

# TUTORAT UE3a 2013-2014 – Biophysique

## Séance n°9 – Semaine du 18/11/2013

### *Résonance Magnétique Nucléaire 1 – Zanca*

Séance préparée par Hélène, Inès, Jeff et Karim (TSN)

#### QCM n°1 : à propos du magnétisme à l'échelle moléculaire :

- A. En l'absence de tout  $B_0$ , les mouvements browniens (= thermo-dépendants) orientent les  $\mu_{\text{mol}}$ , créant ainsi une aimantation macroscopique.
- B. Plus l'échantillon contenant les spins est chaud, moins le  $B_0$  nécessaire pour l'orientation des spins est élevé.
- C. Lorsque le matériau est plongé dans un champ magnétique suffisant, le paramagnétisme affecte les couples de spins antiparallèles.
- D. La RMN repose sur les spins nucléaires car leur paramagnétisme est plus fort- que celui les électrons.
- E. Un noyau atomique de spin 5/2 peut s'orienter de 6 façons différentes en présence d'un champ magnétique intense.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

#### QCM n°2 : Choisir la ou les propositions exactes.

- A. Le facteur de Landé de l'électron est négatif.
- B. Le magnétisme global de l'électron est l'addition vectorielle du moment cinétique orbital et intrinsèque.
- C. Le magnéton de Bohr correspond au plus petit moment magnétique associé à l'électron sur son orbital.
- D. Le magnéton nucléaire est la plus petite valeur du moment magnétique associé à un noyau.
- E. Si le magnéton de Bohr correspond à des MHz alors le magnéton nucléaire correspond à des GHz.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

#### QCM n°3 : Concernant la RMN

- A. Les vecteurs  $\vec{\mu}$  et  $\vec{B}$  peuvent interagir par un produit scalaire, ce qui explique la précession des  $\vec{\mu}$  autour de  $\vec{B}$ .
- B. A très basse température, en l'absence d'un champ magnétique ajouté, des noyaux de spin non nul peuvent s'orienter dans le sens du champ terrestre.
- C. En présence d'un champ magnétique suffisant, des spins de 7/2 s'orientent dans 8 directions différentes avec une préférence pour la direction la plus proche de celle du champ appliqué.
- D. C'est le nombre quantique magnétique qui quantifie l'orientation des spins dans le champ électrique.
- E. En se focalisant sur le noyau  $^1\text{H}$ , lors de l'application d'un champ magnétique suffisant, il y a levé de dégénérescence énergétique par effet Zeeman nucléaire.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°4 : Concernant l'intensité d'aimantation J.**

- A. Elle correspond à la somme des aimantations microscopiques par unité de volume.
- B. Elle est proportionnelle à la susceptibilité magnétique du matériau, (dans un champ magnétique fixe.)
- C. A la même dimension qu'un champ magnétisant externe H.
- D. Peut être interprétée comme étant la réaction du matériau au champ magnétique qui le baigne.
- E. Est directement proportionnelle au champ magnétique qui l'induit.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°5 : A l'application d'un champ magnétique  $B_0$  intense sur un noyau de spin non nul :**

- A. Tous les spins s'orientent dans l'axe du champ.
- B. Les spins interagissent avec  $B_0$  de deux façons : sous forme d'un produit scalaire qui rend compte de la précession par l'apparition d'un couple de torsion, et sous forme d'un produit vectoriel qui rend compte de l'énergie potentielle magnétique.
- C. Il y a plus de spins up que down car l'état d'énergie minimale est favorisé.
- D. Les composantes longitudinales microscopiques s'annulent.
- E. L'agitation thermique n'intervient plus.
- F. Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°6 : Concernant les spins :**

- A. En présence d'un champ magnétique intense, les spins s'orientent selon la configuration oursin.
- B. On ne peut appliquer l'expérience de RMN sur un noyau que si son spin résultant est non nul.
- C. Un noyau a un spin nul quand son nombre de protons est égal à son nombre de neutrons.
- D. Le spin des fermions est égal à  $\frac{1}{2}$ .
- E. Le spin des bosons est égal à 0.
- F. Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°7 : Parmi ces noyaux, lesquels sont utilisables pour faire de la RMN ?**

- |                        |  |
|------------------------|--|
| A. ${}^2_1\text{H}$    | D. ${}^{16}_8\text{O}$                               |
| B. ${}^{12}_6\text{C}$ | E. ${}^{43}_{20}\text{Ca}$                           |
| C. ${}^{13}_6\text{C}$ | F. Toutes les propositions précédentes sont fausses. |

**QCM n°8 : Le noyau atomique  ${}^{17}\text{O}$  possède un spin de  $5/2$ . Combien d'orientations possibles les moments magnétiques de spin peuvent-ils prendre dans un champ magnétique intense  $B_0$  ? :**

- |      |  |
|------|--|
| A. 0 | D. 6   |
| B. 2 | E. 17  |
| C. 5 | F. Toutes les réponses précédentes sont fausses. |

**QCM n°9 : Suite du QCM précédent : Quelles sont les valeurs possibles du nombre quantique magnétique pour ce noyau ?**

- A.  $-5/2$
- B.  $-1$
- C. 0
- D.  $1/2$
- E.  $3/2$
- F. Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°10 : la fréquence des spins d'un noyau  $\frac{A}{Z}X$  dans un champ magnétique  $B_0$  de 2,3 Tesla est de 44 MHz. Quelle est leur vitesse angulaire autour d'un champ de 4 Tesla ?**

- A.  $158.10^6 \text{ rad.s}^{-1}$
- B.  $48.10^7 \text{ rad.s}^{-1}$
- C.  $77.10^6 \text{ rad.s}^{-1}$
- D.  $46.10^8 \text{ tours.min}^{-1}$
- E.  $77.10^6 \text{ tours.min}^{-1}$
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°11 : Dans un champ de 1T, un noyau est soumis à un champ RF de 26  $\mu\text{T}$  pendant 1,17 ms. L'angle de bascule étant de  $60^\circ$  :**

- A. La vitesse angulaire autour de  $B_0$  est de  $34,4 \cdot 10^6 \text{ rad.s}^{-1}$
- B. La vitesse angulaire autour de  $B_0$  est de  $32,9 \cdot 10^7 \text{ tours.s}^{-1}$
- C. La vitesse angulaire autour de  $B_0$  est de  $5,5 \cdot 10^6 \text{ tours.min}^{-1}$
- D. La fréquence de précession est de  $5,5 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$
- E. La fréquence de précession est de 5,5 MHz
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°12 : Le rapport gyromagnétique d'un noyau qui résonne à la fréquence de 7,63 MHz dans un champ de 3 T est de :**

- A.  $24,63.10^6 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
- B.  $15,92.10^6 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
- C.  $54,52.10^6 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
- D.  $68,34.10^6 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
- E.  $31,96.10^6 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°13 : Le moment magnétique de spin  $S=3/2$  s'oriente dans un champ  $B_0$  intense. Quel est le plus petit angle  $\alpha$  que ce moment puisse faire avec  $B_0$  à l'équilibre ?**

- A.  $\alpha = 14^\circ$
- B.  $\alpha = 25^\circ$
- C.  $\alpha = 39^\circ$
- D.  $\alpha = 45^\circ$
- E. Les spins peuvent s'aligner sur  $B_0$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°14 : Le rapport gyromagnétique des noyaux  $^1\text{H}$  vaut 4 fois celui des noyaux  $^{13}\text{C}$ . Sachant que le noyau  $^{13}\text{C}$  possède 7 neutrons et que le facteur de Landé du  $^{13}\text{C}$  vaut 1,395 : quelle est la valeur du facteur de Landé du  $^1\text{H}$  ?**

- A.  $g(^1\text{H}) = 0,34875$
- B.  $g(^1\text{H}) = 1,39$
- C.  $g(^1\text{H}) = 4,19$
- D.  $g(^1\text{H}) = 5,58$
- E.  $g(^1\text{H}) = 9,765$
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**Nous vous proposons une petite série de QCMs bonus...  
Ne vous étonnez pas, il y a quelques redondances...  
Ils ont tous été revus et corrigés par Zanca ☺ Enjoy**

**QCM n°15 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. Les électrons orbitaux possèdent un champ magnétique négatif.
- B. Le champ magnétisant est dépendant du milieu.
- C. L'aimantation macroscopique d'un matériau dépend de sa susceptibilité magnétique.
- D. Le champ magnétique est dû à une interaction avec l'espace d'une charge qui se déplace.
- E. Le moment cinétique électronique orbital est inversement proportionnel à la masse de l'électron.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°16 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. Le spin d'un photon est un entier.
- B. Le spin d'un noyau atomique est toujours un entier.
- C. Le facteur de Landé  $g_s$  de l'électron distingue son moment cinétique intrinsèque de son moment cinétique orbital.
- D. Le magnétisme intrinsèque correspond au parcours de l'électron autour de son orbite.
- E. Le rapport gyromagnétique du spin est responsable du mouvement de révolution des spins autour du noyau dans le champ magnétique.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°17 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. Le magnétisme nucléaire est dû seulement aux protons car les neutrons n'ayant pas de charges, ne possèdent pas de spin.
- B. Pour calculer le magnétisme nucléaire global on peut combiner les spins d'un proton et d'un neutron.
- C. Le spin résultant d'un doublet est nul.
- D. Le  $^{12}\text{C}$  est souvent utilisé en RMN.
- E. Le nombre quantique de spin du  $^{13}\text{C}$  étant égal à celui du  $^1\text{H}$ , leurs rapports gyromagnétiques sont égaux.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°18 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. Le moment magnétique dipolaire d'une spire parcourue par un courant de charges est proportionnel à la surface de la spire.
- B. Le moment cinétique d'une particule chargée est d'autant plus grand que sa masse est petite.
- C. Chaque molécule possède un moment magnétique moléculaire qui, pour la majorité des matériaux dans le champ magnétique terrestre, induit une aimantation permanente.
- D. En l'absence de tout champ magnétique externe, la direction et le sens du moment cinétique ont une distribution aléatoire dans le temps et dans l'espace.
- E. Si le magnéton Nucléaire correspond à des GHz, alors le magnéton de Bohr correspond à des MHz.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°19 : Concernant le magnétisme :**

- A. Une particule chargée en mouvement possède un moment cinétique et un moment magnétique.
- B. Le rapport gyromagnétique relie les moments cinétique et magnétique, il peut être commun à plusieurs particules différentes.
- C. Il existe un seul et unique facteur, le même pour toutes les particules, permettant de passer du rapport gyromagnétique intrinsèque au rapport gyromagnétique orbital.
- D. Le nombre quantique  $s$  permet de quantifier le module du moment cinétique et par extension celui du moment magnétique.
- E. En RMN, seules les particules possédant une charge apparente sont utilisables.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°20 : Concernant le magnétisme :**

- A. Plus un échantillon est chaud, moins le champ magnétique nécessaire à l'orientation des spins aura une intensité élevée.
- B. Le diamagnétisme correspond à l'orientation des spins célibataires.
- C. Le paramagnétisme est induit par la distorsion des doublets électroniques.
- D. L'intensité d'aimantation  $J$  rend compte de l'aimantation microscopique, elle est d'ailleurs proportionnelle au moment magnétique de spin.
- E. Les corps diamagnétiques sont attirés par les aimants.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°21 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. L'unité du champ magnétisant externe est  $A.m^{-1}$ .
- B. L'unité du champ magnétique est le Tesla ou  $N.A.m^{-1}$ .
- C. L'unité de l'intensité d'aimantation est  $A.m^{-2}$ .
- D. L'unité de la perméabilité magnétique est  $N.A^{-2}$ .
- E. L'unité de la susceptibilité magnétique est le  $m^{-1}$ .
- F. Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°22 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. Un champ magnétisant résulte de la somme de champs magnétiques et d'une intensité d'aimantation.
- B. Le moment cinétique dépend de la quantité de mouvement d'une particule donnée.
- C. Le rapport gyromagnétique lie le moment intrinsèque et le moment orbital.
- D. Le magnéton nucléaire correspond à 660 fois le magnéton de Bohr.
- E. Étant donné qu'il s'agit d'une particule neutre, le neutron ne réagit pas au champ magnétique.
- F. Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°23 : Choisir la ou les propositions exactes.**

- A. Le module du moment magnétique est quantifié par le nombre quantique de spin.
- B. La direction et le sens du moment magnétique ont une distribution aléatoire dans l'espace et dans le temps en l'absence d'un champ magnétique externe suffisant (par rapport à la température)
- C. Le nombre quantique magnétique permet de déterminer la direction des moments magnétiques dans un champ magnétique.
- D. Le voxel est le volume élémentaire dans le système de Spins.
- E. Un voxel contient un nombre important de noyaux, de natures différentes.
- F. Toutes les réponses précédentes sont fausses.

**QCM n°24 : Le noyau de  $^{23}Na$  possède un spin de  $3/2$ . Les valeurs possibles du nombre quantique magnétique  $m_s$  sont :**

- A.  $2/3$
- B.  $0$
- C.  $-1/2$
- D.  $1$
- E.  $3/2$
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.