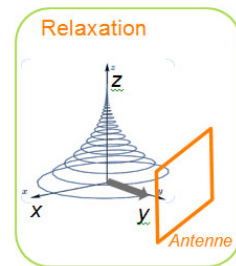
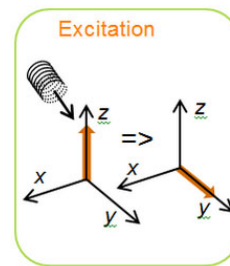
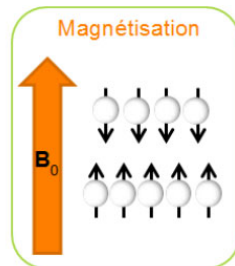
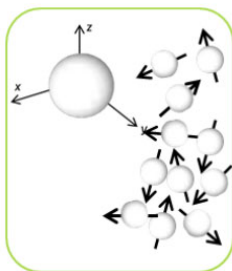


Exercice 1 : Autour de l'IRM (RMN)

- Soit un proton de moment dipolaire magnétique $\vec{\mu} = \gamma \vec{S}$ plongé dans un champ magnétique de 1T orienté selon Oz. Exprimez la différence d'énergie entre les deux niveaux en MHz ainsi qu'en eV (valeur numérique: $\gamma=42.576$ MHz/T)

Soit une population de spin.

- Au temps $t=0$, tous les spins sont alignés selon la direction Oz (état $|+\rangle$). En vous plaçant dans la représentation de Heisenberg, décrivez l'évolution de l'opérateur spin, puis du spin moyen.
- En un temps ultérieur, un champ magnétique additionnel B_x est appliqué selon Ox. Décrivez l'évolution de l'opérateur spin, de même que du spin moyen. Quel doit être le temps d'application de ce champ pour engendrer, en fin de pulse, une valeur moyenne nulle du spin selon Oz. Ceci est-il toujours possible ?
- Décrivez ensuite l'évolution des opérateurs S_x , S_y et S_z . Comment qualifiez-vous un tel mécanisme ?



Exercice 2 : Autour de l'IRM (On insiste)

Reprendre le problème « Autour de l'IRM » et proposer une meilleure stratégie pour réaliser le pulse qui va permettre la « bascule des spins » dans le plan Oxy. Décrivez le matériel que vous allez devoir vous procurer. Pour les paramètres du problème, établissez la relation le temps typique au bout duquel la bascule peut avoir lieu.

Exercice 3 : Bouge tes molécules !

Soit une molécule considérée comme un dipôle électrique plongé dans le champ électrique $\vec{E}$ associé à une onde électromagnétique (et donc périodique dans l'espace et le temps). On supposera de plus que le dipôle est aligné sur $\vec{E}$ en permanence. La distance relative entre les charges + et - est décrite par un hamiltonien harmonique.

- Quelle stratégie mettre en œuvre pour faire passer le dipôle dans son premier état excité ?
- ... idem pour le 2^e état excité.
- Estimer, pour une source réaliste, le temps associé au « cycle long » (cf approximation séculaire) en estimant que les transitions se font majoritairement entre l'état fondamental et le premier état excité.

N.B.: dans cet exercice, vous vous attacherez au calcul explicite des éléments W_{fi} .

Exercice 4 : Conséquence de la relaxation sur le peuplement d'un état excité

On désire reprendre le problème de la transition induite entre 2 niveaux par l'application d'une perturbation harmonique, en supposant que l'état initial est l'état fondamental et en se plaçant dans les conditions de l'approximation séculaire... tout en considérant (nouveau!) **que l'état excité peut subir une émission spontanée de rayonnement électromagnétique et va donc décroître spontanément.**

On demande d'établir les équations d'évolution, de les résoudre, de commenter la physique et d'envisager les conséquences plus « pratiques » en vous plaçant dans le contexte de votre choix.

Suggestion d'application « pratique » : On peut reprendre l'exercice 3 et s'inspirer de quelques spectres trouvés sur internet pour se faire une idée du temps de vie et du Γ associé (voir spectre de transmission du CO₂ ci-dessous).

