Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique est multiple.

- **Imagerie anatomique :**
  plusieurs protocoles $\Rightarrow$ différentes images : T1, T2, gradient.
- **Imagerie angiographique :**
  $\Rightarrow$ angiographie par résonance magnétique (ARM).
- **Imagerie fonctionnelle :**
  $\Rightarrow$ IRMf.
- **Imagerie avec produit de contraste :**
  $\Rightarrow$ [IRMf], mammographie.
- ...

Présentation du phénomène physique

- Découverte en 1946 du phénomène de résonance magnétique nucléaire (RMN) qui concerne les noyaux de certains atomes : hydrogène, carbone 13, sodium 23, phosphore 31, ...
- **Avantage** $\Rightarrow$ bonne visualisation des tissus mous au sein d'une structure osseuse.
- **Pour obtenir des images de haute résolution**

$\Rightarrow$ champs magnétiques intenses.
$\Rightarrow$ bobinages supra-conducteurs maintenus à très basse température (-269^o C) : hélium liquide, azote liquide.
$\Rightarrow$ équipement très lourd et très volumineux.

Présentation du phénomène physique *(suite)*

- **Orientation** des noyaux d'hydrogène (protons) selon l'axe du champ magnétique $\vec{B}$.
- **2 positions :** // et anti-//.
- **À l'équilibre :** plus de protons en // qu'en anti-// $\Rightarrow$ aimantation macroscopique $\vec{M} // \vec{B}$
- **La différence** est d'autant plus grande que $\vec{B}$ est grand.
- **Il existe un écart d'énergie** ΔE, proportionnel à $\vec{B}$, entre les 2 positions.

Présentation du phénomène physique *(suite)*

- On écarte $\vec{M}$ de l'équilibre en appliquant un champ magnétique $\perp$ à $\vec{B}$

$\Rightarrow$ $\vec{M}$ bascule d'un angle α proportionnel à la durée d'application du champ magnétique du champ magnétique $\perp$ et tourne autour de $\vec{B}$ (mouvement de *précession*.

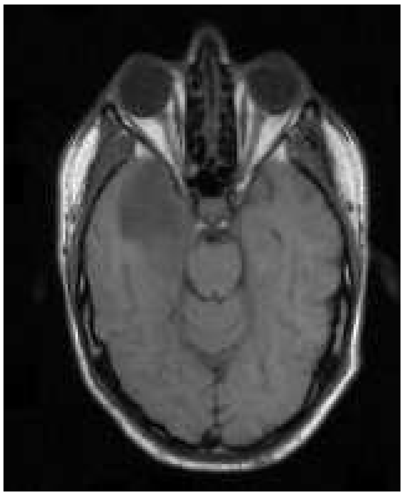
- À l'arrêt du champ magnétique $\perp$, retour à l'équilibre du moment magnétique $\vec{M}$

$\Rightarrow$ retour à l'équilibre de la composante longitudinale $\vec{M}_{//}$: loi exponentielle de constante $T1$.
$\rightarrow$ $T1$ varie selon les tissus biologiques : 300-3000 ms.
$\Rightarrow$ retour à l'équilibre de la composante longitudinale $\vec{M}_{\perp}$: loi exponentielle de constante $T2$.
$\rightarrow$ $T2$ varie selon les tissus biologiques : 15-30 ms.

- Ce sont ces constantes $T1$ et $T2$ qui servent à obtenir les images.

Différentes images

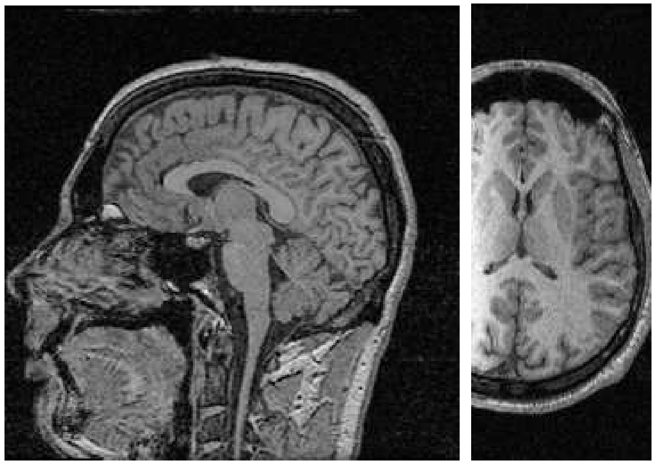
Pronton density



T1

T2

Image du cerveau



Coupes sagittale et axiale d'un bloc de données IRM 3D.

Autres phénomènes

- **INFLOW** : phénomène d'entrée.

Lorsque du sang entre dans une coupe, du nouveau sang est aimanté,

$\Rightarrow$ signal saturé
$\Rightarrow$ angiographie par résonance magnétique

- **BOLD** : Blood Oxygen Level Dependent

– hémoglobine $\rightarrow$ pas aimantée,
– désoxyhémoglobine $\rightarrow$ aimantée

Activation $\Rightarrow$ changement de concentrations $\Rightarrow$ variation du signal (par rapport au *repos*)

Variation de 1-5 % pour un champ de 1.5 T ($\simeq$ bruit), de 5-20 % pour un champ de 4.0 T.

$\Rightarrow$ IRM fonctionnelle