



# 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 :

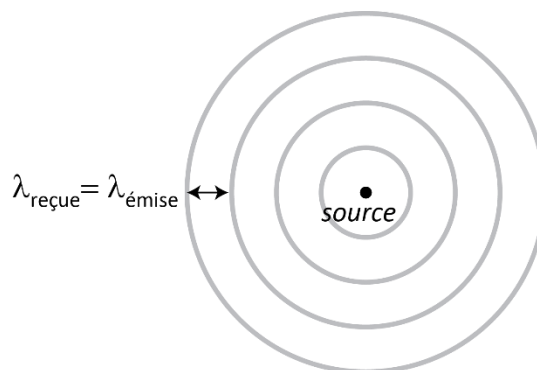
- lorsqu'une source émet une **onde périodique** (mécanique ou électromagnétique)
- si le récepteur et la source sont **en mouvement** l'un par rapport à l'autre.

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 ».

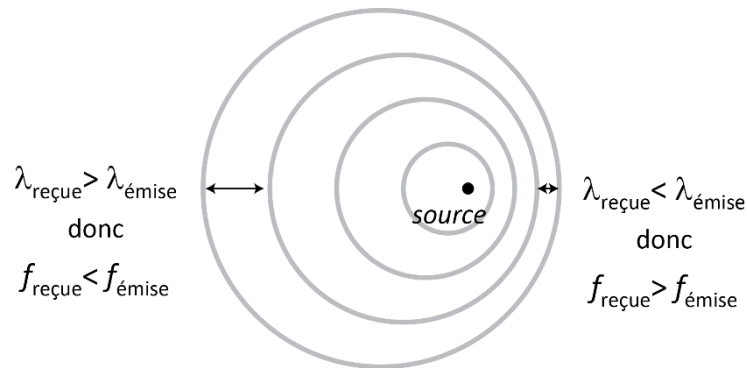
Cas où la source est immobile par rapport au récepteur :



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 <b>onde sonore</b>	Réception d'un son <b>plus aigu</b> .	Réception d'un son <b>plus grave</b> .
Conséquence pour une <b>onde lumineuse</b>	Réception d'une lumière <b>décalée vers le bleu</b> : « Blueshift ».	Réception d'une lumière <b>décalée vers le rouge</b> : « Redshift ».

## 4. Le décalage Doppler

### 4.1. Définition

On appelle « décalage Doppler », noté  $\delta f$ , 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 **réfléchié 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.