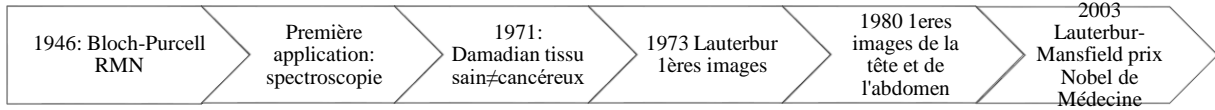


Fiche UE2 cours 4 : l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) : bases physiques

I. Généralités sur l'IRM



<p><u>Intérêts de l'IRM :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'image • Faire des coupes tomographiques d'incidence quelconque • A-traumatique • Image plus riche car il y a 3 paramètres • Imagerie anatomique et fonctionnelle 	<p><u>Paramètres principaux de l'IRM :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ρ: densité de protons • T1: temps de relaxation longitudinale (temps mis par M_L pour atteindre 63% de sa valeur à l'équilibre) • T2: temps de relaxation transversale (temps mis par M_T pour atteindre 37% de sa valeur initiale)
---	--

L'IRM se base sur la **mesure des propriétés magnétiques**. Le patient est soumis simultanément à un champ magnétique principal B_0 constant, une onde radio de durée brève appelée impulsion de radiofréquences et des gradients de champ magnétique.

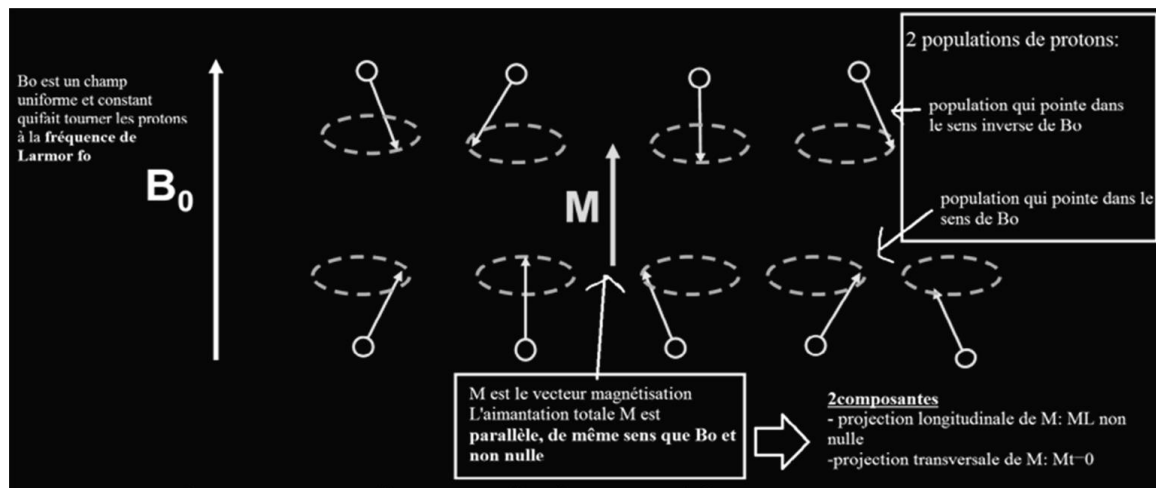
⇒ Précautions à prendre : absence d'objets métalliques (le pace maker est une contre-indication) et isolation de la pièce des ondes électromagnétiques extérieures.

II. La Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)

- Dans les tissus on retrouve des protons qui avec leur propriété de spin peuvent être considérés comme des aimants ou des moments magnétiques nucléaires
- Dans un environnement naturel, ces aimants sont dans le désordre et l'aimantation totale est nulle.

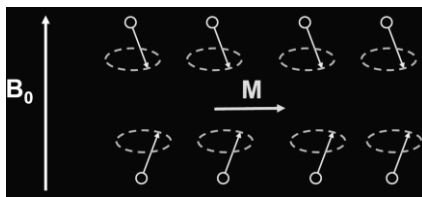
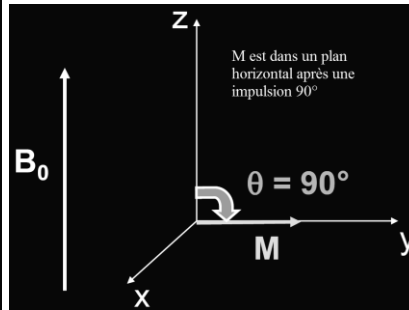
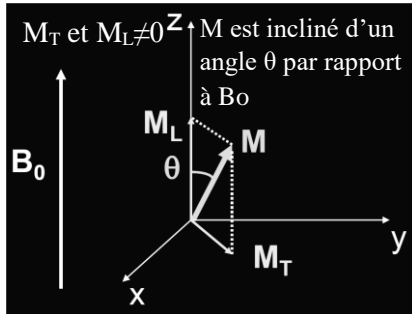
1) Magnétisation

On applique un champ magnétique intense uniforme et constant B_0 pour que les protons tournent autour de B_0 à la fréquence de Larmor : $f_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$



2) Résonance

C'est une **impulsion d'excitation brève**, perturbant l'état d'équilibre magnétique. Il faut envoyer une onde radio de **même fréquence que la fréquence caractéristique** du proton pour un **transfert maximal d'énergie**.



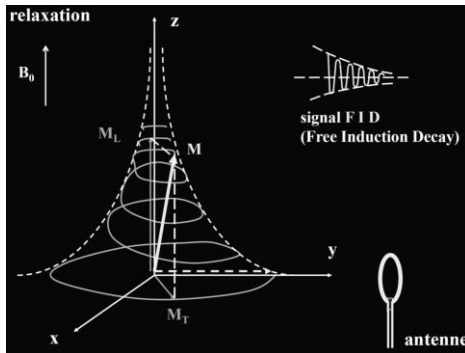
Toujours deux populations dont une qui pointe dans le sens de B_0 et une dans le sens inverse **MAIS**

-**égalité** (même nombre de protons)

-**mise en phase** (ils pointent tous dans la même direction)

3) La relaxation

=retour à l'équilibre non instantané caractérisé par T_1 et T_2

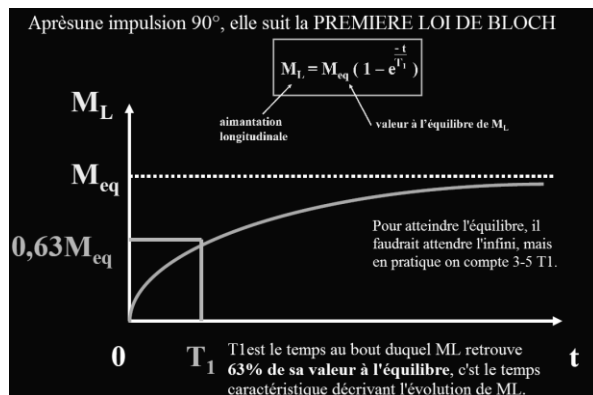


- M_T est maximale au départ puis va diminuer jusqu'à être nulle

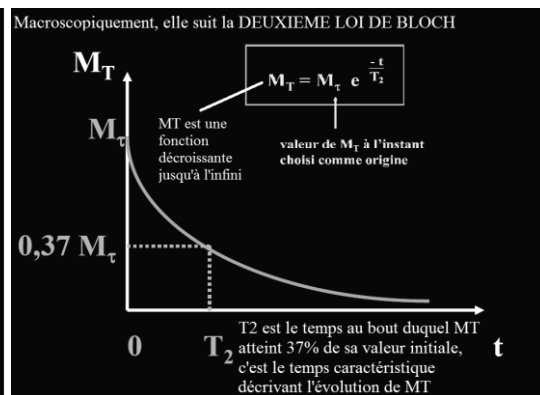
- M_L est nulle au début puis va repousser jusqu'à sa valeur d'équilibre

-L'**antenne** permet de mesurer l'aimantation transversale, on appelle ce courant le **signal FID** qui a la forme d'une **sinusoïde décroissante**

Relaxation de l'aimantation longitudinale



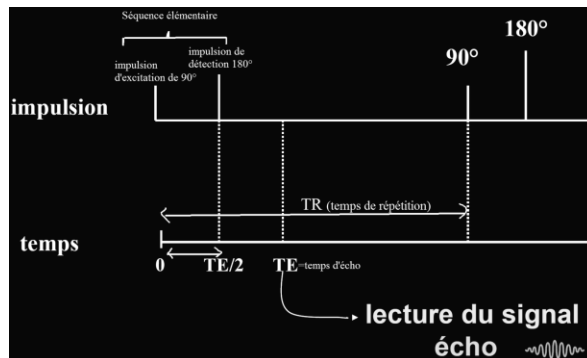
Relaxation de l'aimantation transversale



Hormis les liquides qui ont des temps bien plus élevés que ceux des tissus, les T_2 sont de l'ordre des dizaines de ms et les T_1 de centaines de ms.

III. Formation de l'image : l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)

1) Les séquences élémentaires

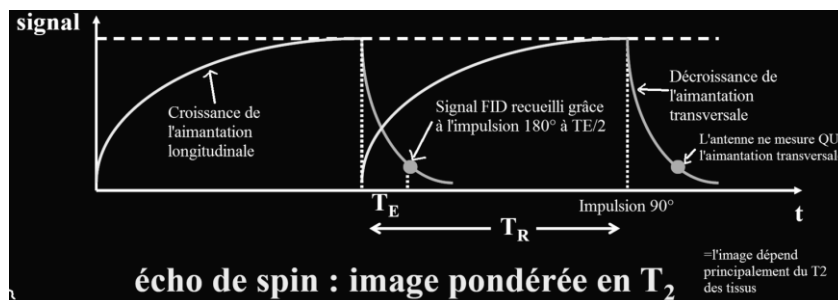


-Séquence élémentaire ou écho de spin = impulsion d'excitation + impulsion de détection, séparées de $TE/2$ (TE le temps d'écho)

-Répétition de ce module avec entre le temps de séparation TR pour acquérir une image

-L'impulsion 180° à $TE/2$ permet de lire le signal à TE

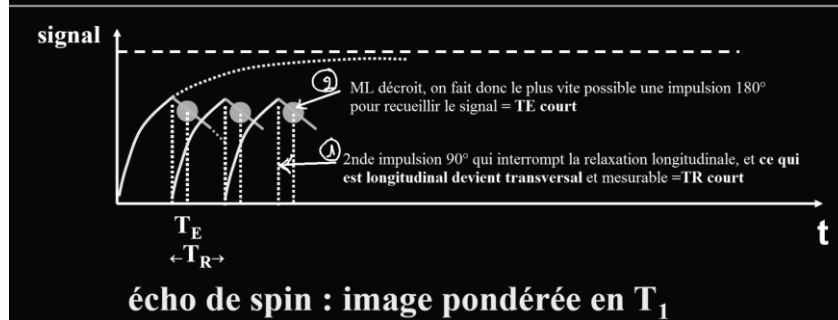
2) Le contraste



Croissance de l'aimantation longitudinale et décroissance de l'aimantation transversale se font en même temps

TE et TR sont longs, on laisse la relaxation se faire.

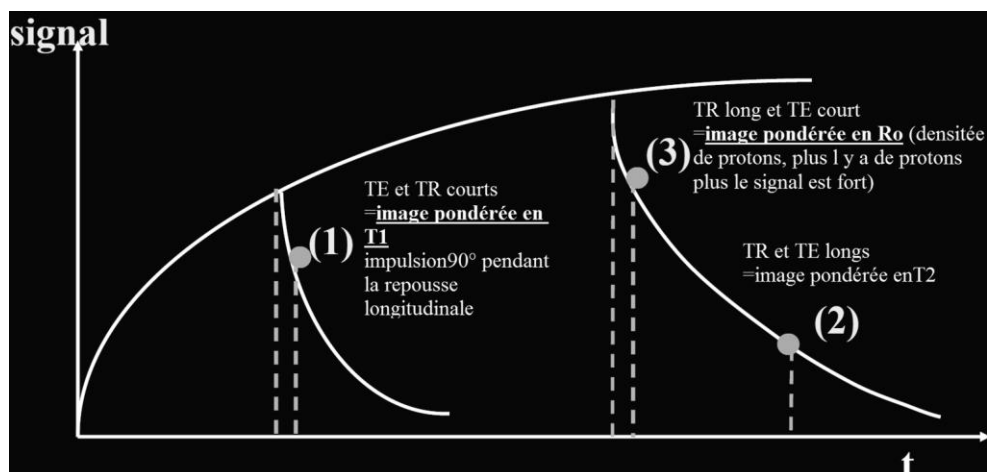
écho de spin : image pondérée en T_2



Après la 1ère impulsion 90° , on interrompt la relaxation de M_L avec un 2^{de} impulsion 90° : ce qui est vertical devient horizontal. On envoi vite une impulsion 180° pour mesurer T_1

TE et TR sont courts

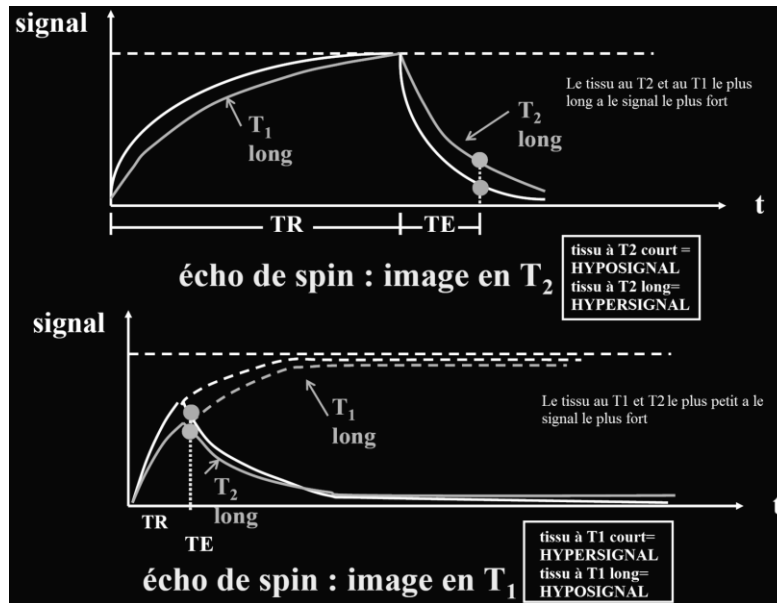
écho de spin : image pondérée en T_1



-Selon la programmation, on peut voir les tissus différemment, en T_1 le liquide apparait noir tandis qu'il est blanc en T_2 . De plus si l'image en T_2 semble de moins bonne qualité, elle permet de mettre en évidence des pathologies. Ces informations sont complémentaires, c'est pour cela qu'on utilise différents contrastes en IRM.

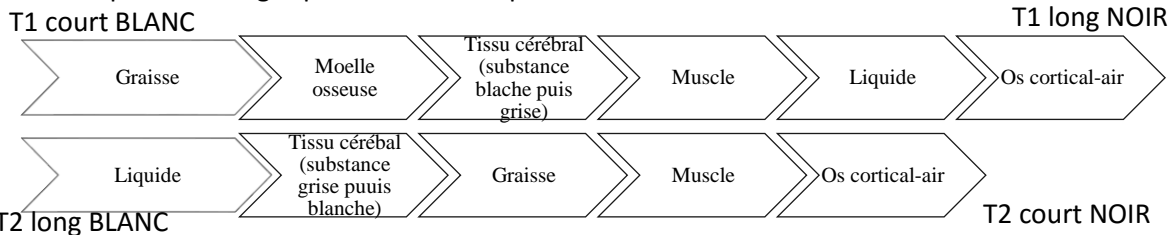
3) Les paramètres

-Ordre de grandeur : pour TR 300-4000ms, pour TE 10-120ms, ils sont fixés par l'opérateur



-Sur les images, les liquides sont en hyposignal en T1 mais en hypersignal en T2

-Echelle pour les images pondérées en T1 puis en T2 :



L'os cortical et l'air sont en noir car il y a peu de protons dans l'air ou les protons ne sont pas libres dans l'os, ils ne participent donc pas à la résonance

4) Durée d'acquisition

-La durée d'acquisition peut s'écrire : $D = TR \times N_{\text{lignes}} \times N_{\text{acc}}$

-Exemple : si TR=2000ms, $N_{\text{lignes}}=256$, $N_{\text{acc}}=1$, alors D=8,5minutes pendant lesquelles le patient le doit pas bouger. En général, un examen dure 30-40 minutes.

-Si TR=200ms, pour TE=20ms l'image est bonne en p, $20 \leq TE \leq 40$ ms l'image mélange du T1 et du T2, c'est difficile à interpréter, pour TE=80ms on aura une bonne image en T2