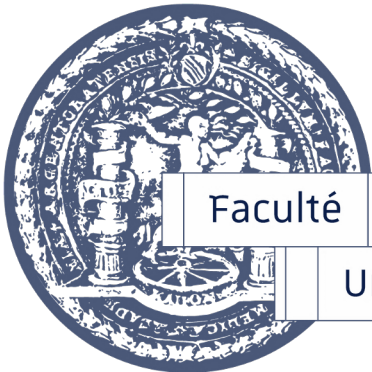


# MOTS FLÉCHÉS

## UE3A

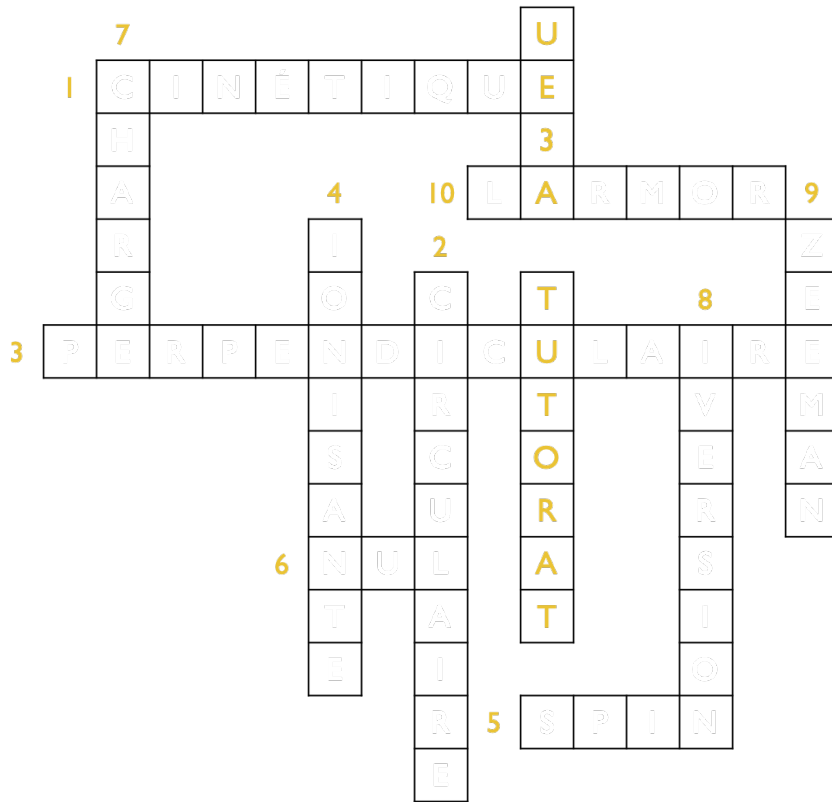
*RMN (1/2)*



Faculté de **médecine**

Université de Strasbourg





1 – Lors de l'interaction d'une OEM avec la matière, il y a conservation de l'énergie, de la quantité de mouvement et du moment ...

2 – Une onde ... polarisée possède un champ électrique formant un cercle autour de son axe.

3 – Dans une OEM, le champ électrique est ... au champ magnétique et à la direction de propagation.

4 – Onde possédant une énergie supérieure à 13,6eV.

5 – Le moment magnétique total se définit comme étant la somme des moments magnétiques orbital et de ... d'une particule.

6 – En l'absence de  $B_0$ , le moment magnétique de l'ensemble des protons à l'échelle macroscopique est ...

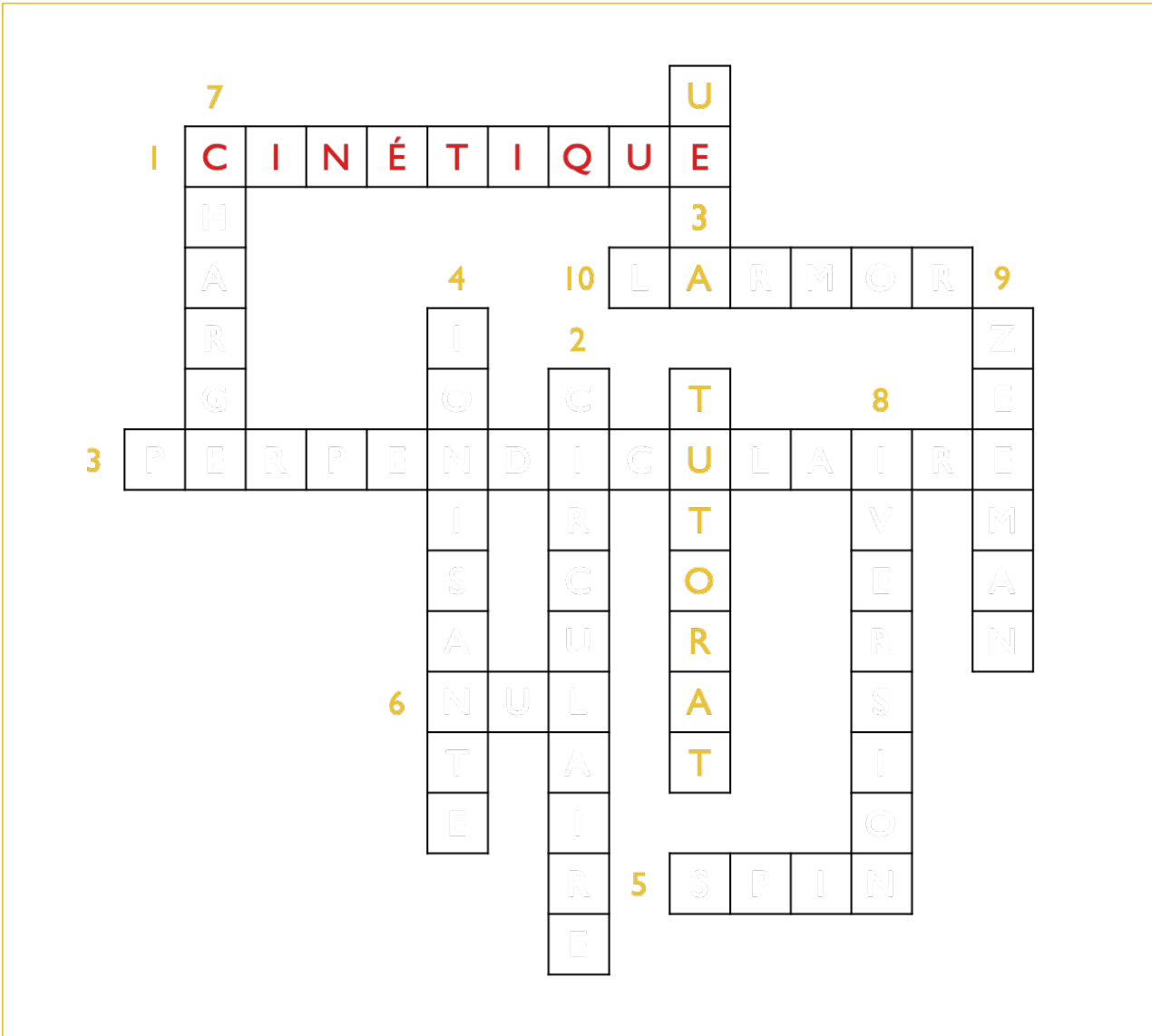
7 – Le rapport gyromagnétique  $\gamma$  se calcule par cette formule et est propre à chaque noyau :  $\frac{\dots}{2 \times \text{masse}}$ .

8 – Lorsque qu'on observe plus de noyaux à un niveau de forte énergie dans la distribution de Boltzmann, on parle d'... de population.

9 – Suite à l'orientation des spins, on distingue deux états d'énergie des noyaux : up et down. Ils sont décrits par l'effet ...

10 – La fréquence de ... permet de savoir à quelle fréquence doit être envoyée l'onde RF responsable du basculement de l'aimantation.

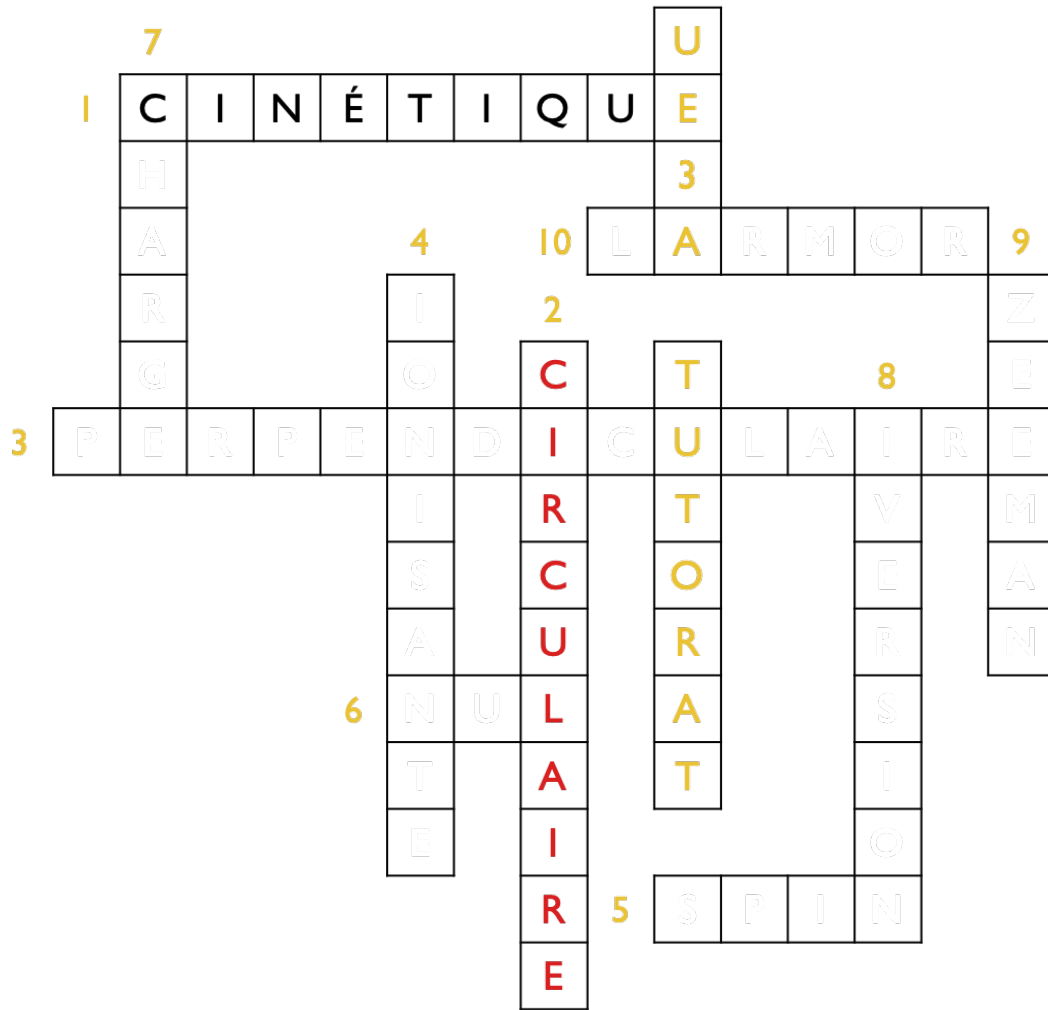
# **1<sup>ère</sup> partie : Ondes électromagnétiques**



1 – Lors de l'interaction d'une OEM avec la matière, il y a conservation de l'énergie, de la quantité de mouvement et du moment ...

I – Lors de l'interaction d'une OEM avec la matière, il y a conservation de l'énergie, de la quantité de mouvement et du moment ...

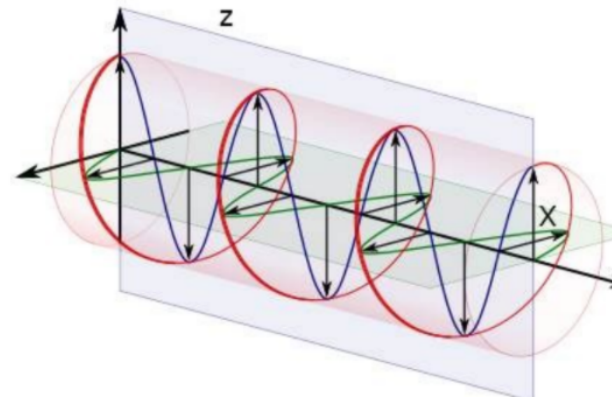
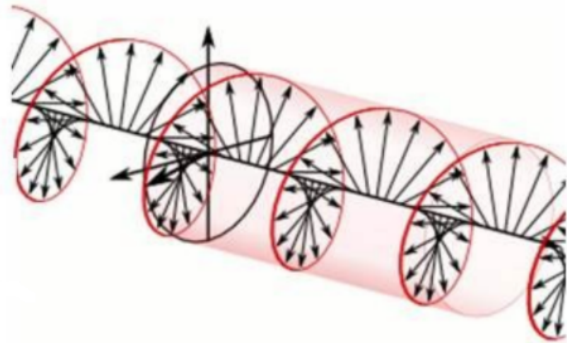
L'interaction d'une onde électromagnétique avec la matière se fait par des processus élémentaires indivisibles où il y a conservation de l'énergie, de la quantité de mouvement et du moment cinétique.



2 – Une onde ... polarisée possède un champ électrique formant un cercle autour de son axe.

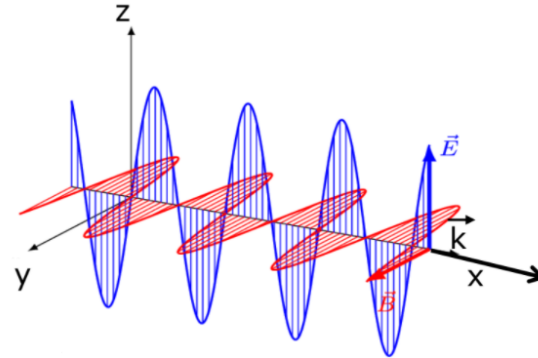
2 – Une onde ... polarisée possède un champ électrique formant un cercle autour de son axe.

- La **polarisation** d'une onde représente l'évolution de la direction de son champ électrique au cours du temps.
- Polariser une onde correspond à donner une **trajectoire** au champ électrique.
- Une onde peut être polarisée de façon **circulaire**, le champ électrique tourne alors autour de son axe en formant un cercle.



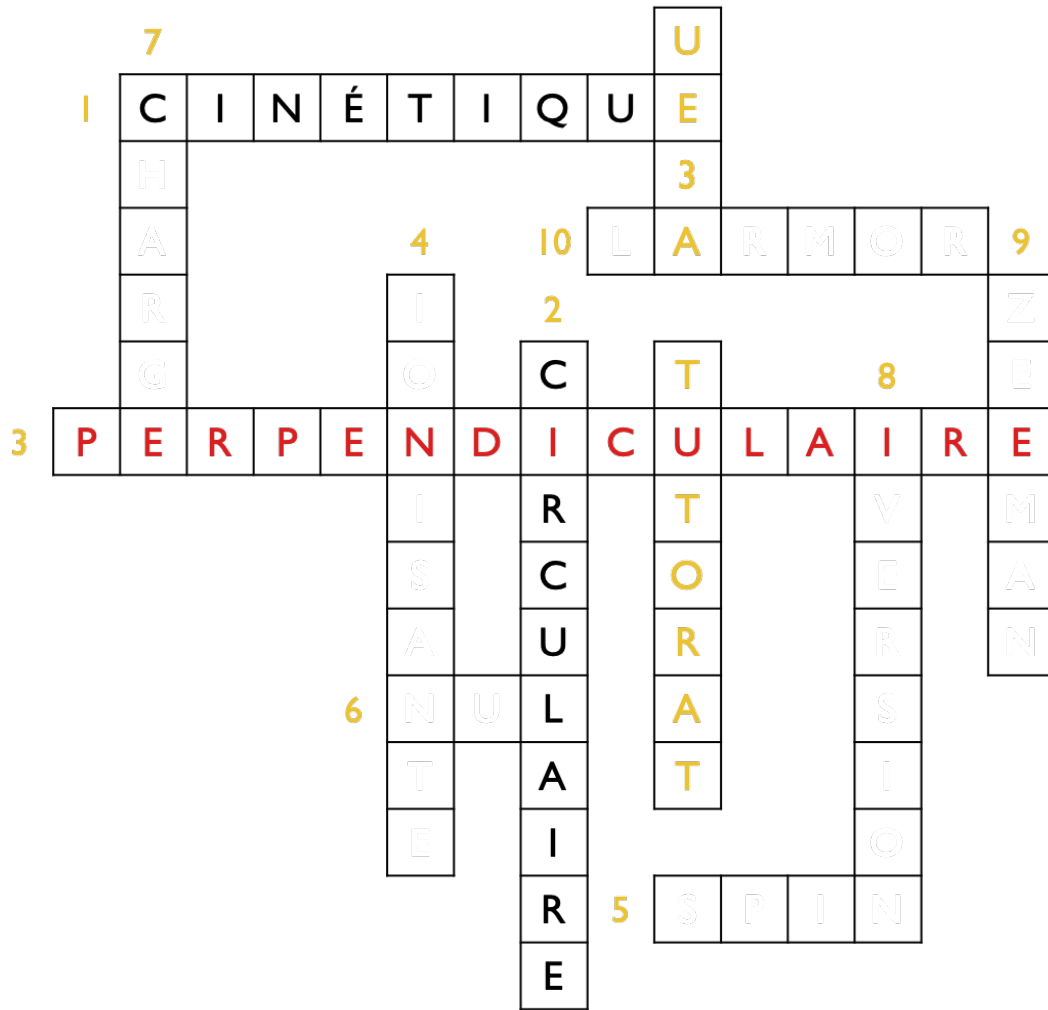
## Rappels :

- On peut aussi parler de **polarisation linéaire** ( rectiligne ) :  $\vec{E}$  reste toujours dans le **même plan** et décrit un segment de droite : cas d'une onde électromagnétique



- Ou encore de **polarisation elliptique** où le champ électrique tourne autour de son axe et **change d'amplitude** pour former une ellipse

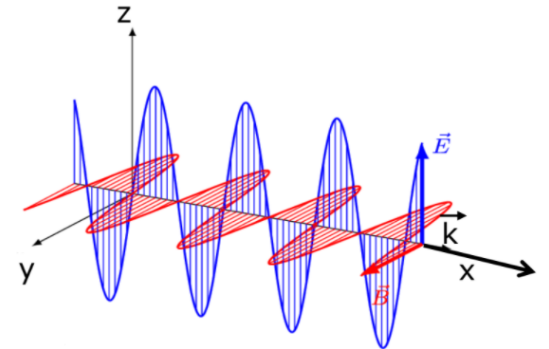




**3** – Dans une OEM, le champ électrique est ... au champ magnétique et à la direction de propagation.

3 – Dans une OEM, le champ électrique est ... au champ magnétique et à la direction de propagation.

Dans une onde électromagnétique, le champ électrique est **perpendiculaire** au **champ magnétique** et à la **direction de propagation**.



## Rappel sur les ondes

- les **ondes mécaniques** nécessitent un **milieu matériel** pour se propager, contrairement aux ondes électromagnétiques qui peuvent se propager dans le vide.
- les **ondes transversales** correspondent à une déformation **perpendiculaire** à la direction de propagation de l'onde.
- les **ondes longitudinales** correspondent à une déformation dans le **même sens** que la direction de propagation de l'onde.

## Rappel sur les ondes :

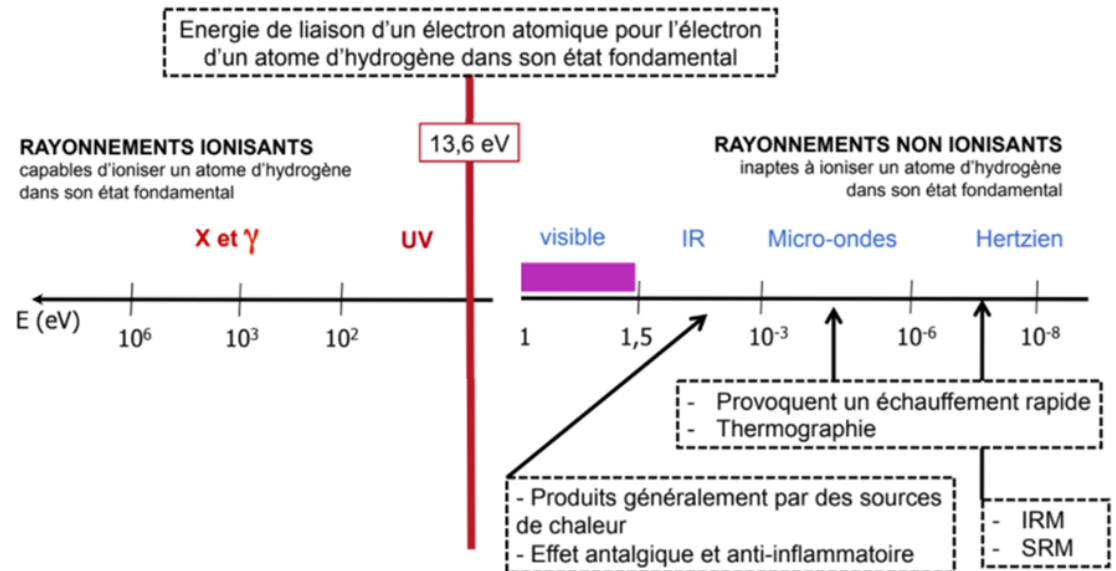
- **Etat de vibration** en un point M d'abscisse  $x$ , à l'instant  $t$  :  $\Psi(x, t) = f\left(t \pm \frac{x}{v}\right) = A \cos\left[\omega\left(t \pm \frac{x}{v}\right)\right] = A \cos(\omega t \pm kx)$
- **Onde progressive** :  $f\left(t - \frac{x}{v}\right)$  : onde se déplaçant dans le sens des  $x$  négatifs
- **Onde régressive** :  $f\left(t + \frac{x}{v}\right)$  : onde se déplaçant dans le sens des  $x$  positifs
- Une **onde progressive** est dite **périodique** lorsque la perturbation se reproduit **identique** à elle-même à **intervalle de temps égaux**, appelé **période temporelle** notée  $T$  :  $f(t + T) = f(t)$



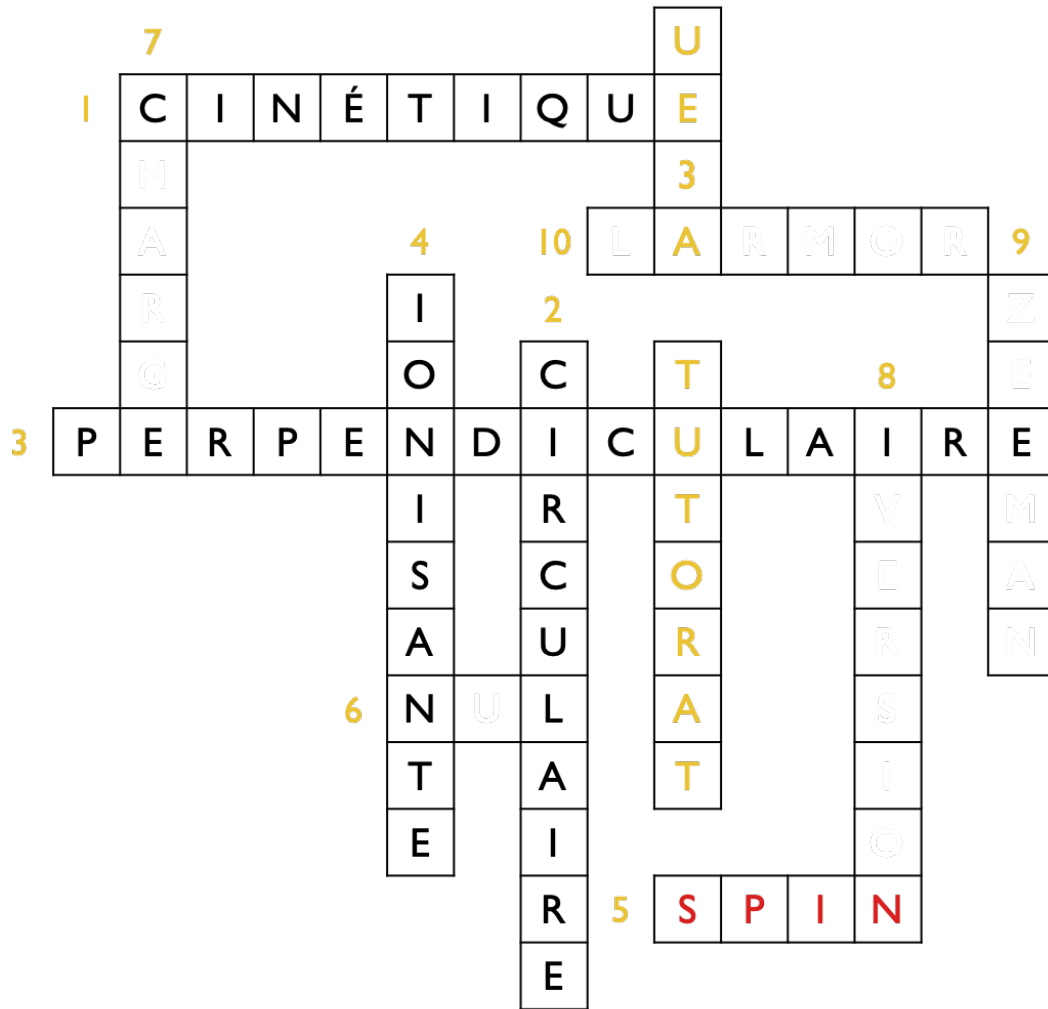
## 4 – Onde possédant une énergie supérieure à 13,6eV.

- Si une onde possède une énergie supérieure à 13,6 eV, elle est décrite comme **ionisante**.

- Remarque : Une onde **ionisante** est capable (= transporte assez d'énergie) pour ioniser un atome d'hydrogène dans son état fondamental.



## **2<sup>ème</sup> partie : Les moments magnétiques et leurs orientations**



5 – Le moment magnétique total se définit comme étant la somme des moments magnétiques orbital et de ... d'une particule.

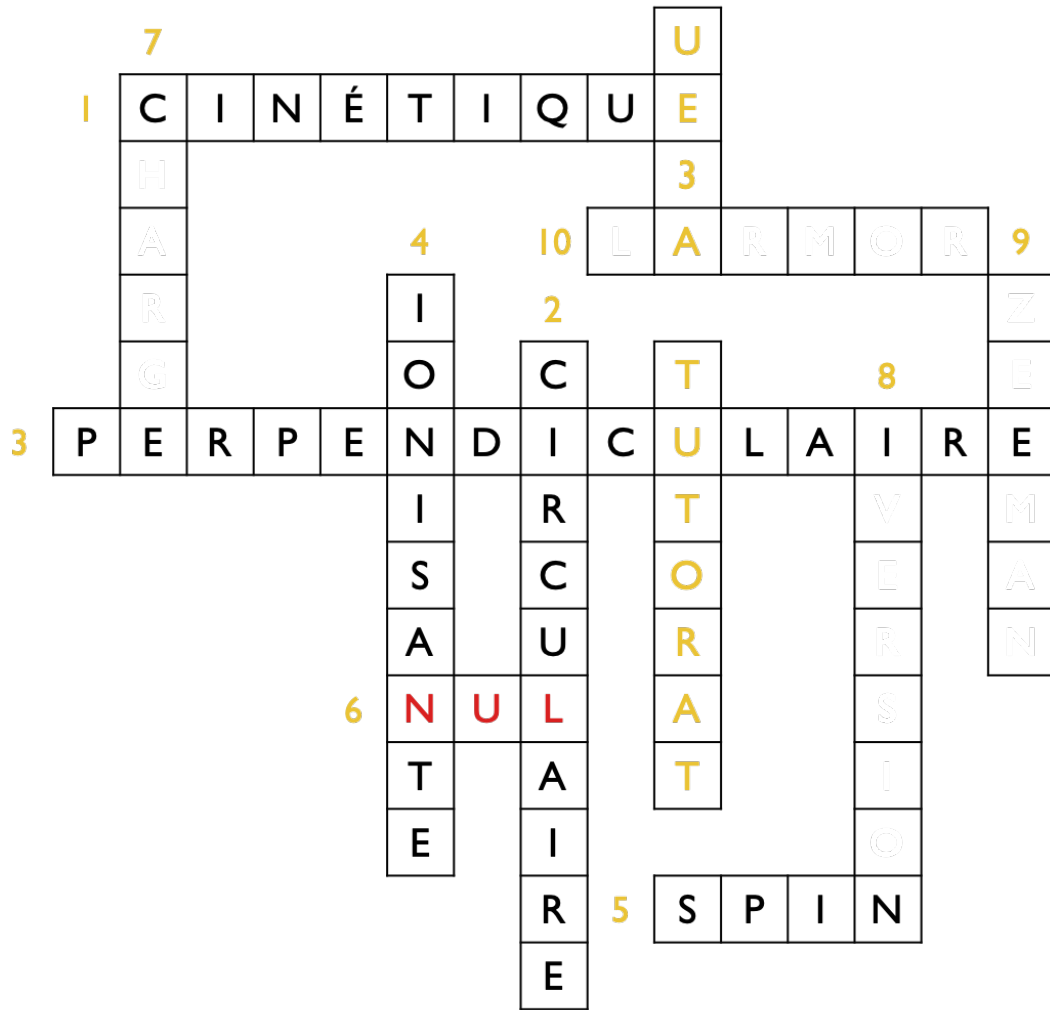


5 – Le moment magnétique total se définit comme étant la somme des moments magnétiques orbital et de ... d'une particule.

Le **moment magnétique total** se définit comme étant la somme des **moments magnétiques orbital** et de **spin** ( ou intrinsèque ) d'une particule.

**Rappel de magnétostatique** : La matière est composée de particules en mouvement de rotation

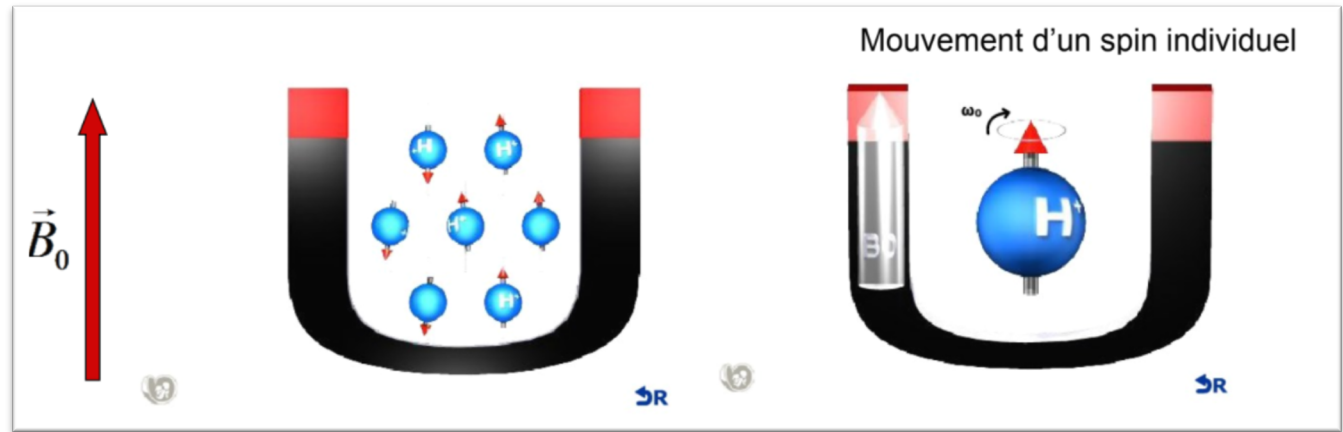
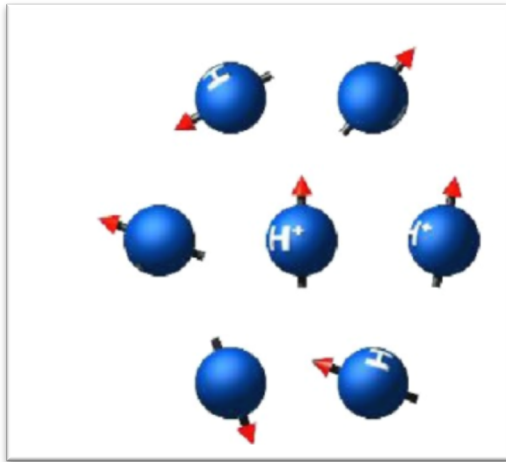
- Mouvement de rotation des électrons **autour du noyau** : moment cinétique/magnétique **orbital**.
- Mouvement de **rotation propre** (intrinsèque) des électrons et des nucléons **autour de leur axe (spin)**.
- D'où l'existence de **moments cinétiques** et l'apparition de **moments magnétiques** dans le cas où la particule est chargée.

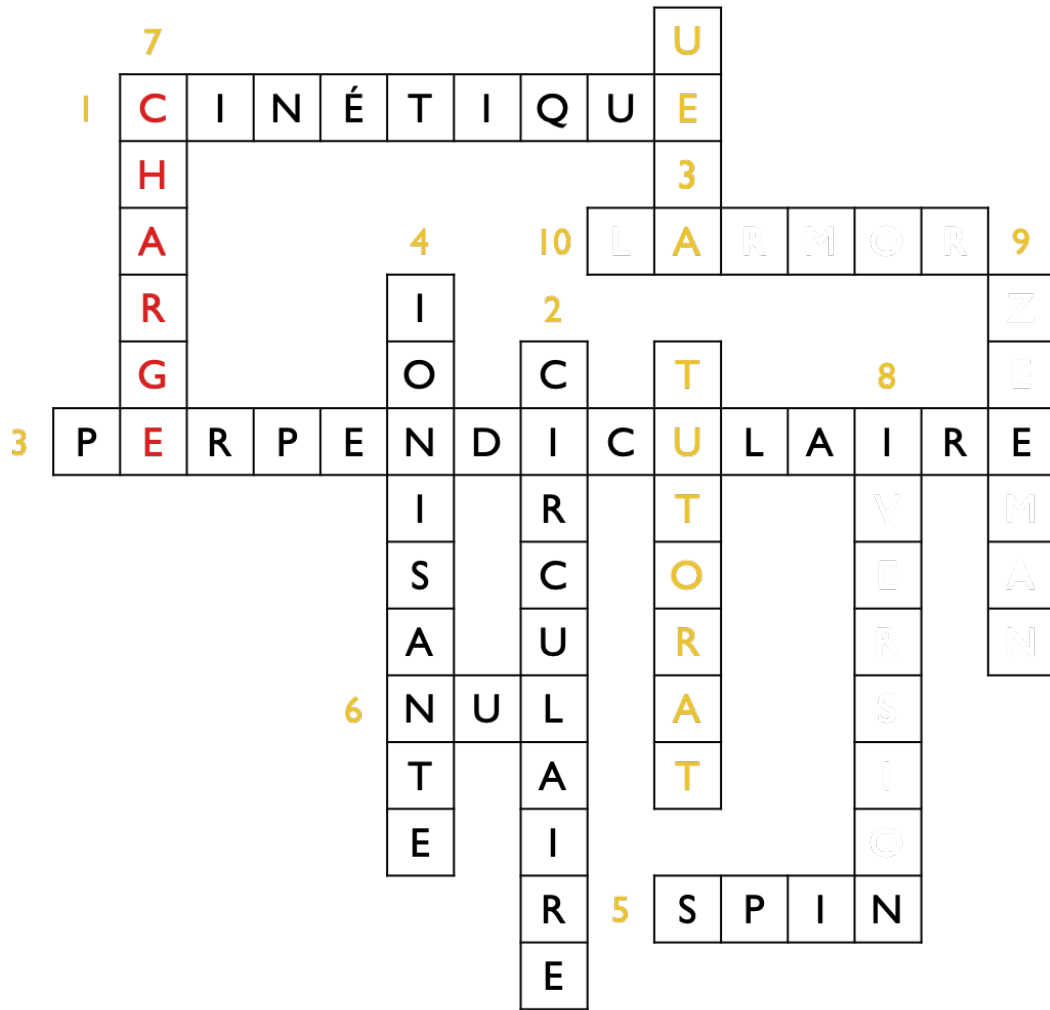


6 – En l'absence de  $B_0$ , le moment magnétique de l'ensemble des protons à l'échelle macroscopique est ...

6 – En l'absence de  $B_0$ , le moment magnétique de l'ensemble des protons à l'échelle macroscopique est ...

En l'absence de champ magnétique extérieur  $B_0$ , le moment magnétique de l'ensemble des protons à l'échelle macroscopique est **nul**. Ceci est due à l'**orientation aléatoire des protons**.



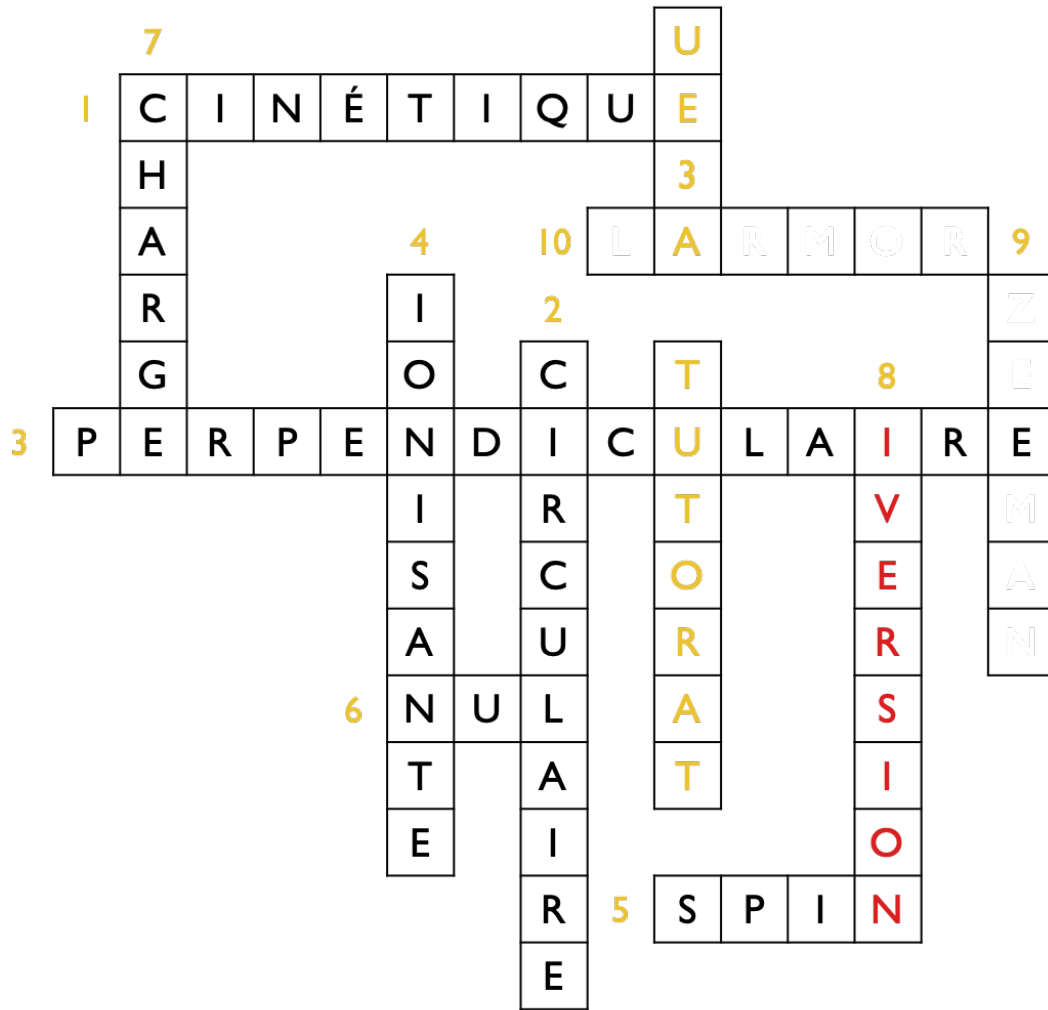


7 – Le rapport gyromagnétique  $\gamma$  se calcule par cette formule et est propre à chaque noyau :

$$\frac{\dots}{2 \times \text{masse}}$$

7 – Le rapport gyromagnétique  $\gamma$  se calcule par cette formule et est propre à chaque noyau :  $\frac{\dots}{2 \times \text{masse}}$ .

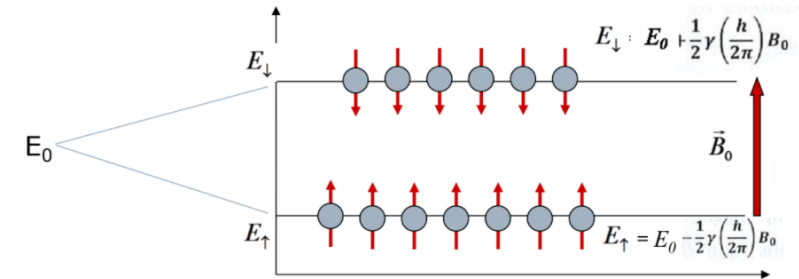
- Le rapport gyromagnétique  $\gamma$  se calcule par cette formule et est propre à chaque noyau :  $\left(\frac{\text{charge}}{2 \times \text{masse}}\right)$ .
- L'unité du rapport gyromagnétique est le  $\text{rad.s}^{-1}.\text{T}^{-1}$ .
- On le retrouve dans le calcul de la norme du moment magnétique cinétique  $\vec{\mu}_s = g_e \frac{q}{2m} \vec{S}$ , orbital  $\vec{\mu} = \frac{q}{2m} \vec{L}$ , et total  $\vec{\mu} = \vec{\mu}_{orb} + \vec{\mu}_{spin} = \gamma \vec{J}$  et dans d'autres formules.
- Il correspond à la **vitesse de rotation** de l'élément indépendamment du champ magnétique.



8 – Lorsque qu’on observe plus de noyaux à un niveau de forte énergie dans la distribution de Boltzmann, on parle d’... de population.

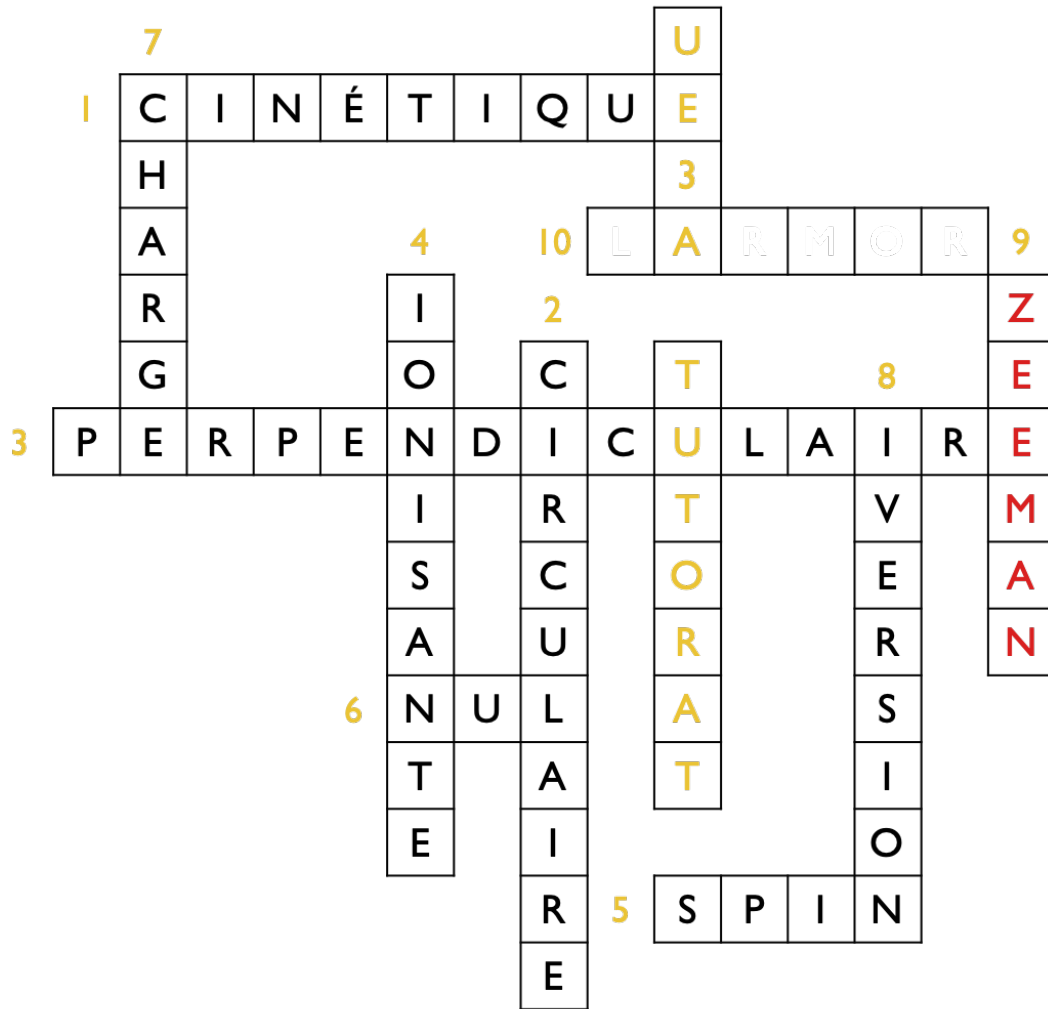
8 – Lorsque qu'on observe plus de noyaux à un niveau de forte énergie dans la distribution de Boltzmann, on parle d'... de population.

La **distribution de Boltzmann** permet de connaître le rapport entre le nombre de spins au **niveau de faible énergie** sur le nombre de spins au **niveau de forte énergie**.



- Suite à l'application de  $B_0$ , il y a plus de noyaux de **faible énergie** : état de base.
- Quand les deux nombres sont égaux, on parle **d'égalisation de population**.
- Quand il y a plus de noyaux à un niveau de **forte énergie**, on parle d'**inversion** de population.

$$\text{Distribution de Boltzmann : } \frac{N^+}{N^-} = \frac{N_{\downarrow}}{N_{\uparrow}} = e^{\frac{\Delta E}{k_b T}} = e^{\frac{h\gamma B_0}{k_b T}}$$



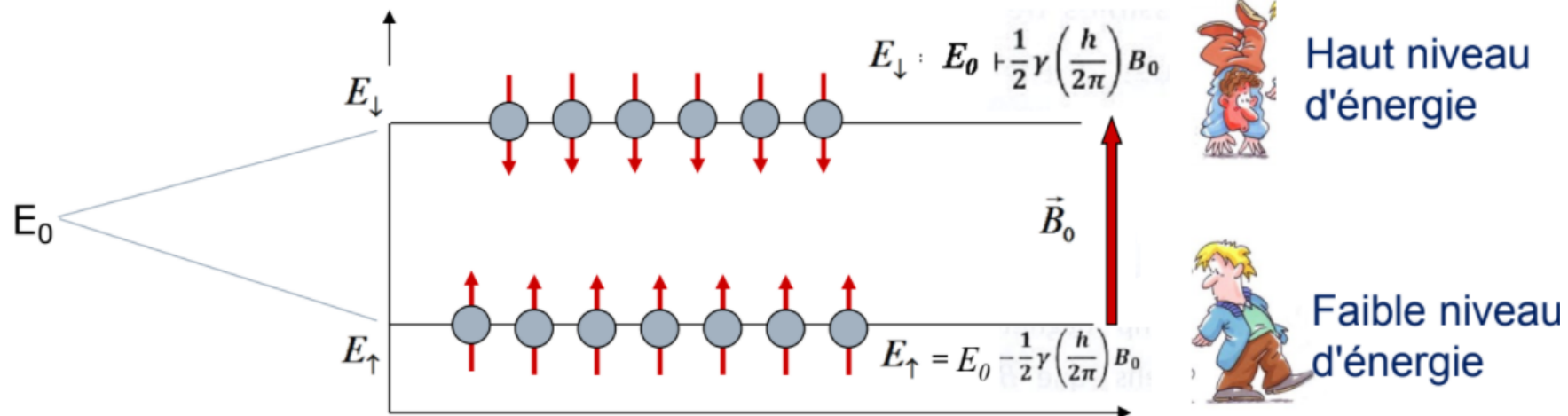
9 – Suite à l'orientation des spins, on distingue deux états d'énergie des noyaux : up et down. Ils sont décrits par l'effet ...

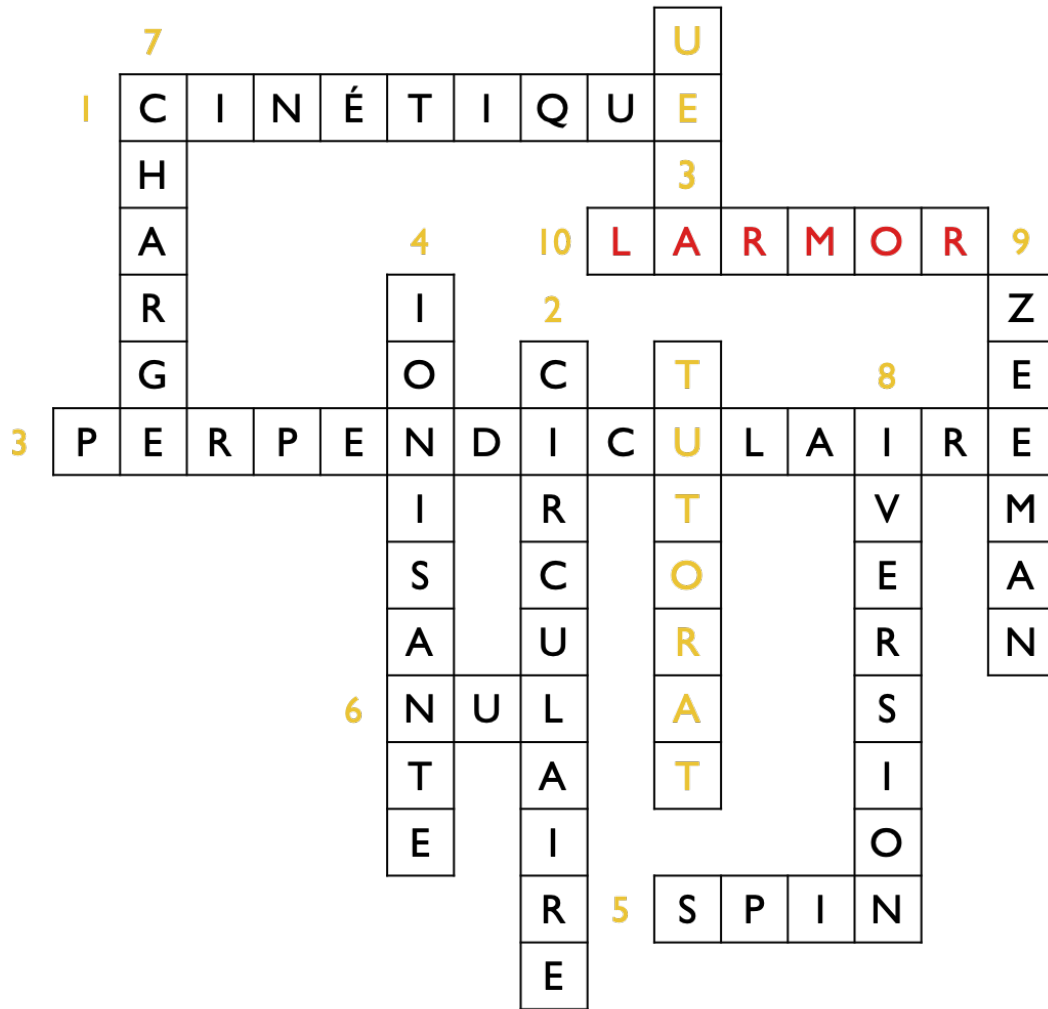


9 – Suite à l'orientation des spins, on distingue deux états d'énergie des noyaux : up et down. Ils sont décrits par l'effet ...

Lorsqu'on applique un champ  $B_0$ , les protons vont être **orientés** dans la direction du champ, mais **deux sens** sont possibles.

Suite à cette orientation des spins, on distingue **deux états d'énergie** des noyaux : **up** (parallèle) et **down** (antiparallèle). Ils sont décrits par **l'effet Zeeman**.

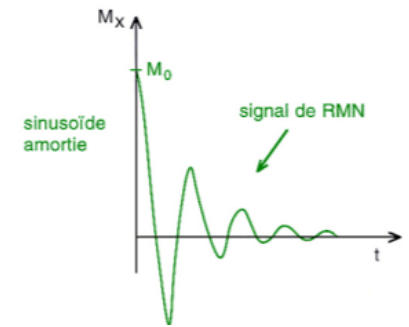
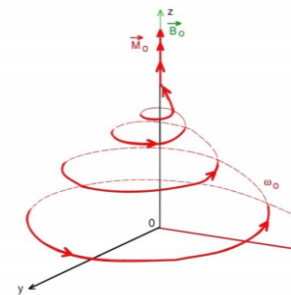




**10** – La fréquence de ...  
 permet de savoir à  
 quelle fréquence doit  
 être envoyée l'onde RF  
 responsable du  
 basculement de  
 l'aimantation.

**10** – La fréquence de ... permet de savoir à quelle fréquence doit être envoyée l'onde RF responsable du basculement de l'aimantation.

- La fréquence de **Larmor**,  $\nu_0$  correspond à la fréquence de **précession du proton**.
- **Condition pour la résonance** :  $\nu_{rf} = \nu_0$  : ainsi le champ B1 tourne à la même vitesse que le proton et le champ **B0** n'a donc **plus aucun impact** sur le basculement de l'aimantation.
- Cette onde transfert son énergie au système (phase d'excitation), induit le **basculement de l'aimantation** qui va ensuite pouvoir se relaxer (phase de relaxation), retrouver son état initial après avoir émis une OEM.
- Cette onde est ensuite **enregistrée** puis **analysé** car elle dépend du milieu émetteur et renseigne sur ce milieu.
- Relation de Larmor :  $\omega_0 = \gamma B_0$
- Fréquence de Larmor :  $\nu_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$



# **GRILLE FINALE**

