

# Imagerie par Résonance Magnétique

**Pr M NAMOUNI**

Service d'Imagerie Médicale et Radiodiagnostic  
CHU Annaba



# Plan du cours

- ▶ I Introduction
- ▶ II Principe de fonctionnement de l'IRM:
  - Magnétisme et atome
  - Résonance et signal
  - Relaxation
- ▶ III Les éléments constitutifs du l'IRM
- ▶ IV Contre indications
- ▶ V IRM en dentisterie
- ▶ VI Conclusion



# I – Introduction

- ▶ Technique diagnostique médicale puissante
- ▶ Images tridimensionnelles
- ▶ Absence d'effets secondaires connus
- ▶ L'IRM est basée sur le phénomène de résonance magnétique (protons de l'eau)



## II – Principe de fonctionnement de l'IRM

- ▶ l'eau constitue environ 70 % du corps humain
- ▶ le proton  $^1\text{H}$  est abondant et très sensible en RMN.
- ▶ L'intensité du signal observée dépend de la concentration en eau, mais aussi du temps de relaxation des atomes nucléaires (spin)
- ▶ Cartographie corporelle de l'eau.



# 1 – Magnétisme et atome

- ▶ Tout noyau porte une charge.
- ▶ Cette charge tourne autour de l'axe nucléaire et engendre un dipôle magnétique (moment magnétique).
- ▶ En absence de champs, les moments magnétiques ne sont pas orientés



# 1 – Magnétisme et atome

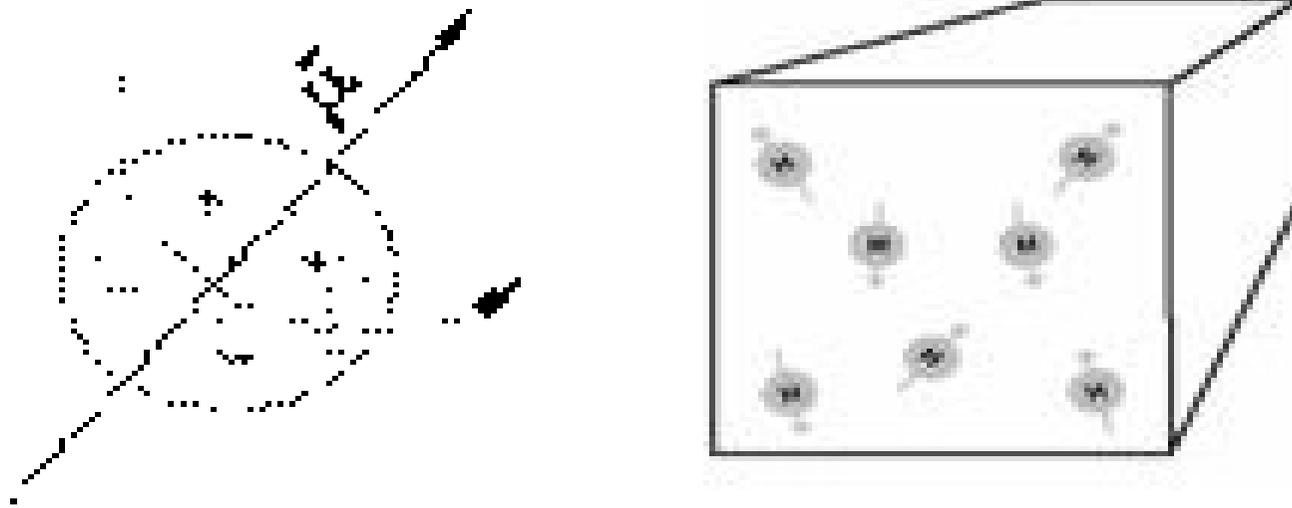
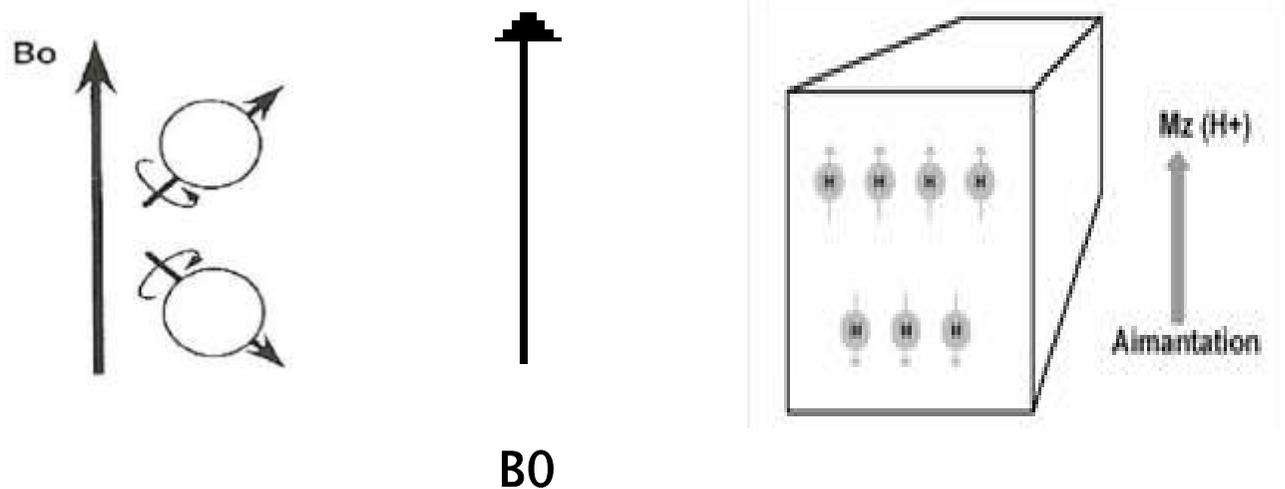


Figure 1 : *Moment magnétique  $\mu$  et son orientation en l'absence de champs magnétique.*

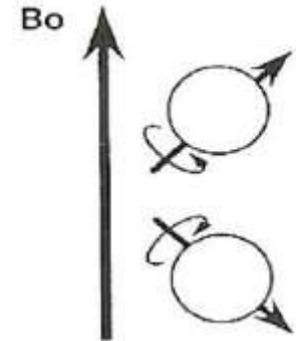
# 1 – Magnétisme et atome

- ▶ En présence d'un champ magnétique  $B_0$  statique, les moments magnétiques prennent deux orientations (Figure 2).



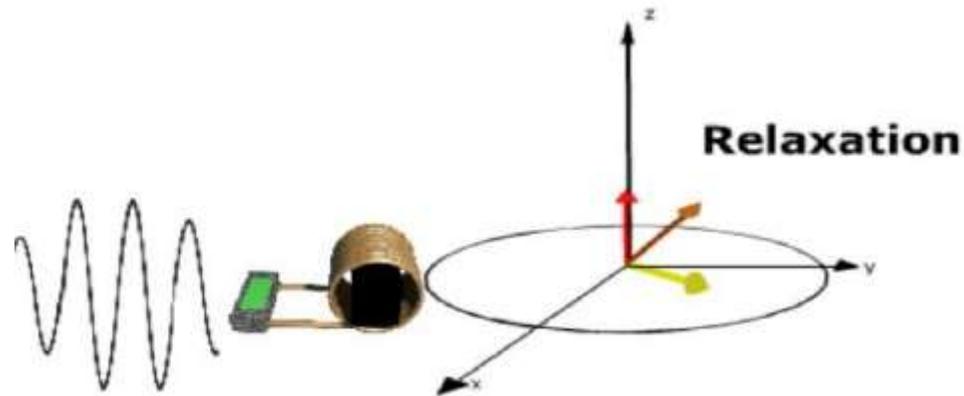
# 1 – Magnétisme et atome

- ▶ Ces deux orientations correspondent à deux états d'énergie.
- ▶ Et se mettent en rotation autour de l'axe de  $B_0$  (précession).
- ▶ Ce mouvement a une vitesse correspondante à une fréquence de précession  $\omega_0$



## 2 – Résonance et signal

- ▶ Pour observer la résonance, il faut fournir une énergie permettant aux noyaux de passer de l'état fondamental à l'état excité.
- ▶ Cette énergie est fournie par un second champ magnétique B1 d'intensité  $10^6$  fois plus faible que B0.
- ▶ Le champ B1 est envoyé sous forme d'impulsions très brèves (de l'ordre de la microseconde) afin d'obtenir la résonance.



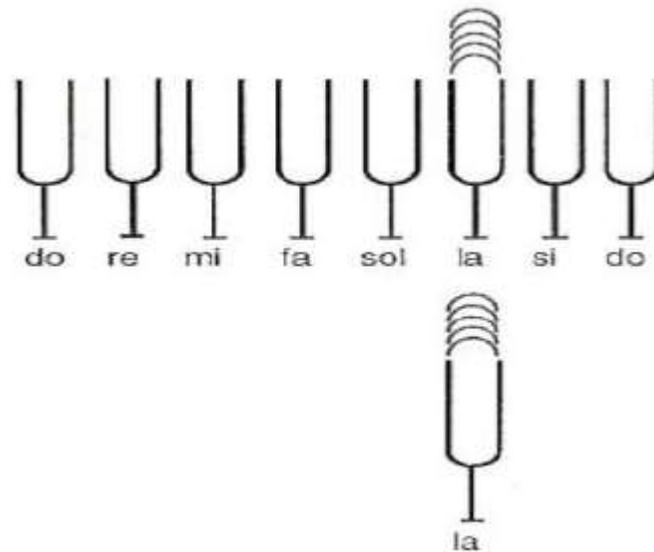
## 2 – Résonance et signal

- ▶  $B_1$ , perpendiculaire à  $B_0$ , tourne autour de celui-ci à une vitesse angulaire variable  $\omega$ .
- ▶ Lorsque la fréquence de rotation de  $B_1$  est égale à la fréquence de précession de spin du noyau H, il y a résonance et passage du spin à un niveau d'énergie supérieur.

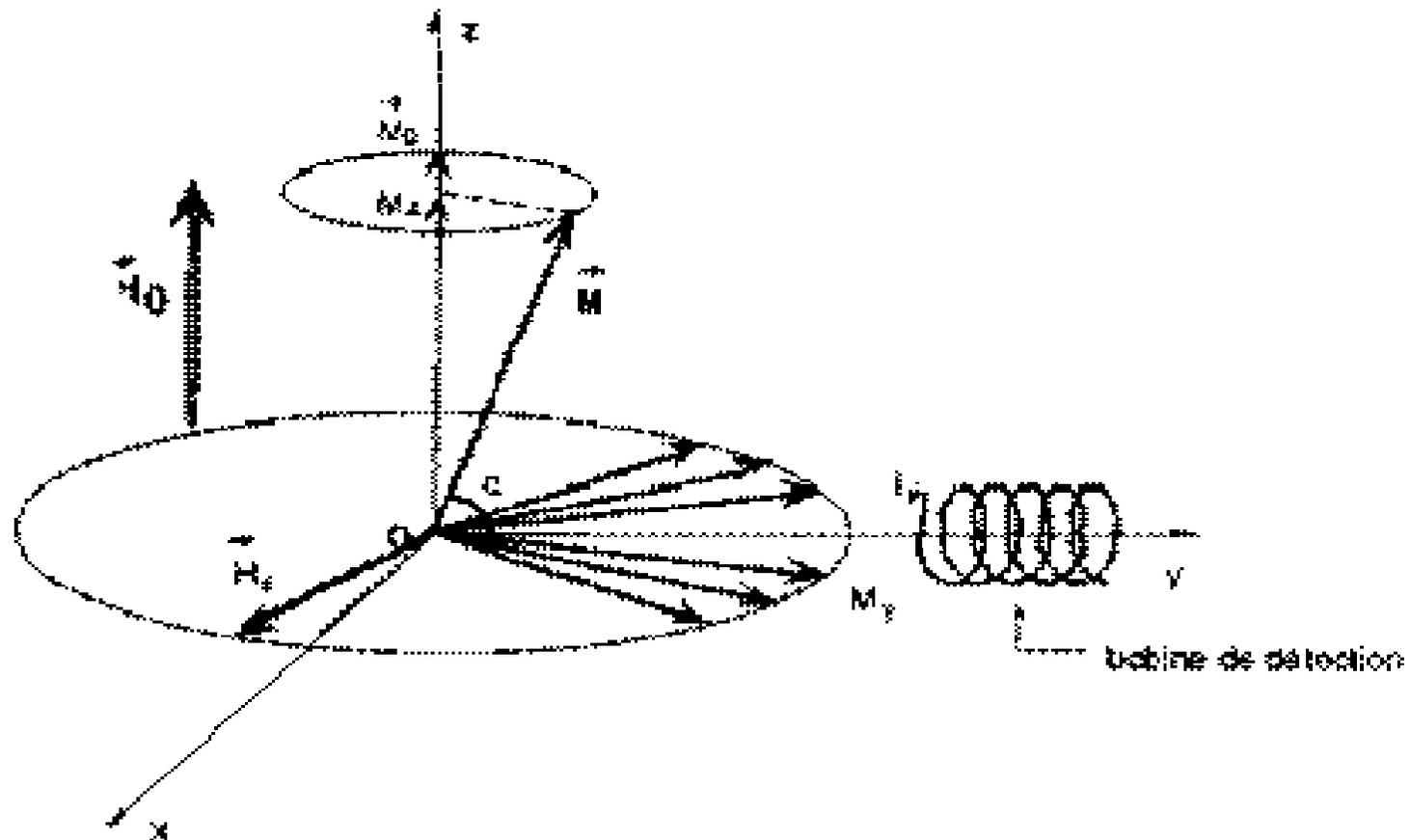


# Définition de la résonance

La résonance correspond à un transfert d'énergie par un phénomène oscillatoire qui ne se produit que pour une fréquence précise.



## 2- Résonance et signal

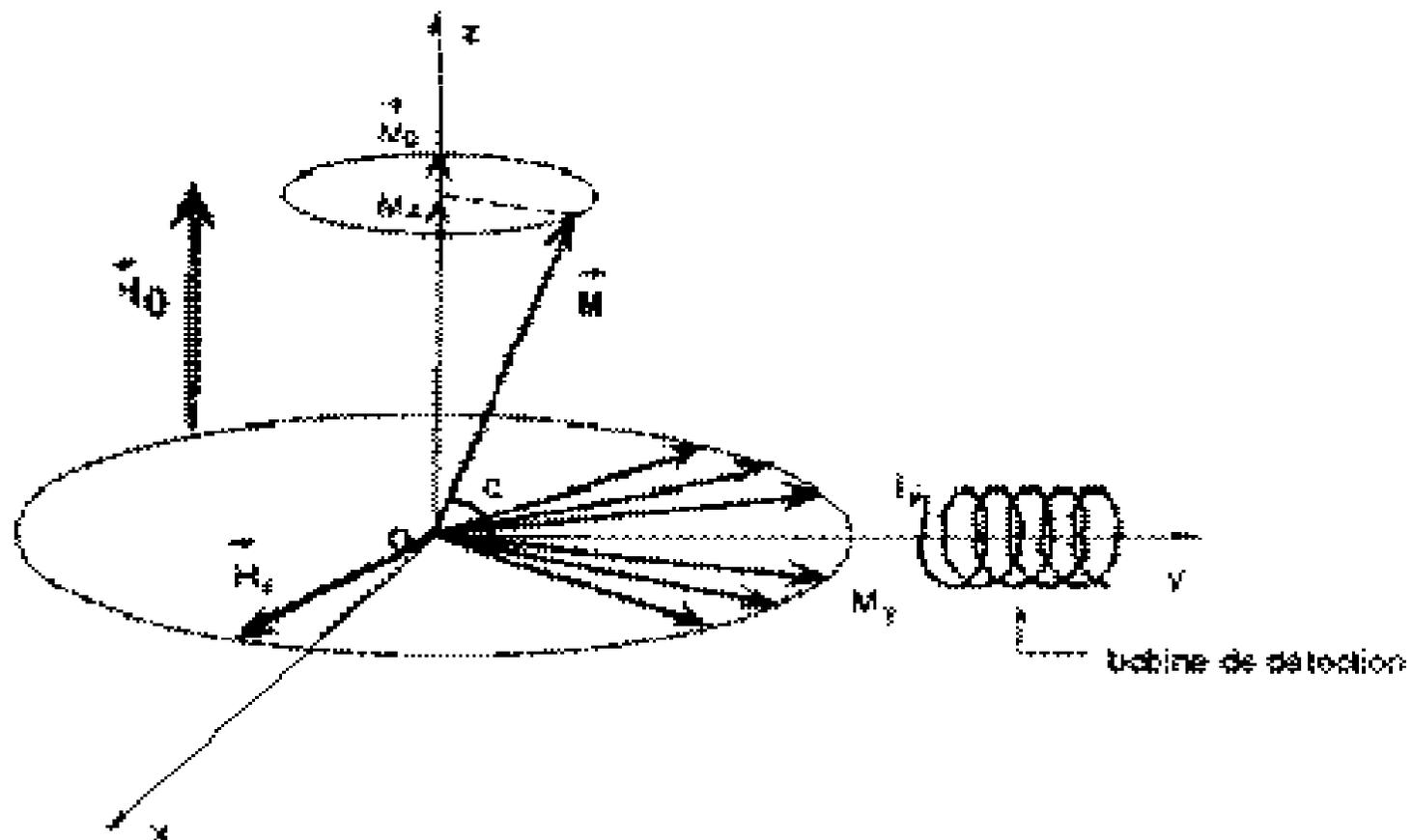


*Orientation de la magnétisation du proton sous l'effet de champs magnétiques.*

# 3- La relaxation

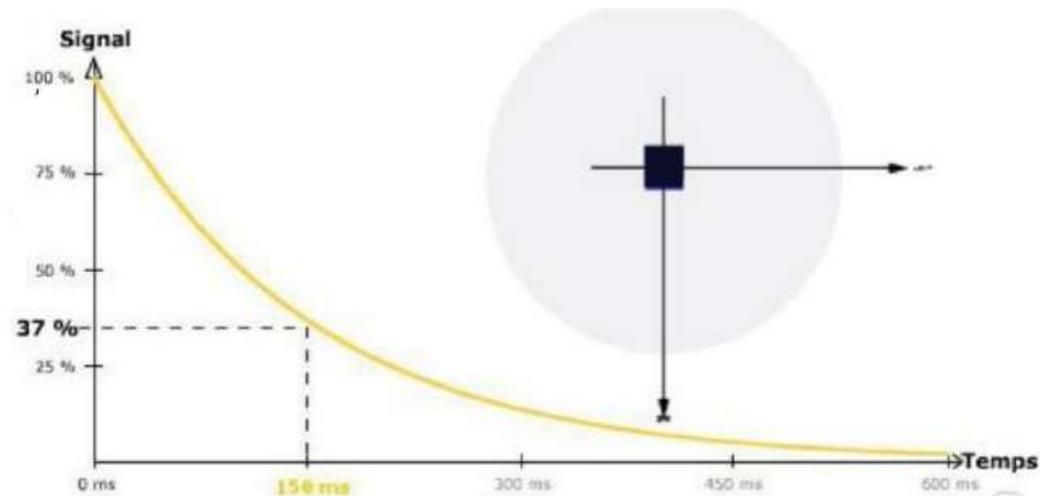
- ▶ Après absorption de l'énergie électromagnétique fournie par  $B_1$ , les noyaux tendent à retrouver leur équilibre.
- ▶ On peut la décomposer en deux phénomènes, la relaxation longitudinale et la relaxation transversale.





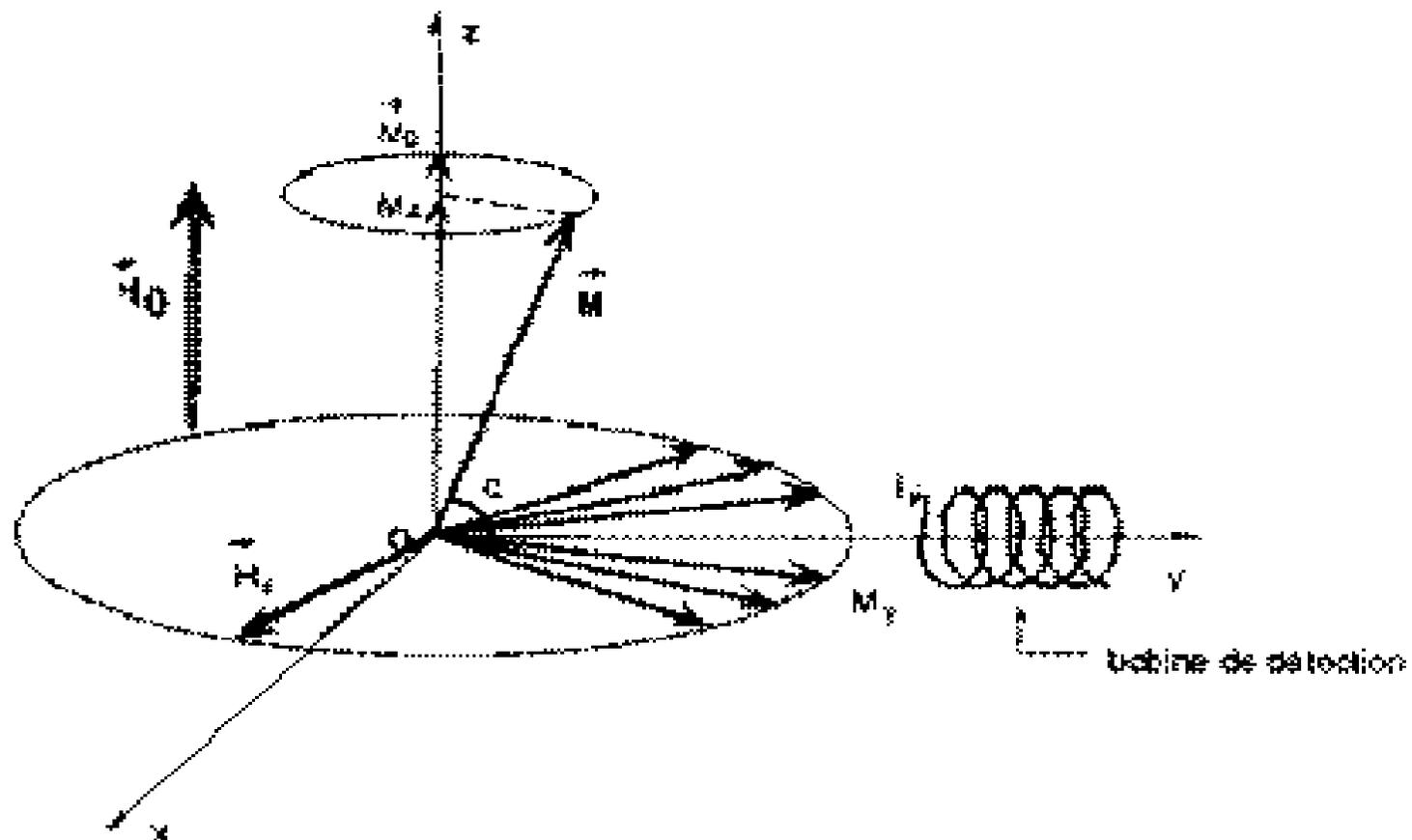
*Orientation de la magnétisation du proton sous l'effet de champs magnétiques.*

# 3 – Résonance et signal



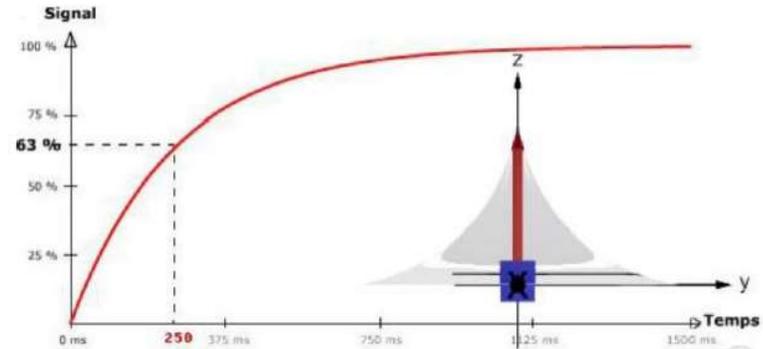
## La relaxation transversale ou relaxation T2

- ▶ T2 temps nécessaire pour que  $M_{xy}$  ait diminué de 63% c'est le temps de déphasage des spins entre eux, dans le plan transversal.
- ▶ A chaque tissu son T2
- ▶ Il correspond à l'interaction des spins entre eux, qui est différente en fonction des tissus.



*Orientation de la magnétisation du proton sous l'effet de champs magnétiques.*

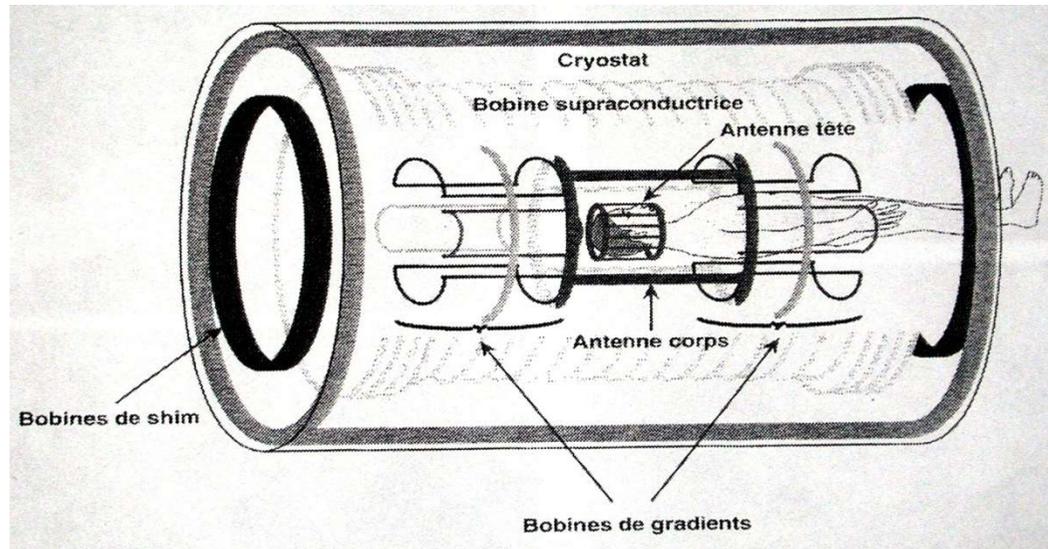
# 3 – Résonance et signal



## La relaxation longitudinale

- ▶ T1 temps nécessaire pour que le vecteur d'aimantation longitudinale ( $M_z$ ) ait retrouvé 63% de sa valeur initiale dans  $B_0$ .
- ▶ A chaque tissu son T1 et donc sa courbe de repousse longitudinale qui est exponentielle.
- ▶ Le T1 est d'autant plus petit qu'il est lié à de grosses molécules (graisse).
- ▶ Il faut savoir aussi que la molécule d'eau présente dans le foie ne réagit pas de la même façon que celle présente dans le muscle...

# III- Les éléments constitutifs de l'IRM



Une IRM comprend:

- Une bobine pour le B<sub>0</sub>: Aimant
- Des bobines de « shim » pour homogénéiser le B<sub>0</sub>
- Une bobine pour le B<sub>1</sub>: RF
- 3 bobines de gradient (X,Y,Z)
- Des bobines de réception :
- Antennes
- Un système informatique
- Système d'alimentation électrique
- Console de programmation et de visualisation

# IV- Contre indications

Liés au champ magnétique

Absolues

- ▶ Pace maker et défibrillateurs implantables
- ▶ Pompes implantées (insuline, chimiothérapie...)
- ▶ Implants cochléaires
- ▶ Certaines valves cardiaques anciennes mécaniques
- ▶ Certains filtres caves
- ▶ Prothèse ossiculaires métalliques
- ▶ Tout corps étranger métallique mobilisable

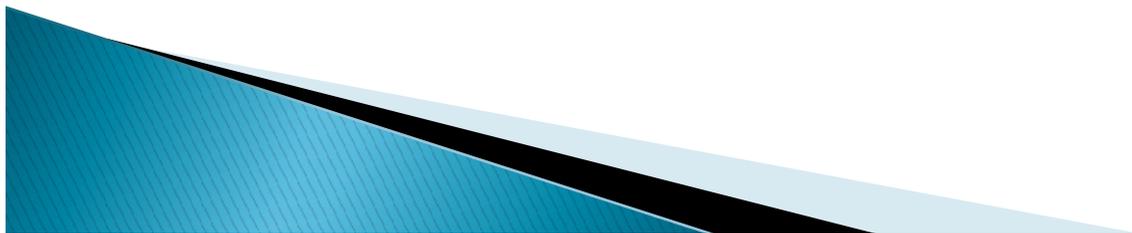


# IV- Contre indications

Liés au champ magnétique

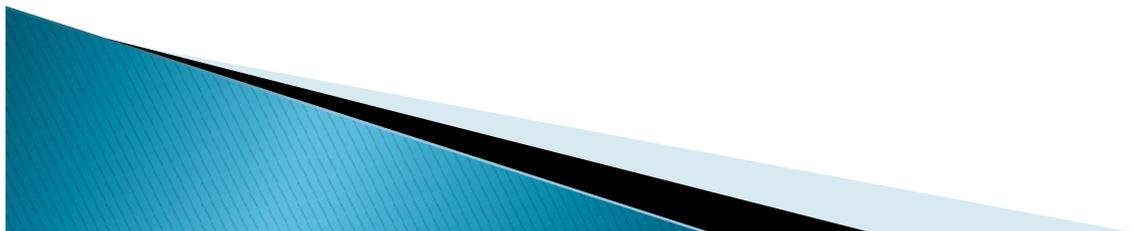
Relatives

- Matériels métalliques implantés non mobilisable (prothèse)



# IV- Contre indications

- ▶ Liées au patient
  - Grossesse (relative)
  - Claustrophobie
  - Anxiété, agitation, enfant de moins de six ans (prémédication)
  - Intubation ventilation



# V- IRM et dentisterie

- ▶ Des rapports récents sur l'utilisation de l'IRM en dentisterie ont généré de l'intérêt dans le développement et l'amélioration de techniques d'IRM pour l'étude de dents (spécialement la cartographie).
  - ▶ Bien que les techniques d'IRM soient bien établies en recherche biomédicale, la plupart des applications sont limitées à l'étude de tissus mous ou de structures squelettiques globales.
  - ▶ Le problème majeur avec l'imagerie de matériaux solides en recherche de RM est leur temps de relaxation spin-spin relativement court ( $T_2$ ).
  - ▶ Des chercheurs testent actuellement une séquence ISP modifiée (technique d'encodage de phase pure). Ceci réduit grandement les problèmes potentiels de bruit acoustique et de surchauffe de jeu de gradient.
- 

# VI-Conclusion

- ▶ L'IRM est un outil diagnostique performant qui a révolutionné l'imagerie moderne....

Merci



# Sources

- ▶ IRM, société française de radiologie  
(accessible en ligne)

