



# INTRODUCTION A

L'I<sub>(IMAGERIE)</sub> par R<sub>(RESONANCE)</sub> M<sub>(MAGNETIQUE)</sub>

Muriel ROTH

Centre d'IRM fonctionnelle de Marseille

## L'historique

Rappels sur les vecteurs

Les ondes électromagnétiques

# Les champs magnétiques

**1939** Découverte du phénomène de résonance magnétique par Isaac RABI (prix Nobel de physique).

**1946** Comportement du proton dans un champ magnétique par les physiciens Félix BLOCH et Edward M. PURCELL aux USA (prix Nobel de chimie en 1952).



*Isaac RABI*



*BLOCH et PURCELL*

# La spectroscopie par RMN

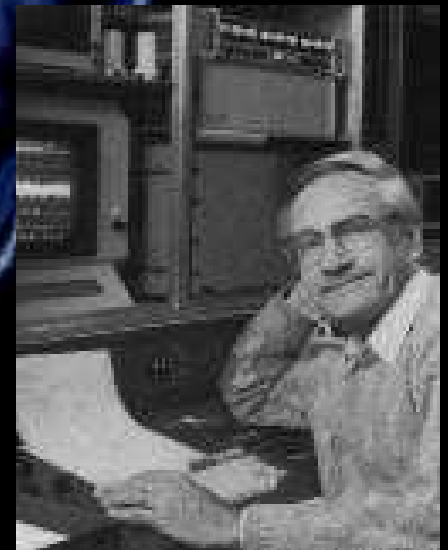
**1950-70**

Développement de la spectroscopie par RMN (SRM)  
Premier signal de RMN enregistré par HAHN.  
Début des aimants supraconducteurs.

**1966**

Relation Fourier et RMN : ERNST  
(prix Nobel de chimie en 1991).

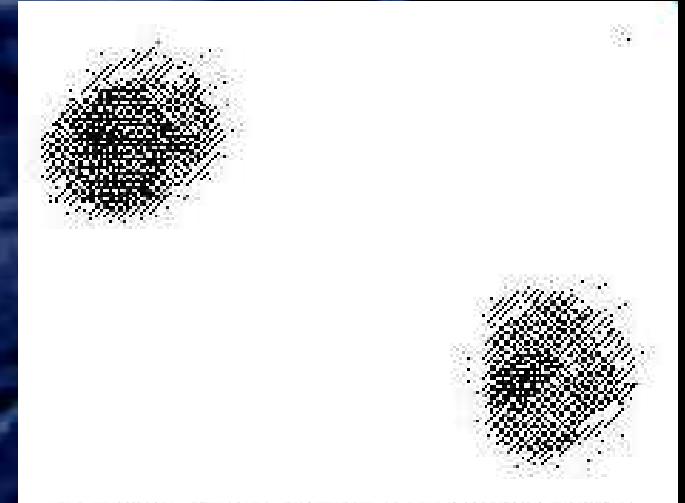
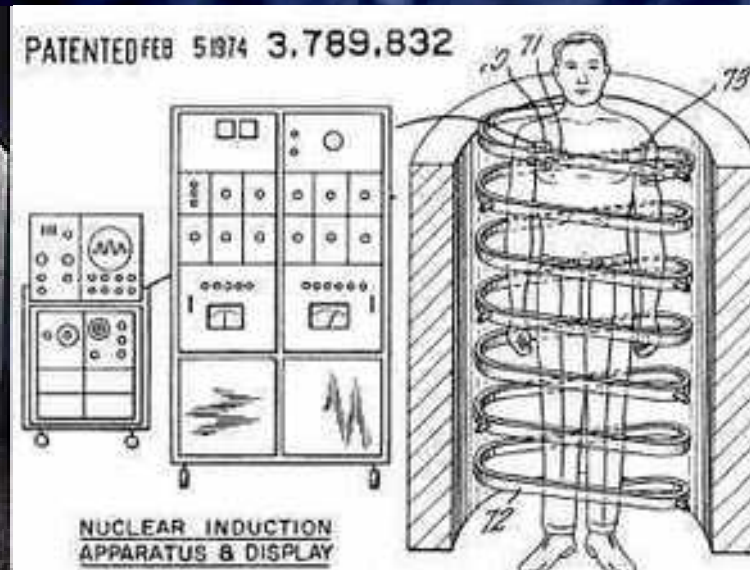
*ERNST*



# L'imagerie par RMN

**1971** Différence de signal RMN dans des tissus normaux et cancéreux par DAMADIAN.

**1973** Premières images de 2 tubes puis d'un poivron obtenues par LAUTERBUR.



LAUTERBUR

*DAMADIAN and the "indomitable" MRI*

## L'imagerie par RMN

**1974** 1<sup>ères</sup> images d'un animal vivant par IRM obtenues par Paul LAUTERBUR aux USA et Peter MANSFIELD en GB (prix Nobel de physique en 2003).

**1976** 1<sup>ères</sup> images humaines : MOOR, HINSAW-MANSFIELD



*Paul LAUTERBUR*



*Peter MANSFIELD*

# Les premières images en IRM

Mansfield, Medical imaging by NMR, Br J Radiol 1977 Mar 50 : 188-194



Mid and lateral bands of mid phalanx extensor

Skin

Digital artery

Digital nerve

Flexor sublimis

Flexor profundus

Mid phalanx

Marrow

Digital artery

Digital nerve

Flexor tendon sheath

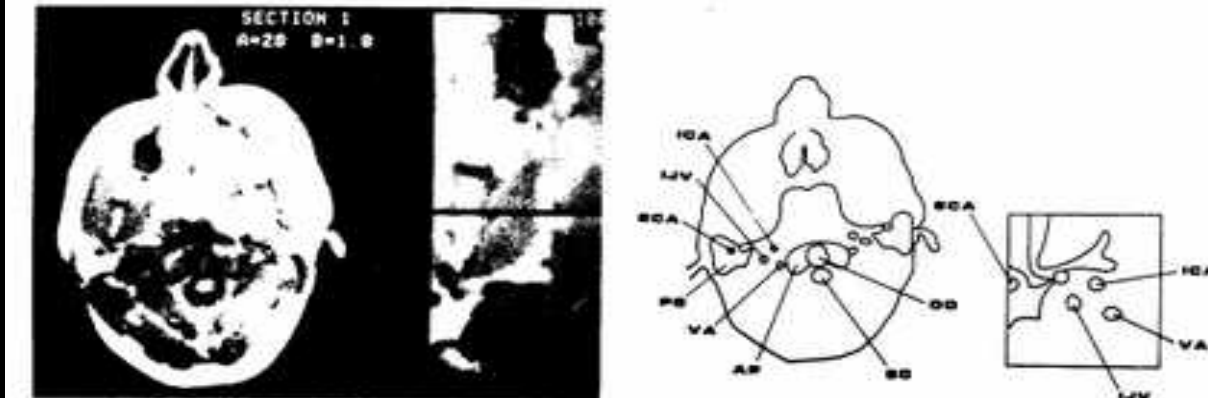
**Figure 1.**—A magnetic resonance (MR) image of a finger obtained in vivo in 1976. This is the first human MR image that showed significant soft tissue details (from Mansfield & Maudsley<sup>6</sup>).

# Les premières images en IRM

W.R. Hendee, West J Med. 1984 November; 141(5): 638-648.



**Figure 1.**—Sagittal and coronal sections of the brain. These views show a variety of structures clearly. The cerebellum, entire brain stem, third and fourth ventricles and cisterns are particularly clear. Note the fifth cranial nerve in the coronal section (arrow) (reproduced with permission from General Electric Co, copyright, 1983).

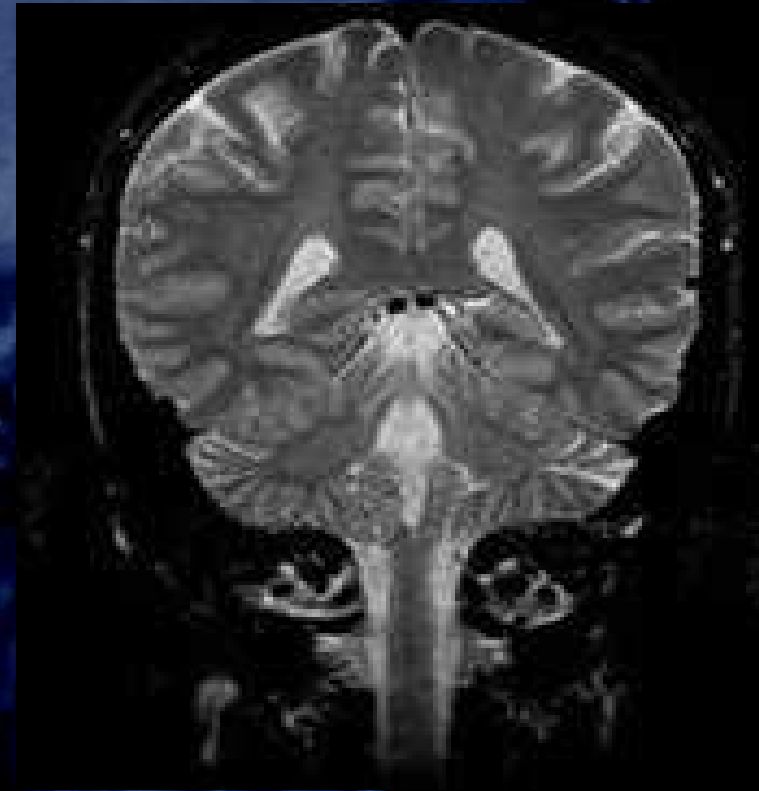


**Figure 2.**—Upper neck: spin-echo scans. The internal carotid artery (ICA), internal jugular vein (IJV), external carotid artery (ECA), vertebral artery (VA), articulating process of C<sub>1</sub> (AP), spinal cord (SC) and odontoid process (OD) are all clearly shown. Also shown is inflammatory disease of the maxillary sinus (not labeled) (from Crooks et al<sup>2</sup>).



# L'IRM aujourd'hui

Et maintenant :

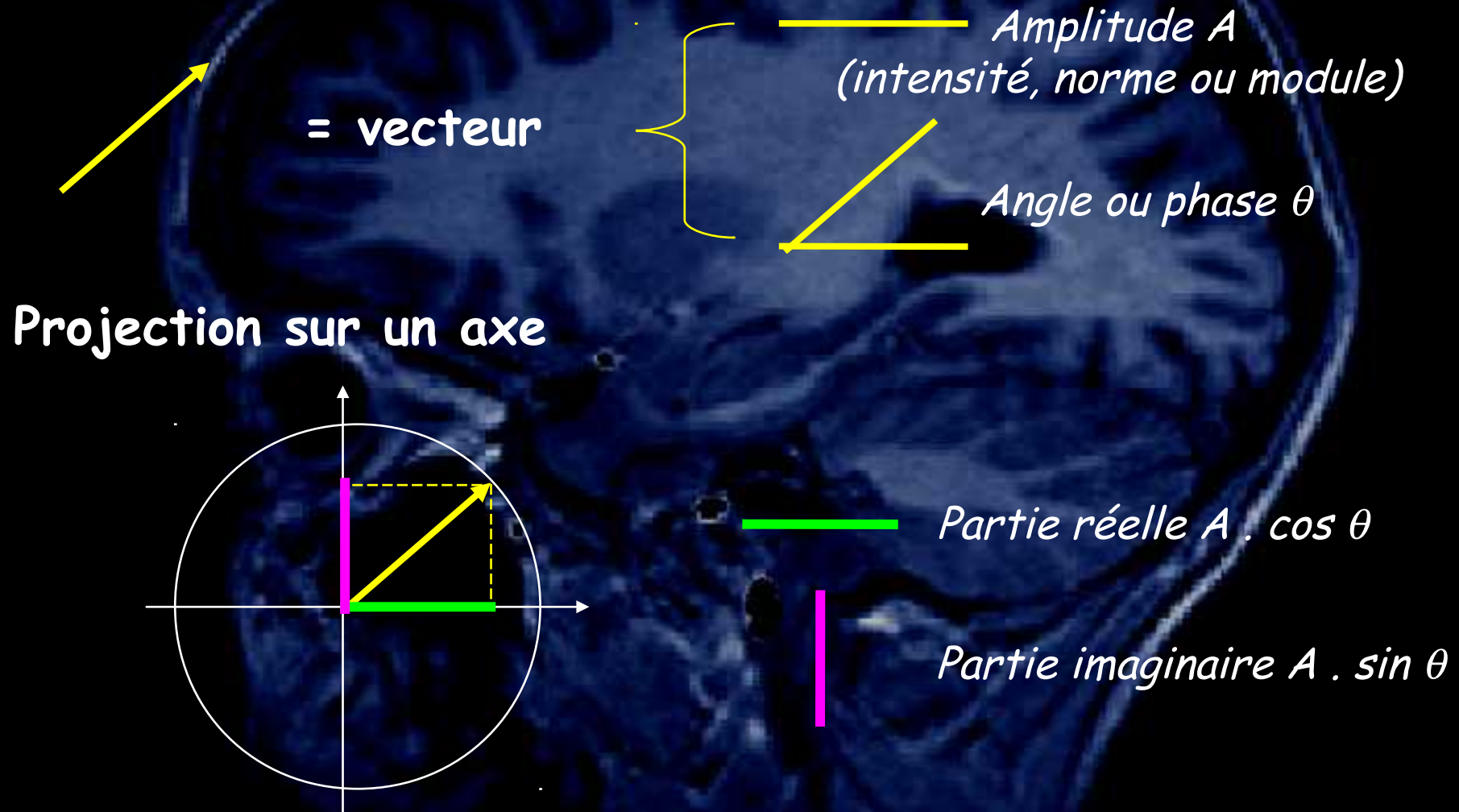


L'histoire

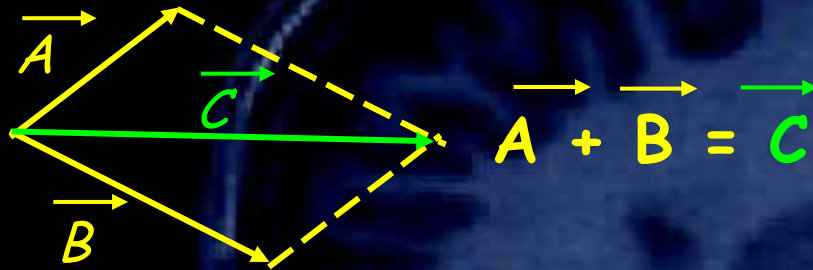
Rappels sur les vecteurs

Les ondes électromagnétiques

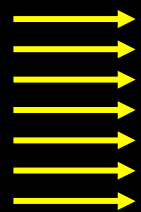
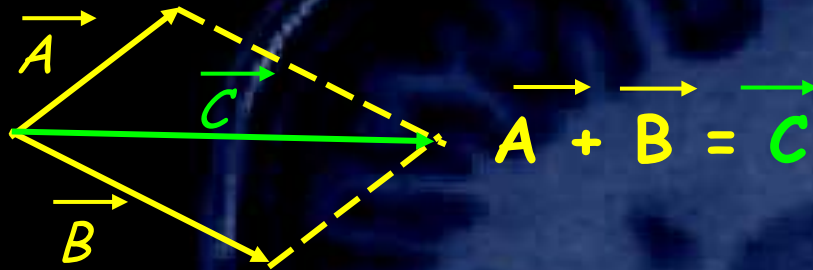
# Un peu de géométrie vectorielle



# La somme de vecteurs



# La somme de vecteurs

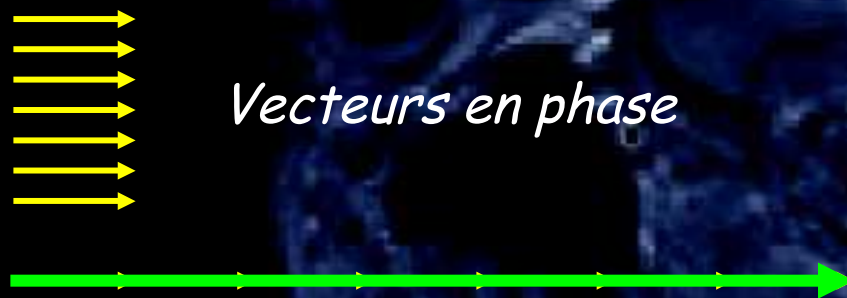
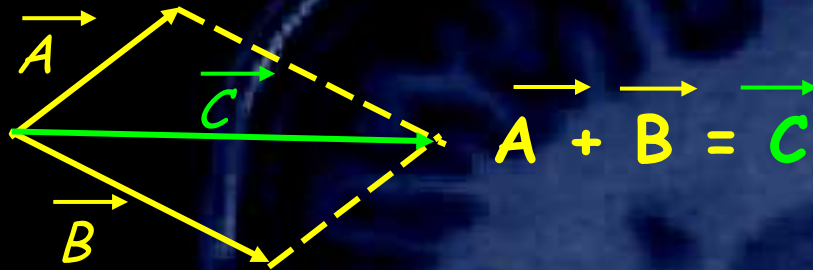


*Vecteurs en phase*

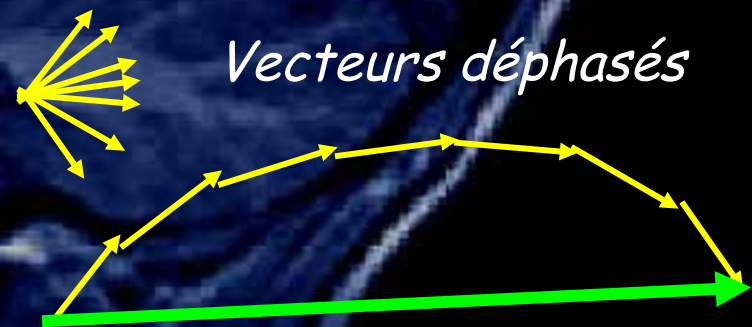


**Amplitude maximale**  
**Phase conservée**

# La somme de vecteurs

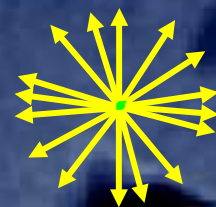
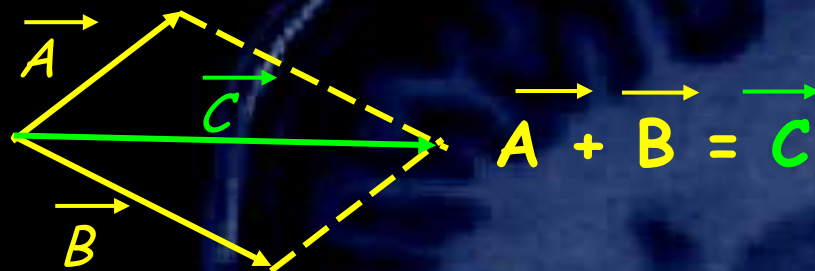


Amplitude maximale  
Phase conservée



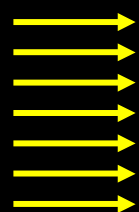
Amplitude non maximale

# La somme de vecteurs



*Vecteurs déphasés  
de manière aléatoire*

**Amplitude nulle**



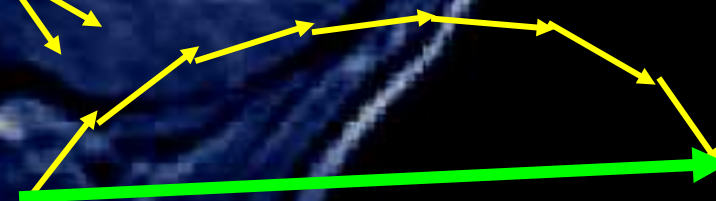
*Vecteurs en phase*



**Amplitude maximale  
Phase conservée**



*Vecteurs déphasés*



**Amplitude non maximale**

L'histoire

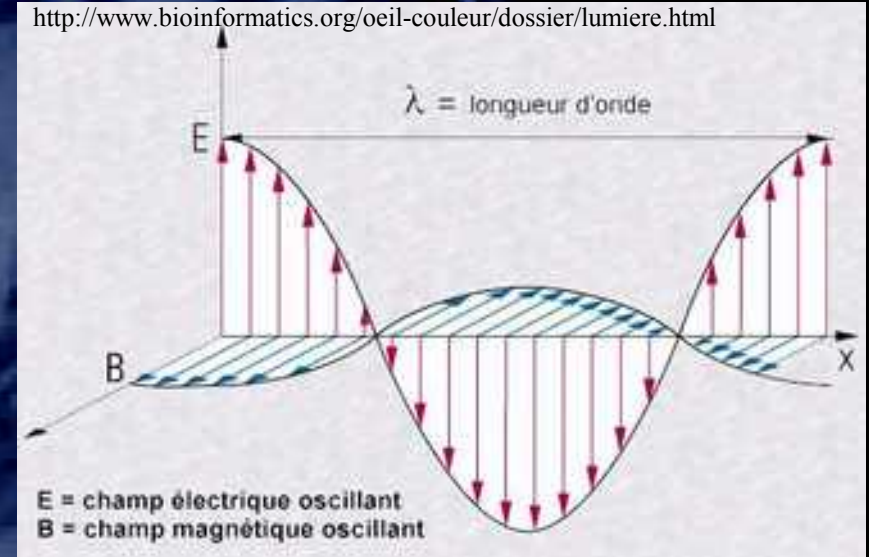
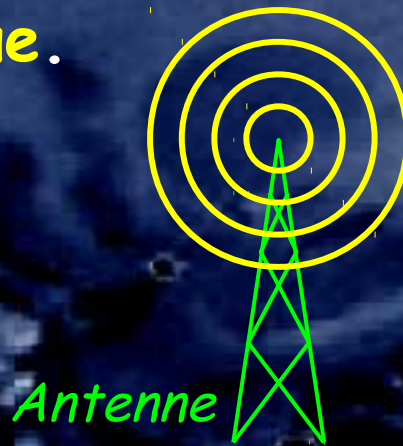
Rappels sur les vecteurs

Les ondes électromagnétiques



# L'onde électromagnétique

Combinaison de deux perturbations, l'une est **électrique**, l'autre est **magnétique**.

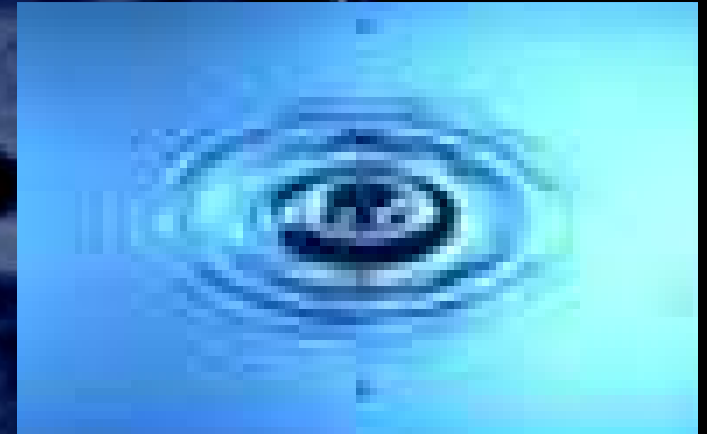


L'onde électromagnétique est **immatérielle**, elle ne nécessite pas de support solide, liquide, ou gazeux pour se propager. Elle se propage dans le vide comme dans un gaz, de manière **sphérique** et à la **vitesse de la lumière** ( $c = 3.108 \text{ m/s}$ )

## Définition d'une onde

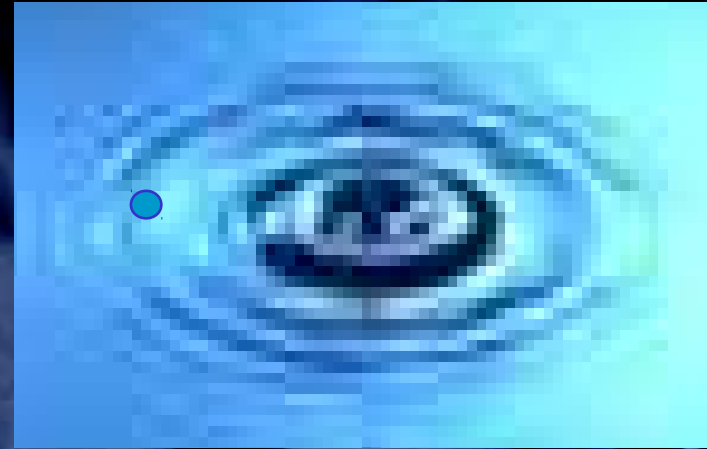
### Exemple d'un caillou jeté dans l'eau

Formation de vaguelettes concentriques, qui se déplacent à vitesse constante depuis le point d'impact, provoquant une perturbation de la surface de l'eau, avec des creux et des crêtes.

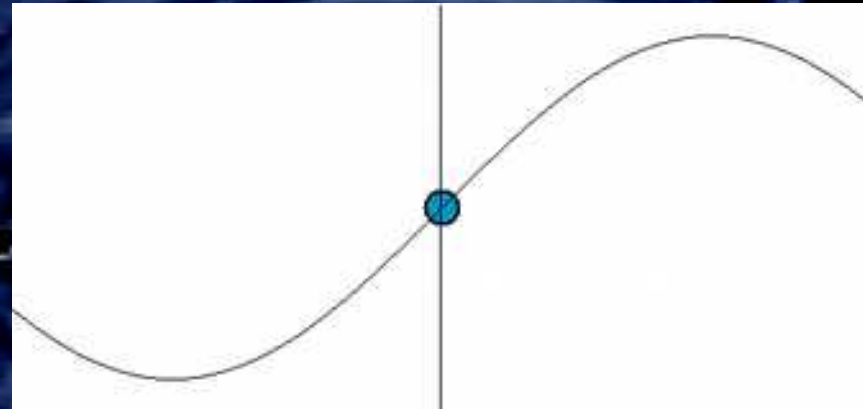


**Onde = Perturbation qui se déplace**

Si on place un bouchon  
à la surface de l'eau



Les vagues ne font pas avancer le bouchon !



**Onde = Perturbation qui se déplace**  
**Pas de déplacement de matière mais transport d'énergie**

# Les grandeurs caractéristiques

Une onde sont caractérisées par :

- **Sa fréquence  $f$  ou  $\nu$**   
= nombre de crêtes de vagues qui passent devant les yeux d'un observateur attentif en 1 sec (en hertz).  
*5 crêtes (ou creux) en 1 seconde  $\Rightarrow f = 5 \text{ Hz}$*
- **Sa longueur d'onde  $\lambda$**   
= distance entre deux vagues successives (en mètres).
- **Sa vitesse ou célérité  $c$  :  $c = \lambda \cdot f$**