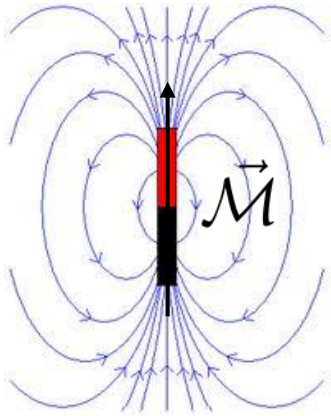


Moment magnétique

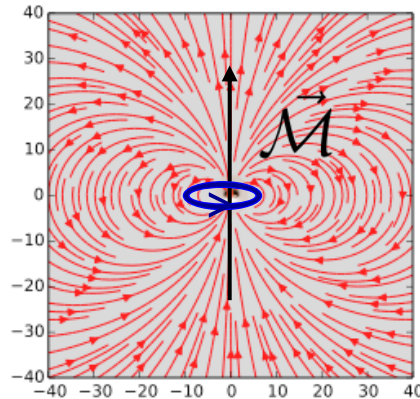
Efforts exercés par un champ sur un aimant

1) Définition

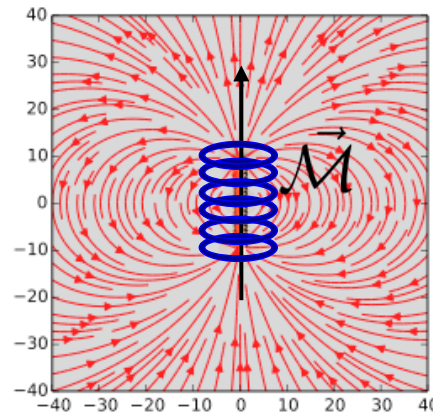
Une source de champ magnétique peut être:



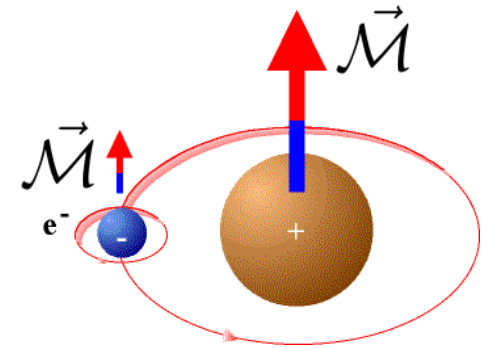
un aimant



une spire



une bobine



une particule

Expérimentalement, **à grande distance** de la source, les **champs magnétiques** créés par ces différents objets ont tous la même forme (lignes de champs similaires) mais pas la même intensité.

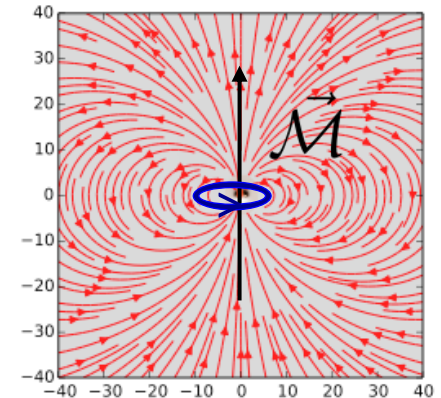
On peut caractériser l'intensité de la source de champ magnétique par une grandeur vectorielle appelée **moment magnétique** $\vec{\mathcal{M}}$.

2) Quelques expressions de moment magnétique

a) Moment magnétique pour une distribution de courant

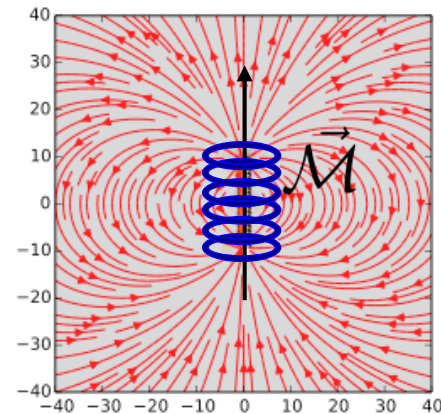
- Pour une spire de section S parcourue par un courant $i(t)$:

$$\vec{\mathcal{M}}(t) = i(t)\vec{S}$$



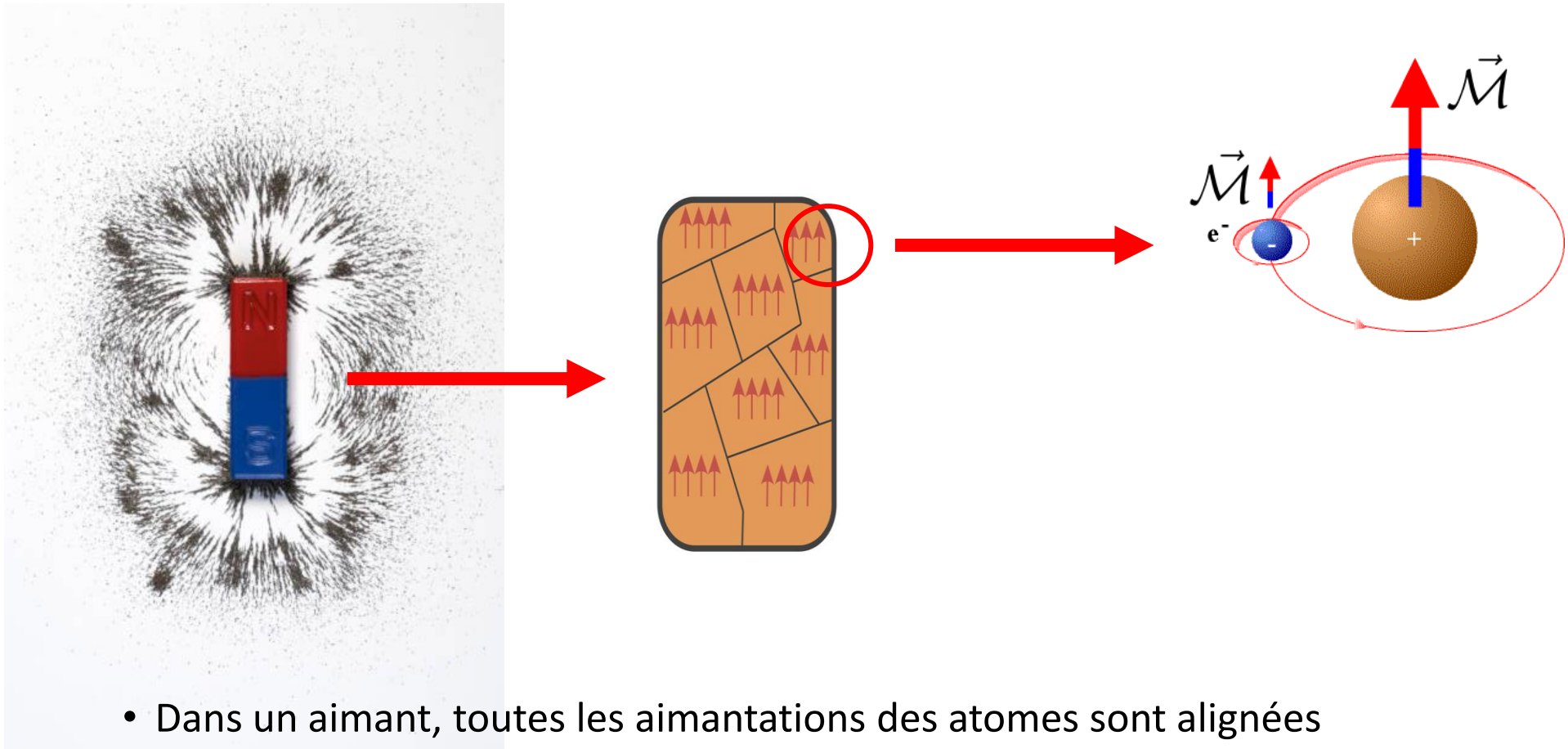
- Pour une bobine contenant N spires:

$$\vec{\mathcal{M}}(t) = Ni(t)\vec{S}$$

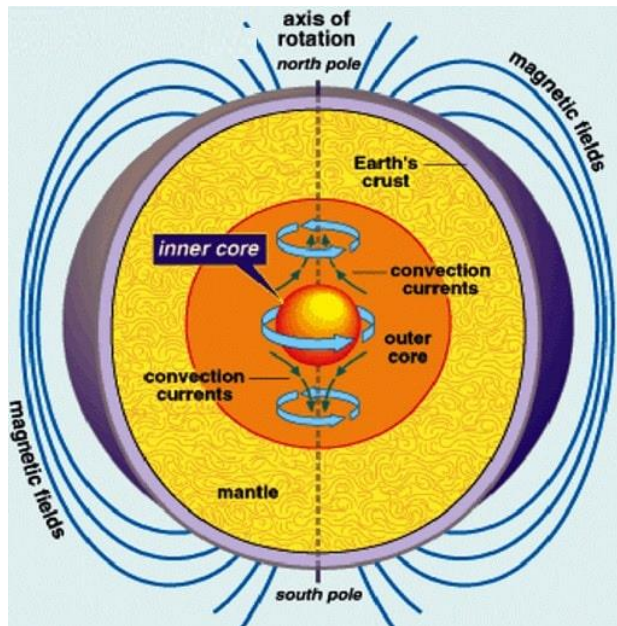


b) Moment magnétique pour un aimant

Un aimant est constitué d'atomes et d'électrons qui possèdent une aimantation.



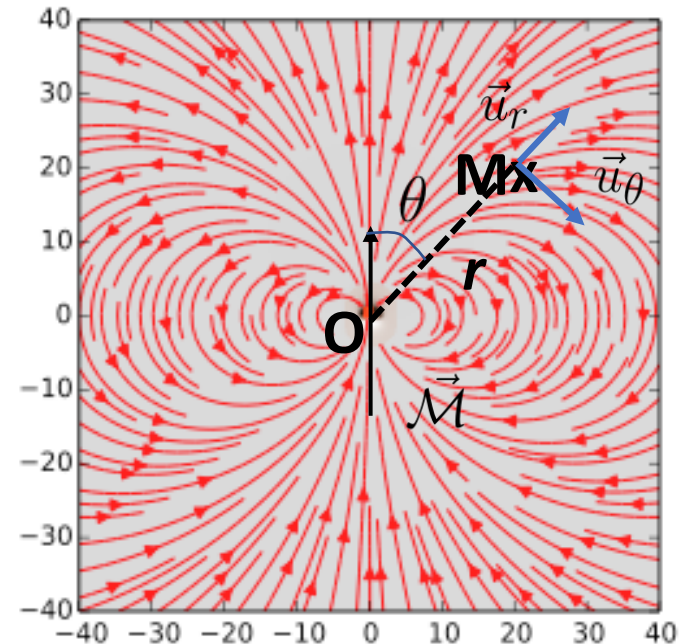
c) Moment magnétique de la Terre



2) Champ magnétique d'un moment magnétique

Un moment magnétique est source de champ magnétique. Son expression est, en coordonnées sphériques:

$$\begin{cases} B_r(r, \theta, \varphi) &= \frac{2\mu_0 \mathcal{M} \cos \theta}{4\pi r^3} \\ B_\theta(r, \theta, \varphi) &= \frac{\mu_0 \mathcal{M} \sin \theta}{4\pi r^3} \\ B_\varphi(r, \theta, \varphi) &= 0 \end{cases}$$



On remarque que le champ créé:

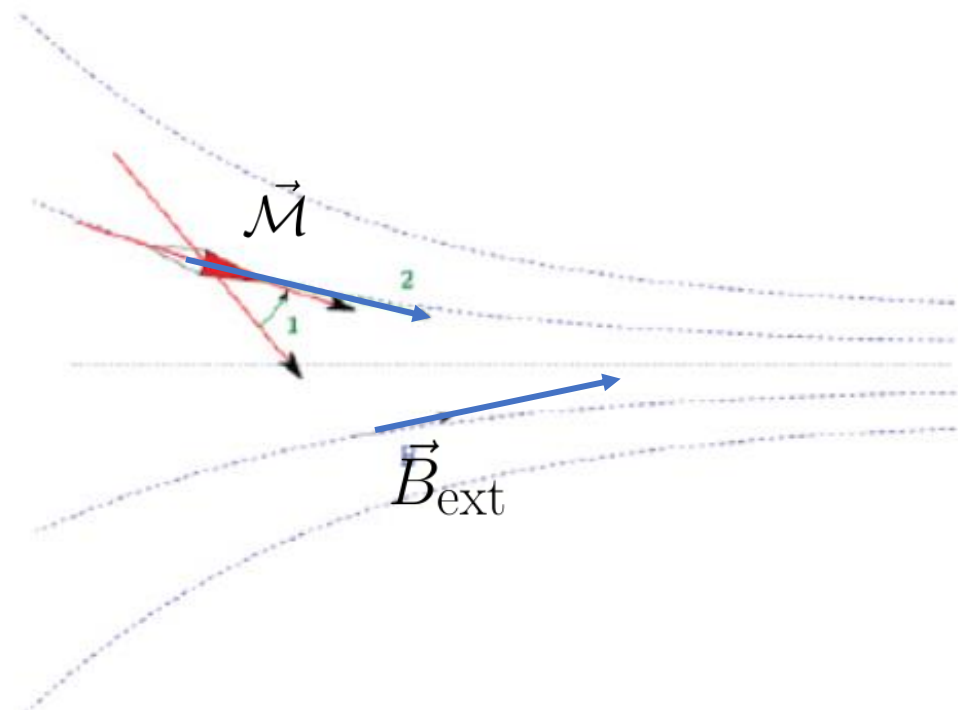
- est proportionnel au moment magnétique.
- décroît en fonction de la distance en $\frac{1}{r^3}$ (contrairement au champ électrique créé par une charge qui décroît en $\frac{1}{r^2}$).

4) Action d'un champ magnétique extérieur sur un moment magnétique.

Un moment magnétique est source d'un champ magnétique $\vec{B}$ mais il est aussi sensible aux champs magnétiques extérieurs $\vec{B}_{\text{ext}}$.

En particulier, lorsqu'on soumet un moment à un champ $\vec{B}_{\text{ext}}$, il existe:

- un **effet de rotation** tendant à aligner le moment magnétique selon la direction du champ magnétique extérieur.
- un **effet de translation** vers les zones de champ magnétique forts.



On admettra que l'interaction entre une source de moment magnétique $\vec{\mathcal{M}}$ et un champ magnétique extérieur $\vec{B}_{\text{ext}}$ est décrit par l'énergie potentielle:

$$E_p = -\vec{\mathcal{M}} \cdot \vec{B}_{\text{ext}} \quad \star\star\star$$

Il en résulte les actions suivantes :

- un couple exercé sur le moment:

$$\vec{\Gamma} = \vec{\mathcal{M}} \wedge \vec{B}_{\text{ext}} \quad \star\star\star$$

- Une force exercée sur le moment:

$$\vec{F} = \overrightarrow{\text{grad}}(\vec{\mathcal{M}} \cdot \vec{B}) \quad \star\star\star$$