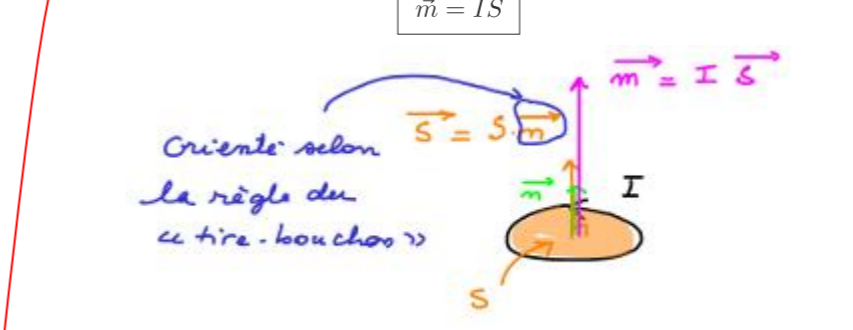


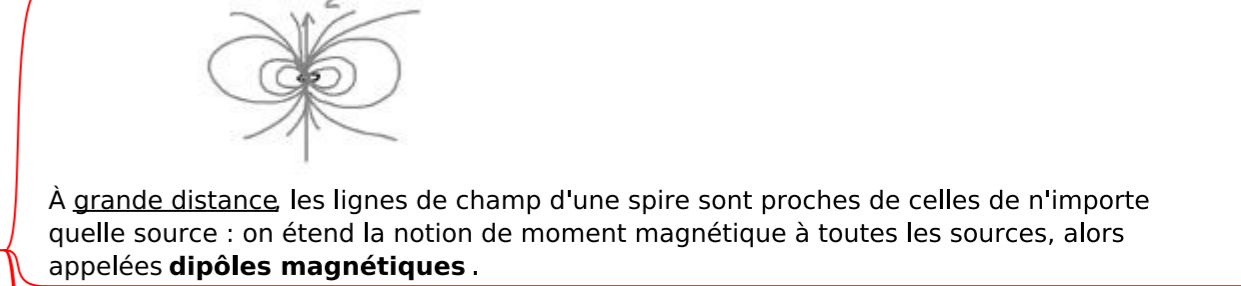
Milieu ferromagnétique (non LHI)

Milieux ferromagnétiques

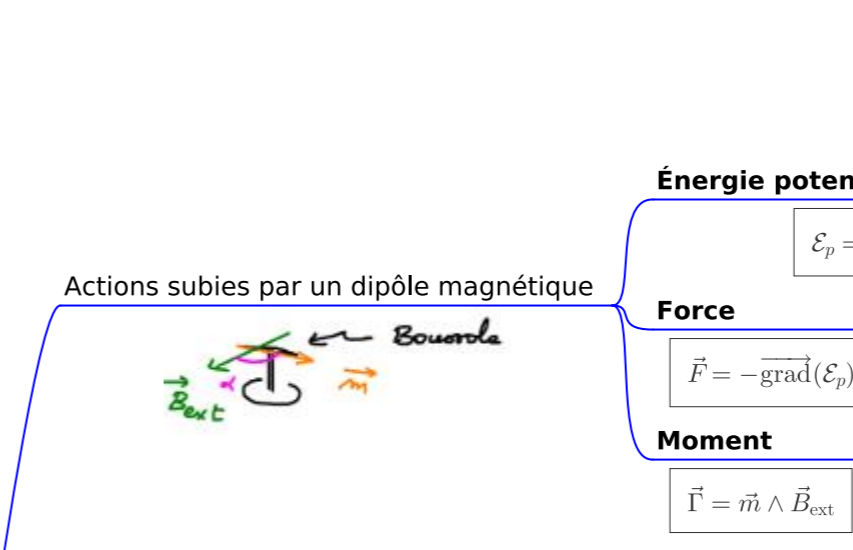
Moment magnétique d'une spire parcourue par un courant



Champ magnétique créé par cette spire



Actions subies par un dipôle magnétique

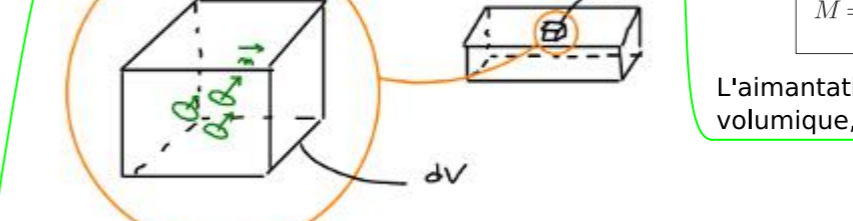


Position stable d'une boussole
 \mathcal{E}_p minimale pour $\alpha = 0$

Boussole dans un champ uniforme
 $\vec{F} = \vec{0}$

Boussole subissant un couple nul
 $\vec{\Gamma} = \vec{0}$ pour $\alpha = 0$

Aimantation d'un milieu magnétique



Vecteur aimantation
 $\vec{M} = \frac{d\vec{m}}{dV}$

Densité de dipôles magnétiques par unité de volume

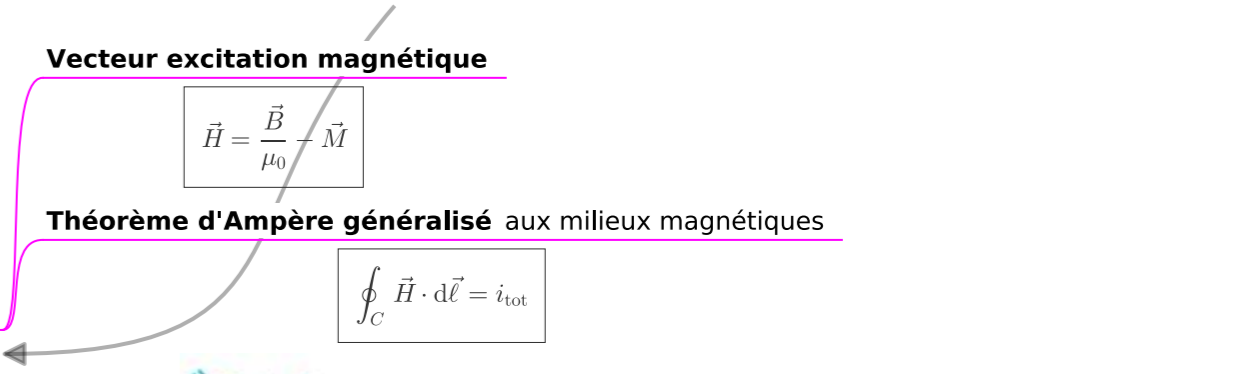
L'aimantation de la matière est équivalente à la présence de courants électriques volumiques, appelés **courants d'aimantation** (ou courants liés).

Équation de Maxwell-Ampère dans un milieu magnétique

$\text{rot} \vec{H} = \vec{j}$

Vecteur excitation magnétique
 $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$

Théorème d'Ampère généralisé aux milieux magnétiques
 $\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{l} = i_{tot}$



Milieu Linéaire Homogène Isotrope (LHI)

$\vec{M} = \chi_m \vec{H}$

Suceptibilité magnétique du milieu χ_m

Conséquence directe
 $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu}$ avec $\mu = \mu_0 \mu_r$

Perméabilité magnétique relative du milieu $\mu_r = 1 + \chi_m$

Exemples
 Milieux diamagnétiques $\chi_m < 0$
 Milieux paramagnétiques $\chi_m(T) > 0$

Hypothèses du modèle
 Pas de fuites
 Milieu magnétique LHI
 Section faible $S \ll \ell$

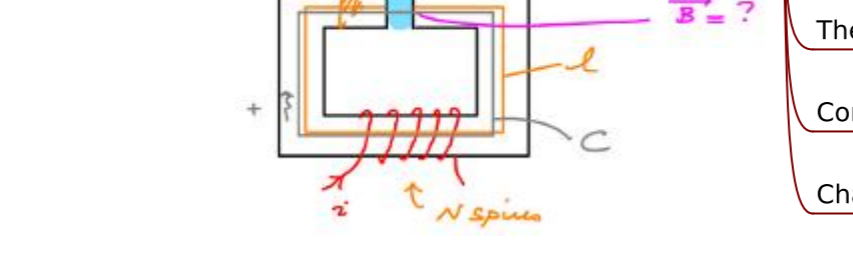
Caractéristiques de l'excitation magnétique
 \vec{H} uniforme

Théorème d'Ampère généralisé
 $H_{circuit} \cdot \ell + H_{entrefer} \cdot e = N \cdot i$

Conservation du flux magnétique
 $B_{circuit} \cdot S = B_{entrefer} \cdot S$

Champ magnétique dans l'entrefer
 $B_{entrefer} = \frac{\mu_0 N i}{\frac{\ell}{\mu_r} + e}$

L'électroaimant



Hypothèses du modèle
 Pas de fuites
 $\vec{H}_{ext} = \vec{0}$
 Milieu magnétique LHI
 Longueur infinie

Symétries et invariances
 $\vec{H} = H(r) \vec{e}_z$

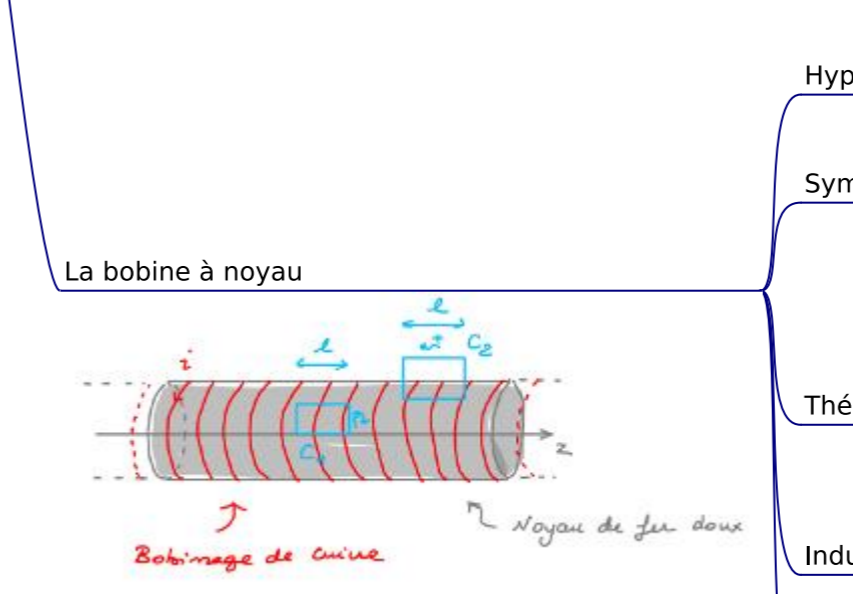
Contour d'Ampère circulaire

Théorème d'Ampère généralisé
 $\vec{B} = \mu \frac{N}{\ell} i \vec{e}_z$

Inductance propre
 $\phi_p = N \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = NBS = Li$ soit $L = \frac{\mu N^2 S}{\ell}$

Aspect énergétique
 $w_B = \frac{B^2}{2\mu}$

La bobine à noyau



Hypothèses du modèle
 Pas de fuites
 $\vec{H}_{ext} = \vec{0}$
 Milieu magnétique LHI
 Longueur infinie

Symétries et invariances
 $\vec{H} = H(r) \vec{e}_z$

Contour d'Ampère circulaire

Théorème d'Ampère généralisé
 $\vec{B} = \mu \frac{N}{\ell} i \vec{e}_z$

Inductance propre
 $\phi_p = N \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = NBS = Li$ soit $L = \frac{\mu N^2 S}{\ell}$

Aspect énergétique
 $w_B = \frac{B^2}{2\mu}$