2. La vélocimétrie par effet Doppler

Le décalage Doppler est lié à la vitesse relative de la source et du récepteur et permet donc de mesurer cette vitesse.

Il intervient aussi lorsqu'une onde est **réfléchi par un obstacle mobile**.

C'est le phénomène exploité pour concevoir les vélocimètres à effet Doppler, utilisés pour mesurer des vitesses.

Les **exemples** d'application sont nombreux :

- mesure du débit sanguin avec les ultrasons ;
- mesure de la vitesse des voitures avec les radars autoroutiers ;
- mesure de la vitesse d'expansion de l'Univers avec les ondes lumineuses ;
- détection des exoplanètes ;
- etc.