

**Indiquez la ou les propositions exactes**

**SUJET**

**QCM 1 : A propos de la résonance magnétique nucléaire :**

- A) Les neutrons n'ont pas de moment magnétique nucléaire, mais les protons par contre en ont un
- B) Tous les noyaux (comme le  $^{40}_{20}\text{Ca}$  par exemple) peuvent être soumis au phénomène de RMN
- C) Le rapport gyromagnétique est caractéristique d'un tissu présent dans le corps/objet que l'on voudra imager en IRM
- D) Le moment magnétique nucléaire va être inversement proportionnel à la somme des spins de ces nucléons
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

**QCM 2 : A propos de la précession :**

- A) C'est le résultat de l'application d'un champ magnétique très intense sur un objet ayant un moment magnétique non nul
- B) A l'échelle microscopique, chaque nucléon va précesser autour du champ magnétique  $B_0$  avec une vitesse angulaire proportionnelle à la fréquence de Larmor
- C) A l'échelle microscopique, la précession peut se faire dans deux sens différents, responsables de deux niveaux d'énergies opposés
- D) Sous l'influence d'un champ magnétique  $B_0$ , les protons s'orientent avec une préférence pour le sens parallèle car cette conformation est la plus stable
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

**QCM 3 : A propos de la résonance :**

- A) L'aimantation de l'échantillon biologique est inclinée par rapport à sa position d'équilibre grâce à une impulsion radiofréquence égale à celle de Larmor
- B) Pour qu'il y ait bascule d'un angle de  $90^\circ$  du moment magnétique global  $M$ , il faut appliquer une onde radiofréquence dont la fréquence est strictement égale à la fréquence de Larmor
- C) Le champ  $B_1$  est tournant et parallèle à  $B_0$
- D) L'onde radiofréquence se situant dans les rayonnements gamma, la RMN peut avoir des effets biologiques néfastes
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

**QCM 4 : A propos de la relaxation,**

- A) On définit 3 paramètres de relaxation : un transverse, un parallèle et un tangentielle
- B) 2 champs magnétiques sont en application
- C) A la fin de celle-ci  $M$  retrouve sa position d'équilibre
- D) Pendant cette phase  $M$  forme une enveloppe en demi-sphère pour retrouver sa position
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

**QCM 5 : A propos du paramètre de relaxation  $T_1$**

- A) Ce paramètre nous permet d'évaluer l'évolution de la composante verticale de  $M$
- B) Au bout d'un temps  $T_1$  on aura retrouvé 37% de l'aimantation d'équilibre
- C) Tout comme la fréquence de Larmor,  $T_1$  varie selon la nature du tissu
- D) La recroissance en  $z$  est représentée par une fonction exponentielle croissante
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

**QCM 6 : A propos du paramètre de relaxation  $T_2$**

- A) Cette composante transverse tourne et diminue dans son module et c'est pour cela que l'on a un signal sinusoïdal amorti
- B) Le signal transverse croît rapidement lors de la relaxation
- C) Au bout d'un temps  $T_2$  l'aimantation a retrouvé 63% de sa valeur d'équilibre
- D) Au bout d'un temps  $T_2$  l'aimantation a perdu 63% de sa valeur d'équilibre
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses.

## CORRECTION

### QCM 1 :

Quelles sont les conditions pour avoir un phénomène de RMN ?

- **A l'échelle de la particule :** Toute particule chargée et animée d'un mouvement circulaire (qui tourne sur elle-même) a un moment magnétique. Mais on se souvient : les charges des particules élémentaires viennent en fait des quarks ! Donc TOUS les nucléons peuvent avoir un moment magnétique.
- **A l'échelle du noyau :** Pour avoir un moment magnétique, il faut que la somme des spins des nucléons qui constitue le noyau soit NON NULLE. Donc si :
  - o **Z et N sont pairs** = sommes des spins nulle = pas de moment magnétique nucléaire = pas de RMN possible
  - o **Z et N sont impairs** = nombre quantique de spin est égale à 1 (ou autre entier naturel) = moment magnétique nucléaire = RMN possible
  - o **Z ou N sont impairs** = nombre quantique de spin égal à  $\frac{1}{2}$  (ou multiple entier de  $\frac{1}{2}$ ) = moment magnétique nucléaire = RMN possible

$$\mu = \gamma \hbar I$$

avec :  $\gamma$  = rapport gyromagnétique caractéristique du noyau

$\hbar$  = constante de Planck  $h/(2\pi)$

I = nombre quantique de spin = somme de tous les spins des nucléons qui constituent le noyau.

### QCM 1 : E

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai

### QCM 2 :

**La précession :**

- **Echelle microscopique :** un noyau de moment magnétique non nul placé dans un champ magnétique est soumis à un couple. Ce couple va produire un mouvement du noyau d'hydrogène appelé mouvement de précession.
  - o Ce mouvement a une vitesse angulaire  $\omega_0 = 2\pi\nu_0$  avec  $\nu_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$  la fréquence de Larmor
  - o La précession peut se faire dans le sens parallèle ou anti parallèle à  $B_0$  correspondant à deux états d'énergie différents :
    - Parallèle :  $E = -\gamma \hbar \frac{B_0}{2}$
    - Anti-parallèle :  $E = +\gamma \hbar \frac{B_0}{2}$
    - Minute Physique : On se souvient, plus l'énergie est négative plus c'est stable !
- **Echelle macroscopique :** Si il n'y a pas de champ électrique, chaque proton s'oriente de façon aléatoire. En présence d'un champ, les protons entrent en précession selon les deux sens possible avec une préférence pour le sens le plus stable (logique...). Il existe donc un moment magnétique global à l'échelle d'un échantillon tissulaire malgré le mouvement de précession individuel des protons.

### QCM 2 : ABCD

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

## **QCM 3 :**

### **La résonance :**

On ne peut pas mesurer l'aimantation de l'échantillon directement. Pour pouvoir mesurer quelque chose quand même on va effectuer une résonance grâce à la fréquence de Larmor : On applique à notre système M,  $B_1$  un champ magnétique perpendiculaire et tournant à la fréquence de Larmor. Cela va induire la Bascule de M (initialement dans le plan dans le plan Oxz) d'un angle  $\frac{\pi}{2}$  (se retrouvant alors dans le plan Oxy).

On peut décrire ce champ  $B_1$  comme une onde radiofréquence : REM de fréquence se situant dans le domaine des ondes radio (pas ionisant → pas d'effet sur la santé !) et permettant la modification de l'équilibre en terme énergétique de la répartition des protons dans l'échantillon de matière. L'énergie absorbée va permettre la modification de la répartition des protons entre les 2 niveaux. Un certain nombre de protons qui étaient en précession dans le sens parallèle vont passer le sens antiparallèle. A l'extrême il y aura autant de protons dans le parallèle que dans le sens antiparallèle et le moment magnétique sera nul et disparaîtra. En réalité cela revient au fait que M à été basculé d'un angle  $\pi/2$ .

### **QCM 3 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

## **QCM 4 :**

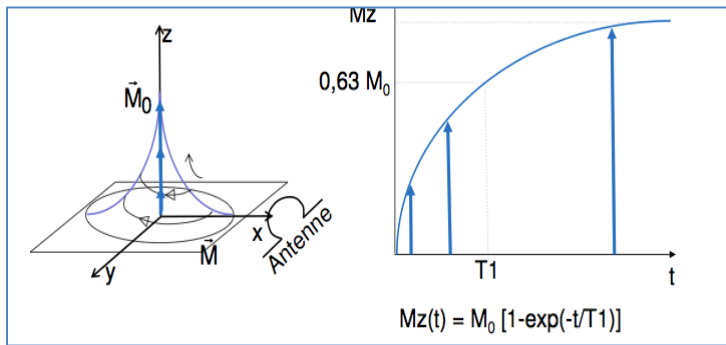
### **La relaxation :**

À l'arrêt de l'onde radiofréquence, M va retrouver sa position d'équilibre selon une enveloppe en pavillon de trompette. La composante transverse de M dans le plan Oxy va diminuer au profit de la composante verticale (longitudinale) dans le plan Oxz. La disparition de la composante transverse est plus rapide que la ré-apparition de la composante verticale. L'énergie est mesurée grâce à une antenne qui mesure ce qu'il se passe dans le plan xy. On observe donc un signal de précession libre, c'est à dire une sinusoïde amortie.

### **QCM 4 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

## QCM 5 :



**Paramètre T1 :** C'est le paramètre qui va nous permettre de décrire l'évolution de la composante verticale  $\vec{M}_z$ . Ce paramètre T1 porte également le nom de temps de relaxation longitudinale, spin réseau et temps de recroissance en z.

T1 est le temps qui décrit la vitesse avec laquelle la projection verticale  $\vec{M}_z$  va retrouver sa position d'équilibre. Ce module vertical augmente avec le temps.

T1 varie avec la nature des tissus (analogie matière visco-élastique).

Expression mathématique de la recroissance en z :

$$M_z(t) = M_0 - M_0 e^{-t/T_1}$$

$$\text{Or à } t = T_1 : M_z(T_1) = M_0 - M_0 e^{-\frac{T_1}{T_1}} = M_0 - M_0 e^{-1}$$

$$\text{Comme } e^{-1} = 0,37 \text{ alors } M_z(T_1) = M_0 - 0,37M_0 = 0,63M_0$$

## QCM 5: AD

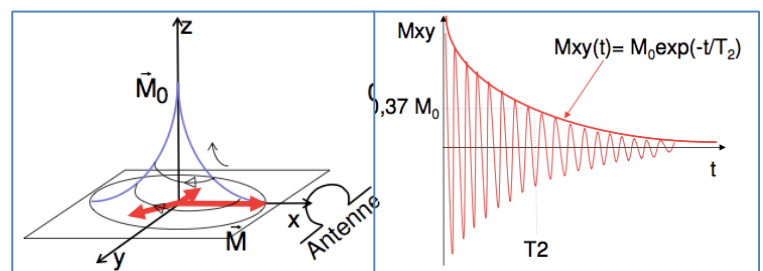
- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux : la fréquence de Larmor ne varie pas avec la nature des tissus
- D) Vrai
- E) Faux

## QCM 6 :

**Le paramètre T2 :** Ce paramètre décrit l'évolution de la composante Mxy c'est-à-dire l'évolution de la composante de  $\vec{M}$  dans le plan xy.

T2 porte le nom de temps de relaxation transversal, spin-spin et temps d'annulation de la composante transverse.

Cette composante transverse tourne et diminue dans son module et c'est pour cela que l'on a un signal sinusoïdal amorti. Le signal disparaît donc au cours du temps.



Expression mathématique de la décroissance en xy :

$$M_{xy}(t) = M_0 e^{-t/T_2}$$

$$\text{Comme } e^{-1} = 0,37 \text{ alors } M_{xy}(T_2) = 0,37M_0$$

## QCM 6: AD

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux