

# TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique

## Séance n°6 – Semaine du 31/10/2011

### Magnétisme et RMN – Pr. M Zanca

Séance préparée par Anne-Lise FOUREZ et Lucile POULY (ATM<sup>2</sup>).

**QCM n°1 :** Les noyaux d'  $^1\text{H}$  résonnent à 42.57 MHz dans un champ magnétique statique de  $B_0 = 1\text{T}$ . On réalise une bascule de  $45^\circ$  en appliquant un champ  $B_1$  de  $65 \mu\text{T}$ .

- a)  $\omega_1 = 1,739 \cdot 10^4 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
- b) Le temps de bascule est de l'ordre de  $90,2 \mu\text{s}$
- c) Le temps de bascule est de l'ordre de  $45,2 \mu\text{s}$

Que vaut l'angle de précession autour de  $B_0$  dans le plan transverse pendant la bascule ? (à  $2k\pi$  près)

- d)  $\alpha = 28^\circ$
- e)  $\alpha = 14^\circ$
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°2 :** On analyse par RMN  $^1\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$  d'un composé. On plonge l'échantillon dans un champ magnétique  $B_0 = 1\text{T}$ . On bascule d'abord de  $\eta_1 = 90^\circ$  l'aimantation de  $^1\text{H}$  au moyen d'une radiofréquence  $B_1$  pendant  $\tau_1 = 75 \mu\text{s}$ . Par la suite, on bascule l'aimantation du  $^{13}\text{C}$  de  $\eta_2$  en utilisant un champ  $B_2 = 2,65B_1$  pendant  $\tau_2 = 65 \mu\text{s}$  à une fréquence  $\nu_2$ . On donne la fréquence de  $^1\text{H}$  dans le champ  $B_0$   $\nu_0 = 42\text{MHz}$ . De plus,  $\gamma_{^1\text{H}} = 4 \gamma_{^{13}\text{C}}$ .

Parmi les propositions suivantes lesquelles sont exactes ?

- a)  $B_1 = 92 \mu\text{T}$
- b)  $B_1 = 79 \mu\text{T}$
- c)  $\nu_2 = 2.2 \text{ kHz}$
- d)  $\eta_2 = 1.36 \text{ rad}$
- e)  $\eta_2 = 51^\circ$
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°3 :** Des noyaux identiques de spin non nul sont plongés dans un champ  $B_0$  de 3 Tesla. Ils sont ensuite soumis à une impulsion radiofréquence appliquée à la résonance ( $\nu_0 = 100 \text{ MHz}$ ) pendant un intervalle de temps très bref  $dt$ . La bande passante en fréquence est donnée par  $d\nu = \frac{1}{dt}$ . Pour une bande passante de 30 ppm, quelle sera la durée de la RF ?

NB :  $\frac{d}{\nu_0} = 3 \cdot 10^{-5}$ .

- a)  $dt$  sera égal à  $0,33\text{ms}$  environ.
- b)  $dt$  sera égal à  $3,3\text{ms}$  environ.

On suppose qu'une impulsion RF ( $B_1$ ) de cette durée permet une bascule de  $\eta = 90^\circ$  d'une aimantation macroscopique de ces noyaux. Quelle doit-être l'intensité  $B_1$  de la RF pour que cette bascule soit possible ?

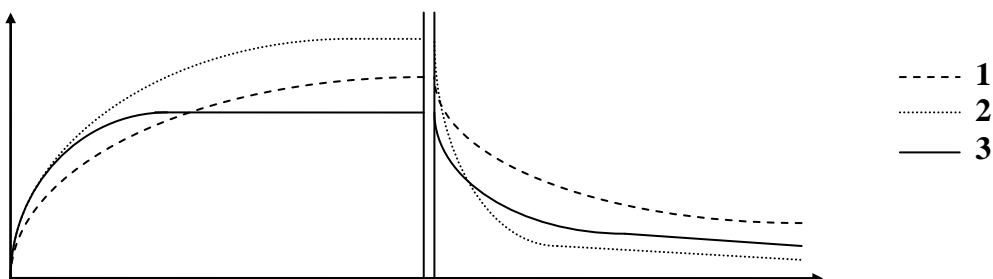
- c)  $B_1$  doit être environ égal à  $23 \mu\text{T}$ .
- d)  $B_1$  doit être environ égal à  $2,3 \mu\text{T}$ .
- e)  $B_1$  doit être environ égal à  $28 \text{ nT}$ .
- f) Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°4 :** Une aimantation  $M$ , précessant dans un champ magnétique statique  $B_0$  de 1T, est basculée de  $90^\circ$  par une impulsion radiofréquence pendant un temps  $dt$  égal à  $80 \mu\text{s}$ . Cette aimantation est celle d'un matériau X caractérisé par une fréquence de résonance quatre fois plus petite que la fréquence du proton (rappel : la fréquence de résonance du proton est d'environ  $43\text{MHz}\cdot\text{T}^{-1}$ ).

- L'impulsion radiofréquence  $B_1$  est d'une intensité de  $0,29 \text{ mT}$ .
- L'impulsion radiofréquence  $B_1$  est d'une intensité de  $0,73 \mu\text{T}$ .
- $M$  aura effectué 1228 tours autour de  $B_0$  pendant la bascule.
- $M$  aura effectué 862 tours autour de  $B_0$  pendant la bascule.
- $M$  aura effectué 457 tours autour de  $B_0$  pendant la bascule.
- Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°5 :** Lors d'une expérience de RMN, soient 3 substances a, b, et c telles que :

	$M_0$	$T_1$	$T_2$
<b>a</b>	<b>0,8</b>	<b>200 ms</b>	<b>200 ms</b>
<b>b</b>	<b>0,9</b>	<b>800 ms</b>	<b>780 ms</b>
<b>c</b>	<b>1</b>	<b>400 ms</b>	<b>50 ms</b>



**Parmi les propositions suivantes lesquelles sont exactes ?**

- Les tracés correspondants aux tissus sont : 1b 2a 3c
- Les tracés correspondants aux tissus sont : 1b 2c 3a
- Lors d'une pondération en  $T_1$ ,  $M_0$  n'a pas d'importance.
- La substance b est la substance la plus fluide des 3.
- La substance a est plus visqueuse que la substance b.
- Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°6 :** Toute aimantation  $M_{T_i}$  parcourt, en précessant à la fréquence  $\nu_i$  pendant un temps  $t$  un angle  $\theta_i$ . On considèrera deux aimantations  $M_{T_1}$  et  $M_{T_2}$  initialement en phase, qui se déphaseront de  $\Delta\theta = |\theta_1 - \theta_2|$  au bout du temps  $t$ . On constate que  $\nu_1 - \nu_2 = 5 \text{ Hz}$ .

- $M_{T_1}$  prend de l'avance sur  $M_{T_2}$ .
- $M_{T_1}$  prend du retard sur  $M_{T_2}$ .
- Pour  $t = 150 \text{ ms}$ , le déphasage observé sera de  $270^\circ$ .
- Au bout de  $t = 600\text{ms}$ , les deux aimantations seront de nouveau en phase.
- Au bout de  $t = 200\text{ms}$ , les deux aimantations seront de nouveau en phase.
- Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°7 :** Soient deux tissus A et B de même densité de protons plongés lors d'une expérience de RMN dans un champ  $B_0$  suffisant pour générer une aimantation macroscopique. Après un temps  $t_r$  supérieur à cinq fois le plus grand  $T_1$ , on applique un  $B_1$  permettant de faire une bascule de  $90^\circ$ .

On donne le rapport  $\frac{T_{2A}}{T_{2B}} = 2,5$ .

- a) Après arrêt du  $B_1$ , et au bout d'un temps  $t_e = T_{2A}$ ,  $M_{TA}$  n'a plus que 37% de sa valeur maximum.
- b) Après arrêt du  $B_1$ , et au bout d'un temps  $t_e = T_{2A}$ ,  $M_{TA}$  n'a plus que 63% de sa valeur maximum.
- c) L'aimantation transverse du tissu B décroît 2,5 fois plus vite que celle du tissu A.
- d) L'aimantation transverse du tissu A mettra 2,5 fois plus de temps que le tissu B pour atteindre un même pourcentage de leur  $M_{T0}$  respectifs.
- e) Pendant la décroissance des aimantations transverses, il est possible de trouver un temps d'écho  $t_e$  pour lequel on a un *isosignal*.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°8 :** A propos des paramètres intrinsèques de la RMN du proton :

- a)  $M_0$  dépend du degré d'hydratation des tissus.
- b) Le  $T_1$  est un phénomène longitudinal et énergétique.
- c) Le  $T_2$  est un phénomène transversal et énergétique.
- d) Le  $T_1$  est le temps de relaxation spin-réseau.
- e) Le  $T_1$  est le temps de relaxation spin-spin.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°9 :** Soient 2 tissus A et B de même densité de protons, tels que  $2T_{2(B)} = T_{2(A)}$ . Après un temps de repousse  $t_r = 7 T_1$ , on effectue une bascule d'un angle  $\eta=90^\circ$ . Pendant un temps  $t_e = 250$  ms, on laisse décroître les aimantations transverses et on obtient  $M_{T(A)} = 4M_{T(B)}$ .

Parmi les propositions suivantes lesquelles sont exactes ?

- a)  $T_{2A} = 11$ ms
- b)  $T_{2A} = 180$ ms
- c)  $T_{2B} = 90$ ms
- d) Le tissu A est en *hypersignal* en pondération  $T_2$  par rapport au tissu B.
- e) Le tissu B est en *hypersignal* en pondération  $T_2$  par rapport au tissu A.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°10 :** Soient 2 tissus A et B, lors d'une expérience de RMN :

	$M_0$	$T_1$	$T_2$
Tissu A	0,8	1 s	0,9 s
Tissu B	0,9	2 s	0,8 s

Parmi les propositions suivantes lesquelles sont exactes ?

- a) Après un temps  $t_r=3$ s, on pourrait faire une pondération en densité de protons.
- b) L'aimantation longitudinale du tissu A croît 2 fois plus rapidement que celle du tissu B.
- c) Le tissu B pourrait être plus visqueux que le tissu A.
- d) Le tissu B est toujours en *hyposignal* en pondération  $T_2$ .
- e) Les 2 tissus ont le même degré d'hydratation et la même concentration lipidique.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°11 :** On considère l'expérience de RMN réalisée sur trois échantillons de tissus, de même densité de protons : un échantillon du centre d'une tumeur du pancréas, un échantillon de la périphérie de cette même tumeur et enfin un échantillon de tissu sain qui servira de témoin. On considère qu'une tumeur est cellulaire si sa viscosité augmente de la périphérie vers le centre alors qu'elle sera liquéfiée (nécrosée) si sa viscosité augmente du centre vers la périphérie.

Les trois tissus sont plongés dans un  $B_0$  suffisamment intense. Ils ont alors les paramètres de RMN suivants :

	$T_1$	$T_2$
<b>Témoin</b>	<b>800 ms</b>	<b>80 ms</b>
<b>Centre tumeur</b>	<b>900 ms</b>	<b>70 ms</b>
<b>Périphérie tumeur</b>	<b>1000 ms</b>	<b>120 ms</b>

- a) La tumeur (centre + périphérie) apparaîtra en *hyposignal* par rapport au tissu témoin en pondération  $T_1$ .
- b) La tumeur (centre + périphérie) apparaîtra en *hypersignal* par rapport au tissu témoin en pondération  $T_1$ .
- c) En pondération  $T_1$ , le centre de la tumeur sera en *hyposignal* par rapport au témoin et la périphérie sera en *hypersignal* en pondération  $T_2$  par rapport au tissu témoin.
- d) Le centre de la tumeur est plus liquide que la périphérie : la tumeur est liquéfiée.
- e) Le centre de la tumeur est plus solide que la périphérie : la tumeur est cellulaire.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°12 :** A propos de la spectroscopie de RMN :

- a) Elle permet l'identification de composés chimiques depuis la structure primaire jusqu'à la conformation tri-dimensionnelle.
- b) La SRM est invasive et destructrice, c'est pourquoi il faut l'utiliser avec parcimonie.
- c) En SRM, les noyaux équivalents ont exactement la même fréquence.
- d) Tous les noyaux, quel que soit leur groupement, « voient » le même champ en SRM.

**On désire définir le déplacement chimique d'un groupement de noyaux hydrogène dans un échantillon soumis à une SRM dans un champ  $B_0$  égal à 1,5T. La substance de référence pour l'hydrogène est le tétraméthylsilane (TMS), qui a un déplacement chimique de 0,0ppm par définition (pour l'hydrogène). Il « verra » donc le  $B_{eff}$  le plus éloigné de  $B_0$ . Supposons que les noyaux hydrogènes « voient » un champ de 1,499 T et le TMS de 1,497 T. Quelle est la valeur du déplacement chimique de ce groupe de noyaux ?**

- e) Le déplacement chimique est de 1333,3ppm.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°13 :** Mickey et Minnie consultent au CHU. Affolée, Minnie déclare que Mickey souffre de la maladie de Kxaler (myélomes multiples des os, qui deviennent moins visqueux). Les médecins, sceptiques, lui font passer une IRM dans des conditions optimales. Les résultats obtenus sont les suivants :

	<b>M<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>
<b>Os de Mickey</b>	<b>0,7</b>	<b>1000ms</b>	<b>80ms</b>
<b>Os témoin (sain)</b>	<b>0,7</b>	<b>800ms</b>	<b>200ms</b>

- a) Les os de Mickey apparaîtront en *hypersignal* en pondération T<sub>1</sub>.
- b) Les os de Mickey apparaîtront en *hypersignal* en pondération T<sub>2</sub>.
- c) Les os de Mickey ne pourront pas être distingués du tissu osseux témoin par une seule pondération M<sub>0</sub>.
- d) Effectivement, les os de Mickey sont devenus moins visqueux : il peut souffrir de la maladie de Kxaler.
- e) Au contraire, les os de Mickey semblent être devenus plus visqueux: il faut inquiéter Minnie (Mickey peut souffrir d'une hyperostose) et les renvoyer à Disneyland.
- f) Toutes les réponses précédentes sont fausses.