

TUTORAT UE3 2012-2013 – Physique

CORRECTION Séance n°10 – Semaine du 26/11/2012

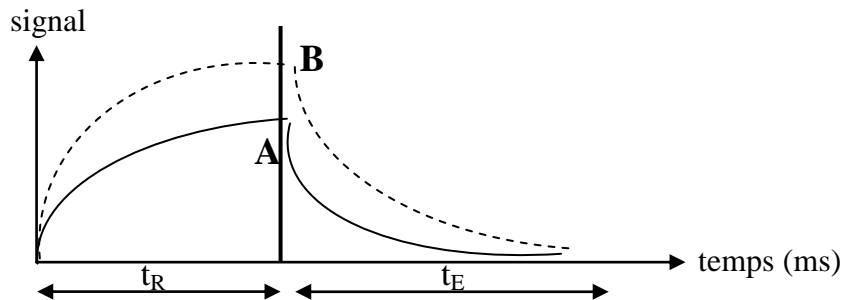
Magnétisme et RMN - Pr M ZANCA

Séance préparée par Charlène DUMETZ et Loïc PIERRE (ATM²)

QCM n°1 : b

A. Faux. Le tissu A sera toujours en hyposignal par rapport au tissu B pour 3 raisons :

- $M_{0A} < M_{0B}$
- $T_{1A} > T_{1B}$ (donc l'aimantation longitudinale de A pousse moins rapidement)
- $T_{2A} < T_{2B}$ (donc l'aimantation transverse de A disparaît plus rapidement)



B. Vrai. cf A

C. Faux. $M_L = \frac{M_0}{2} = M_0 (1 - e^{-\frac{t_R}{T_1}}) \iff \frac{1}{2} = (1 - e^{-\frac{t_R}{T_1}}) \iff \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\frac{t_R}{T_1}$

Donc $t_R = 3000 \cdot \ln(2) = 2079,4 \text{ ms}$

D. Faux. cf A (de plus pas de relation de proportionnalité entre les vitesses car la décroissance est exponentielle. A l'inverse il existe une relation de proportionnalité en ce qui concerne la variable « temps »)

E. Faux. $t = 60s \gg T_1$ pour les 2 tissus donc la pousse des aimantations longitudinales est considérée comme finie : $M_{LA} = M_{0A}$ et $M_{LB} = M_{0B}$.

Après la bascule ($\eta = 45^\circ$) : $M_{T0A} = M_{0A} \cdot \sin(45) = 0,7 \cdot \sin(45)$ et $M_{T0B} = M_{0B} \cdot \sin(45) = \sin(45)$

d'où $M_{T0B} / M_{T0A} = \frac{1}{0,7} = 1,43$

QCM n°2 : a, c, e

A. Vrai. Ces 2 tissus ont même M_0 donc même concentration en protons (prenant en compte le degré d'hydratation et la concentration lipidique).

B. Faux. $T_{2B} < T_{2A}$ donc la décroissance de M_{TA} est plus lente que celle de M_{TB} mais pas de manière linéaire (exponentielle décroissante) d'où pas de relation de proportionnalité.

C. Vrai. $M_T = M_{T0} \cdot e^{-\frac{t_A}{T_{2A}}} = M_{T0} \cdot e^{-\frac{t_B}{T_{2B}}} \iff \frac{t_A}{T_{2A}} = \frac{t_B}{T_{2B}} \iff t_A = 2 \cdot t_B$ (Relation de proportionnalité).

D. Faux. $T_{2B} < T_{2A}$ donc le tissu A apparaîtra en hypersignal par rapport au tissu B.

E. Vrai. $M_T = M_{T0} \cdot e^{-\frac{180}{120}} = 0,223 \cdot M_{T0}$

QCM n°3 : b, c

- A. Faux. Le T_1 du tissu adipeux est inférieur à celui du tissu riche en eau donc le tissu adipeux apparaîtra en hypersignal de plus, ils ont la même densité de protons.
- B. **Vrai.** cf A
- C. **Vrai.** Le T_2 du tissu adipeux est supérieur à celui du tissu sain donc le tissu adipeux apparaîtra en hypersignal (décroissance du tissu sain plus rapide).
- D. Faux. En pondération M_0 il y aura isosignal ($M_{\text{adipeux}} = M_{\text{sain}}$). En pondération T_1 et T_2 le tissu adipeux apparaîtra toujours en hypersignal donc il n'y a aucune autre combinaison de t_R et t_e pour lesquelles $M_{\text{adipeux}} = M_{\text{sain}}$.
- E. Faux. Une pondération en densité de protons ne permettra pas de distinguer ces tissus car ils ont même M_0 .

QCM n°4 : c, d

- A. Faux. $v_A - v_B = 7 \Rightarrow v_A = v_B + 7$ Donc M_{TA} prend de l'avance sur M_{TB} .
- B. Faux. $\Delta\theta = \Delta\omega.t = 2\pi\Delta v.t = 2\pi.7.0,1 = 4,4 \text{ rad}$ soit $\frac{2\pi.7.0,1 \cdot 180}{\pi} = 252^\circ$
- C. **Vrai.** cf B
- D. **Vrai.** $\Delta\theta = 2\pi\Delta v.t = 2\pi.7.1 = 43,98 \text{ rad}$ soit $\frac{43,98}{2\pi} = 7$ tours. Donc les deux aimantations seront en phase et M_{TA} aura 7 tours d'avance sur M_{TB} .
- E. Faux. $\Delta\theta = 2\pi\Delta v.t = 2\pi.7.0,45 = 19,79 \text{ rad}$ soit $\frac{19,79}{2\pi} = 3,15$ tours. Donc les deux aimantations ne seront pas en phase au bout de 450 ms.

QCM n°5 : d

- A. Faux. Ils ont bien même rapport gyromagnétique mais du fait de la proximité des électrons environnant, ils ne sont pas soumis exactement au même champ efficace B_0 donc ne précessent pas tous à la même fréquence.
- B. Faux. Le rapport gyromagnétique est caractéristique de chaque particule et ne varie pas.
- C. Faux. $\Delta v = \delta.v_0 = 3.10^{-6} \cdot 1,5.42,5.10^6 = 191,25 \text{ Hz}$
- D. **Vrai.** cf C
- E. Faux. Les protons de la graisse ont un déplacement par rapport à ceux de l'eau qui peut provoquer des artéfacts en imagerie. De plus, la SRM peut être intéressante sur des tissus biologiques pour mettre en évidence une molécule anormale. On peut donc l'utiliser in vitro et in vivo.

QCM n°6 : b, c, e

- A. Faux. Le LCR apparaîtra en hypersignal en pondération M_0 .
- B. **Vrai.** $M_{0LCR} > M_{0SG} > M_{0SB}$ et $T_{1LCR} > T_{1SG} > T_{1SB}$ donc le signal de la substance blanche croît le plus vite mais son M_0 étant plus petit il y aura des risques d'isosignal avec les deux autres tissus.
- C. **Vrai.** Il s'agit d'une pondération en T_1 donc les différences entre les signaux dépendent de
- $$M_L = M_0 (1 - e^{-\frac{t_R}{T_1}})$$
- Pour le LCR : $M_L = 0,55$
 Pour la SB : $M_L = 0,49$
 Pour la SG : $M_L = 0,64$
- D. Faux. La substance grise sera en hypersignal par rapport à la substance blanche
- E. **Vrai.** On utilise la formule du signal dans sa quasi-totalité : $S = M_0 (1 - e^{-\frac{t_R}{T_1}}) \sin \eta e^{-\frac{t_e}{T_2}}$
 Pour la SB : $S = 0,13$
 Pour la SG : $S = 0,17$

QCM n°7 : b, d

- A. Faux. Calcul du rapport gyromagnétique du ^{23}Na : $\gamma = \frac{\eta}{B_1 \tau} = \frac{\pi/2}{10^{-3} \cdot 22,2.10^{-6}} = 70,8.10^6 \text{ USI}$
 Fréquence du ^{23}Na : $2\pi\nu_0 = \gamma B_0 \Rightarrow \frac{\nu_0}{B_0} = \frac{\gamma}{2\pi} = \frac{70,8.10^6}{2\pi} = 11,26 \text{ MHz.T}^{-1}$
- B. **Vrai.** cf A
- C. Faux. Fréquence du ^{39}K : $\frac{\nu_0'}{B_0} = \frac{11,26}{5,67} \approx 2 \text{ MHz.T}^{-1}$
 Calcul du rapport gyromagnétique du ^{39}K : $2\pi\nu_0' = \gamma' B_0 \Rightarrow \gamma' = \frac{2\pi\nu_0'}{B_0} = 12,48.10^6 \text{ USI}$

Durée de la bascule : $\eta = \gamma' B_1 \tau \Rightarrow \tau = \frac{\eta}{\gamma' \cdot 6 B_1} = \frac{\pi/2}{12,48 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 20,98 \mu\text{s}$

- D. **Vrai**. cf C
E. Faux. cf C

QCM n°8 : b, c, d, e

- A. Faux : c'est l'inverse, fibrose=perte d'eau, or M_0 varie dans le même sens que l'hydratation du tissu
B. **Vrai**
C. **Vrai** : car le tissu devient plus visqueux
D. **Vrai** : une modification de la viscosité peut entraîner soit une diminution (de liquide aux tissus pâteux), soit une augmentation du T_1 (du tissu pâteux aux solides).
E. **Vrai** : voir correction item d.

QCM n°9 : c, d

- A. Faux : $\eta = 2\pi \vartheta_0 \frac{B_1}{B_0} \tau$ donc $\tau = \frac{\eta}{2\pi \vartheta_0 \frac{B_1}{B_0}}$ soit ici $\tau = \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-6}}{3}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ s} = 500 \mu\text{s}$
B. Faux : voir item a
C. **Vrai** : $\eta = 2\pi \vartheta_0 \frac{B_1}{B_0} \tau = 2\pi \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-6}}{3} \cdot 400 \cdot 10^{-6} = 1,26 \text{ rad}$ soit $1,26 \cdot \frac{360}{2\pi} = 72^\circ$
D. **Vrai** : selon la formule $\eta = 2\pi \vartheta_0 \frac{B_1}{B_0} \tau$
E. Faux : dans la formule $\eta = 2\pi \vartheta_0 \frac{B_1}{B_0} \tau$, $\frac{2\pi \vartheta_0}{B_0}$ correspond au rapport gyromagnétique qui est constant pour un noyau donné : on ne peut modifier ϑ_0 sans modifier B_0 à l'identique (rapport $\frac{\vartheta_0}{B_0}$ constant selon Larmor). Ainsi, si on multiplie la fréquence de résonance par $\frac{1}{2}$, c'est que B_0 a lui aussi été multiplié par $\frac{1}{2}$, ce qui n'entraîne aucune conséquence sur η (qui ne dépend que du type de noyau et de la radiofréquence (durée et intensité) envoyée).

QCM n°10 : b, e

- A. Faux : $M_L = M_0 (1 - e^{-\frac{tr}{T_1}})$ soit ici $M_L = M_0 (1 - e^{-\frac{-2}{1}}) = 0,865 \cdot M_0$
B. **Vrai** : voir item a
C. Faux : juste à la fin de la bascule, $M_T = M_0 (1 - e^{-\frac{tr}{T_1}}) \sin(\eta)$
soit ici $M_{T0} = 0,865 M_0 \sin(70) = 0,813 M_0$
D. Faux : après un temps t_e , $M_T = M_{T(0)} \cdot (e^{-\frac{te}{T_2}}) = M_0 (1 - e^{-\frac{tr}{T_1}}) \sin(\eta) (e^{-\frac{te}{T_2}})$
soit ici $M_T = 0,813 M_0 \cdot e^{-\frac{0,3}{0,15}} = 0,11 M_0$
E. **Vrai** : voir item d

QCM n°11 : a, b, d

- A. **Vrai** : en présence de produit de contraste ($C > 0$), $\frac{1}{T_1'}$ augmente donc T_1' diminue
B. **Vrai** : plus le T_1 (ou le T_2) est grand, plus la relaxation en T_1 (ou en T_2) est lente
C. Faux : voir correction item b
D. **Vrai** : voir correction item b
E. Faux : voir correction item b

QCM n°12 : a, d

- A. **Vrai** : lorsque C augmente, $\frac{1}{T_1'}$ augmente et T_1' diminue : les relaxations (croissance en T_1 ou décroissance en T_2) deviennent plus rapides. Cela entraîne un hypersignal (signal plus fort) en pondération T_1 et un hyposignal (signal plus faible) en pondération T_2 .
B. Faux : voir correction item a
C. Faux : ces paramètres correspondent à une pondération en M_0 , or les valeurs du T_1 et du T_2 n'ont pas d'influence sur une telle pondération: le signal reste le même qu'en l'absence de produit
D. **Vrai** : car ces paramètres correspondent à une pondération en T_1 (voir correction item a)
E. Faux: car ces paramètres correspondent à une pondération en T_2 (voir correction item a)

QCM n°13 : b, d

- A. Faux : $\Delta\alpha=2\pi\Delta\vartheta_0 t$ soit ici $\Delta\alpha=2\pi \cdot 10 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = \frac{\pi}{4}$ rad (soit un huitième de tour ! Un tour= 2π rad)
- B. **Vrai** : voir correction item a
- C. Faux : pour être en phase, $\Delta\alpha$ doit valoir $2\pi N$ (avec N entier). Ici on a $\Delta\alpha=2\pi \cdot 10 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = \pi$: les spins sont donc en opposition de phase.
Ils seront en phase pour $\tau = 2 \times 50 \text{ms} = 100 \text{ms}$
- D. **Vrai** : voir correction item c
- E. Faux : $\Delta\alpha=2\pi \cdot 10 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 2\pi$. Les spins sont donc en phase.