

TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique

CORRECTION Séance n°6 – Semaine du 31/10/2011

Magnétisme et RMN – Pr. M Zanca

Séance préparée par Anne-Lise FOUREZ et Lucile POULY (ATM²).

QCM n°1 : a, c, d

a) **Vrai** : $\omega_1 = \gamma B_1$ $\gamma = \frac{2\pi\nu_0}{B_0}$ d'où $\omega_1 = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} \times B_1 = 1,739 \cdot 10^4 \text{ rad.s}^{-1}$

b) **Faux** : $\eta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} \times B_1 \times \tau$ $\tau = \frac{\eta}{2\pi\nu_0} \times \frac{B_0}{B_1} = 45,2 \mu\text{s}$

c) **Vrai** : cf item b

d) **Vrai** : la précession autour de B_0 s'effectue à la vitesse angulaire ω_0 .

$\nu_0 \tau$ = nombre de tours effectués pendant $\tau = 1923,077$. (attention prendre les valeurs exactes)

1923 tours entiers ont été parcourus ; il manque 0,077 tours.

$$0,077 \times 360^\circ = 28^\circ$$

Autre manière :

$$\alpha = \gamma B_0 \tau \quad \text{et} \quad \eta = \gamma B_1 \tau \quad \text{donc} \quad \frac{\alpha}{\eta} = \frac{\gamma B_0 \tau}{\gamma B_1 \tau} = \frac{B_0}{B_1} \quad \rightarrow \quad \alpha = \frac{B_0}{B_1} \times \eta = \frac{1}{65 \times 10^{-6}} \times \frac{\pi}{4} = 3846,154\pi$$

$$\alpha = 0,154\pi \text{ (à } 2k\pi \text{ près)} = 0,154\pi \times \frac{180}{\pi} = 28^\circ$$

e) **Faux** : cf item d

QCM n°2 : b, e

a) **Faux** : $2\pi\nu_0 = \gamma_{1H} B_0$ $\gamma_{1H} = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} = 84\pi \times 10^6$ $\eta_1 = \gamma_{1H} B_1 \tau_1$

$$B_1 = \frac{\eta_1}{\gamma_{1H} \tau_1} = 79 \mu\text{T}$$

b) **Vrai** : cf item a

c) **Faux** : attention le carbone 13 précesse autour de B_0 par autour de B_2 .

$$\nu_2 = \frac{\gamma_{13C} B_0}{2\pi} = \frac{\gamma_{1H} B_0}{4 \times 2\pi} \text{ car } \gamma_{1H} = 4\gamma_{13C} \quad \nu_2 = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} \times \frac{B_0}{4 \times 2\pi} = \frac{\nu_0}{4} = 10,5 \text{ MHz}$$

d) **Faux** : $\eta_2 = \gamma_{13C} B_2 \tau_2 = 0,9 \text{ rad} = 51^\circ$

e) **Vrai** : cf item d

QCM n°3: a, c

a) **Vrai** : on a $\frac{d\nu}{\nu_0} = 3 \cdot 10^{-5}$ c'est-à-dire $d\nu = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 100 \cdot 10^6 = 3000 \text{ Hz}$

$$\text{Donc, comme } d\nu = \frac{1}{dt}, \quad dt = \frac{1}{3000} = 0,33 \text{ ms}$$

b) **Faux** : cf item a).

c) **Vrai** : $\eta = \gamma \cdot B_1 \cdot dt$ et $\omega_0 = \gamma \cdot B_0 = 2\pi \cdot \nu_0$. Donc, $\gamma = \frac{2\pi \cdot \nu_0}{B_0} = \frac{2\pi \cdot 100 \cdot 10^6}{3}$

$$\text{Alors, } B_1 = \frac{\eta}{\gamma \times dt} = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{2\pi \cdot 100 \cdot 10^6 \cdot 0,33 \cdot 10^{-3}}{3}} = 23 \mu\text{T}$$

d) **Faux** : voir c).

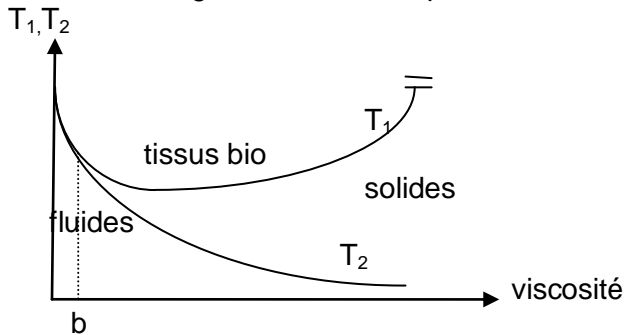
e) **Faux** : voir c).

QCM n° 4: a, d

- a) **Vrai** : On sait que $\eta = \gamma \cdot B_1 \cdot dt$. Connaissant la valeur de la fréquence de résonance ($\frac{\nu_{H^+}}{4}$ soit $10,75 \cdot 10^6$ Hz) ; trouvons le rapport gyromagnétique du matériau X : $\omega_0 = \gamma \cdot B_0 = 2\pi \cdot \nu_0$.
 D'où $\gamma = \frac{2\pi \cdot \nu_0}{B_0} = 67,5 \times 10^6$ SI. Donc, $B_1 = \frac{\eta}{\gamma \cdot dt} = \frac{\frac{\pi}{2}}{67,5 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 10^{-6}} = 0,29$ mT.
- b) Faux : voir a).
- c) Faux : On a $\eta = \gamma \cdot B_1 \cdot dt$ et $\omega_0 = \gamma \cdot B_0$. Donc, $\gamma = \frac{\omega_0}{B_0}$.
 Alors, $\eta = \frac{\omega_0}{B_0} \cdot B_1 \cdot dt$. On cherche le nombre de tours, c'est-à-dire l'angle total parcouru, **pendant la durée de la bascule**. On recherche donc la valeur $dt \times \omega_0$.
 D'où : $dt \cdot \omega_0 = \frac{\eta \cdot B_1}{B_0} = 5416$ rad soit $\frac{5400}{2\pi} = 862$ tours. Pensez à prendre les valeurs exactes pour effectuer vos calculs !
- d) **Vrai** : voir c).
- e) Faux : voir c).

QCM n°5 : b, d, e

- a) Faux : uniquement par les densités de spins on peut déduire que 1b 2c 3a
 b) **Vrai** : cf item a
 c) Faux : Tout signal est influencé par M_0 .



- d) **Vrai** : car $T_{1b} \approx T_{2b}$ et T_{2b} est le plus grand des 3 substances. (On considère ici la différence de M_0 trop faible pour avoir un impact sur la fluidité.)
 e) **Vrai** : $T_{2a} < T_{2b}$

QCM n°6 : a, c, d, e

- a) **Vrai** : on a $\nu_1 - \nu_2 = 5$ Hz, c'est-à-dire $\nu_1 = \nu_2 + 5$ Hz. Donc M_{T_1} va prendre de l'avance sur M_{T_2} .
 b) Faux : voir a)
 c) **Vrai** : ω est la vitesse de précession, en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$. On recherche l'angle θ , en radians. On va donc effectuer le calcul $\Delta\theta = \omega \cdot t$. On sait que $\omega = 2\pi \cdot \nu$
 Donc, $\Delta\theta = 2\pi \cdot \Delta\nu \cdot t$
 $\Delta\theta = 2\pi \cdot 5 \cdot 150 \cdot 10^{-3}$
 $\Delta\theta = 4,7$ rad, soit $\frac{4,7 \times 360}{2\pi} = 270^\circ$
- d) **Vrai** : Même calcul que précédemment : $\Delta\theta = 2\pi \cdot \Delta\nu \cdot t$
 $\Delta\theta = 2\pi \cdot 5 \cdot 600 \cdot 10^{-3}$
 $\Delta\theta = 18,85$ rad soit $\frac{18,85}{2\pi} = 3$.
 Donc les deux aimantations ont effectué 3 tours et sont à nouveau en phase.
- e) **Vrai** : Même calcul que précédemment : $\Delta\theta = 2\pi \cdot \Delta\nu \cdot t$
 $\Delta\theta = 2\pi \cdot 5 \cdot 200 \cdot 10^{-3}$
 $\Delta\theta = 6,28$ rad soit $\frac{6,28}{2\pi} = 1$.
 Donc les deux aimantations ont effectué 1 tour et sont à nouveau en phase.

QCM n° 7: a,d

- a) **Vrai** : on a $M_{TA} = M_0 \cdot e^{\frac{-te}{T_{2A}}}$ et ici $t_e = T_{2A}$. Donc $M_{TA} = M_0 \cdot e^{-1}$ soit 37% de M_0
- b) **Faux** : voir a).
- c) **Faux** : on a le rapport $\frac{T_{2A}}{T_{2B}} = 2,5$ donc $T_{2A} > T_{2B}$. Par rapport au tissu A, le tissu B mettra donc 2,5 fois moins de temps pour atteindre un pallier d'aimantation transverse donné. Cependant, on ne peut pas dire que la décroissance s'effectue 2,5 fois plus vite, car la notion de vitesse prend en compte le caractère exponentiel de la décroissance.
- d) **Vrai**:
- e) **Faux** : avoir un isosignal reviendrait à dire que $M_{TA} = M_{TB}$, c'est-à-dire : $M_0 e^{\frac{-te}{T_{2A}}} = M_0 \cdot e^{\frac{-te}{T_{2B}}}$. Les M_0 et te sont identiques, mais pas les T_2 . Donc, il n'existe pas de te pour lequel on aurait un isosignal pour ces tissus.

QCM n° 8: a, b, d

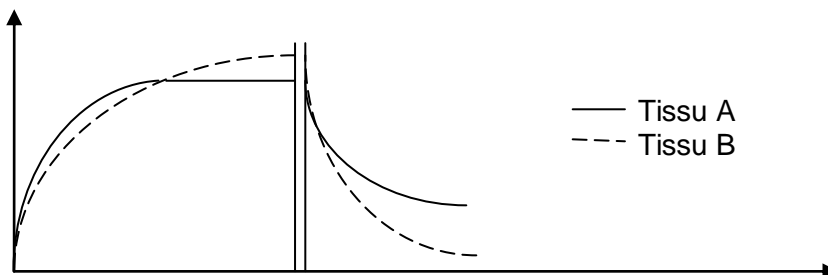
- a) **Vrai** : par définition.
- b) **Vrai**.
- c) **Faux** : le T_2 est un phénomène entropique (pas d'échange d'énergie entre le système de spins et le réseau).
- d) **Vrai**.
- e) **Faux** : c'est le T_2 .

QCM n°9: b, c, d

- a) **Faux** : A et B ont la même densité de protons $M_{0A}=M_{0B}$
 Comme la pousse est supérieure à 5 T1 et la bascule de 90°, $MT_0=M_0$.
- $$M_{T(A)}=M_0 e^{\frac{-te}{T_{2A}}} = M_0 e^{\frac{-te}{2T_{2B}}} \quad \text{car } tr=7T_1 \quad M_{T(B)}=M_0 e^{\frac{-te}{T_{2B}}}$$
- $$\frac{M_{T(A)}}{M_{T(B)}} = \frac{e^{\frac{-te}{2T_{2B}}}}{e^{\frac{-te}{T_{2B}}}} = e^{\frac{-te}{2T_{2B}} - \frac{-te}{T_{2B}}} = e^{\frac{te}{2T_{2B}}}$$
- $$\frac{M_{T(A)}}{M_{T(B)}} = 4 \quad e^{\frac{te}{2T_{2B}}} = 4 \quad \frac{te}{2T_{2B}} = \ln 4 \quad T_{2(B)} = \frac{te}{2 \ln 4} = \frac{250}{2 \ln 4} = 90 \text{ ms}$$
- $$T_{2(A)} = 2T_{2(B)} = 180 \text{ ms}$$
- b) **Vrai**: cf item a
- c) **Vrai** : cf item a
- d) **Vrai** : T_{2A} est supérieur à T_{2B} . Les 2 tissus ont la même densité de protons donc pas de risque d'isosignal ; A apparaîtra donc en hypersignal par rapport à B.
- e) **Faux** : cf item d

QCM n°10: c

- a) **Faux** : après 3s, aucun des 2 tissus n'a atteint M_0 . On peut faire une pondération en M_0 pour un $tr \geq 5T_1$.
- b) **Faux** : la croissance de l'aimantation n'est pas linéaire.
- c) **Vrai** : car $T_{2A} > T_{2B}$
- d) **Faux** : le tissu B a un M_0 supérieur à celui du tissu A. De plus, il a un T_{2B} plus court, il décroîtra plus rapidement mais il y a un risque d'isosignal.

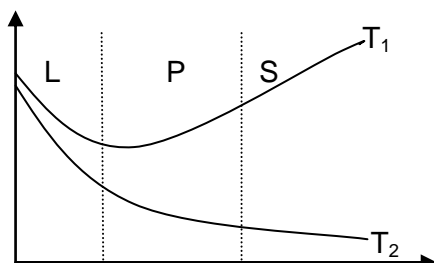


- e) **Faux** : $M_{0A} \neq M_{0B}$. NB : En regardant uniquement les M_0 , on ne peut pas savoir si 2 tissus ont le même degré d'hydratation. En effet, M_0 dépend du degré d'hydratation et de la concentration

lipidique. Un tissu pourrait avoir un même degré d'hydratation, des concentrations lipidiques différentes donc des M_0 différents.

QCM n° 11: a, c, e

- Vrai** : Les tissus ont la même densité de protons. Or, le tissu témoin a le T_1 le plus faible. Il apparaîtra donc en hypersignal en pondération T_1 .
- Faux : voir a)
- Vrai** : voir a. De plus, T_2 périphérie $>$ T_2 témoin donc la périphérie apparaîtra en hypersignal en pondération T_2 .
- Faux : Si on représente le diagramme de répartition des tissus en fonction de T_1 et T_2 , on a :



L= liquide ; P= pâteux ; S=solide

Le centre de la tumeur a un T_1 plus élevé, et un T_2 plus faible que la périphérie. Il est plus solide ; La tumeur est donc cellulaire.

- Vrai** : voir d)

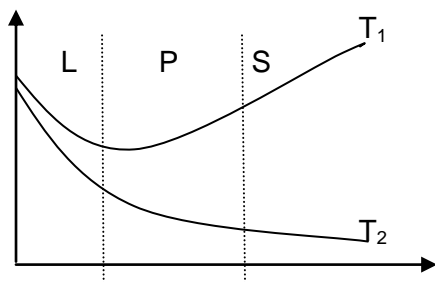
QCM n° 12: a, c, e

- Vrai** : c'est l'une de ses principales fonctions.
- Faux : par définition, elle est non invasive et non destructrice ! Elle permet même l'étude de certains métabolismes in situ et dans le temps.
- Vrai**.
- Faux : le champ effectivement vu par les noyaux diffère d'un groupement à l'autre (effet « écran » des noyaux les uns sur les autres).
- Vrai** : On a la formule : $\delta_i = \frac{B_{eff,i} - B_{eff,ref}}{B_0} \times 10^6$

$$\delta_i = \frac{1,499 - 1,497}{1,5} \times 10^6 = 1333,3 \text{ ppm.}$$

QCM n° 13: c, e

- Faux : le T_1 des os de Mickey est plus élevé que celui des os sains, pour un M_0 identique. Ils seront donc en hyposignal en pondération T_1 .
- Faux : le T_2 des os de Mickey est moins élevé que celui des os sains, pour un M_0 identique. Ils seront donc en hyposignal en pondération T_2 .
- Vrai** : leurs M_0 sont identiques.
- Faux : au vu des résultats obtenus, on peut affirmer que les os ne sont pas devenus moins visqueux mais plus visqueux (solides) (diminution du T_2).
- Vrai**.



L=liquide ; P=Pâteux ; S=Solide.