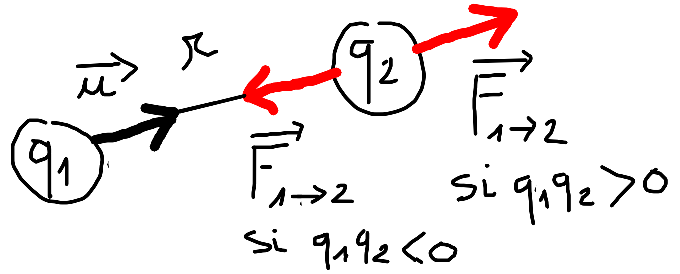
p.1

FORCE ELECTRIQUE

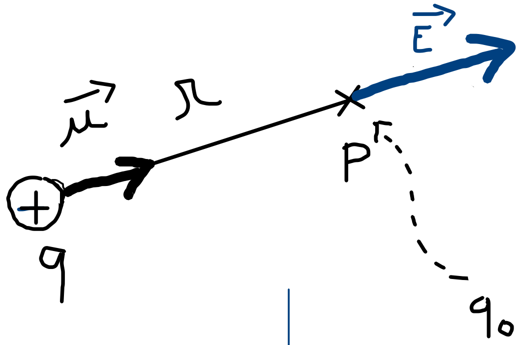


$$\boxed{\vec{F}_{1\to2} = -\vec{F}_{2\to1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\vec{u}}$$

(loi de Coulomb)

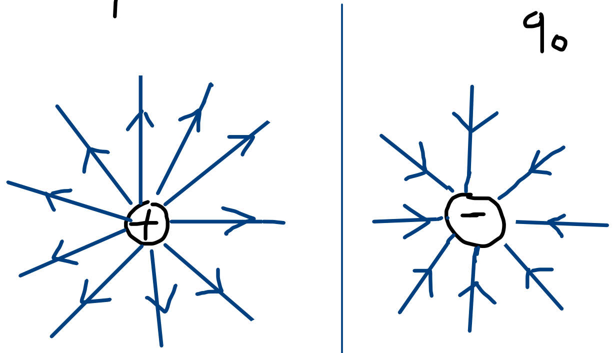
CHAMP ELECTRIQUE $\vec{E}$

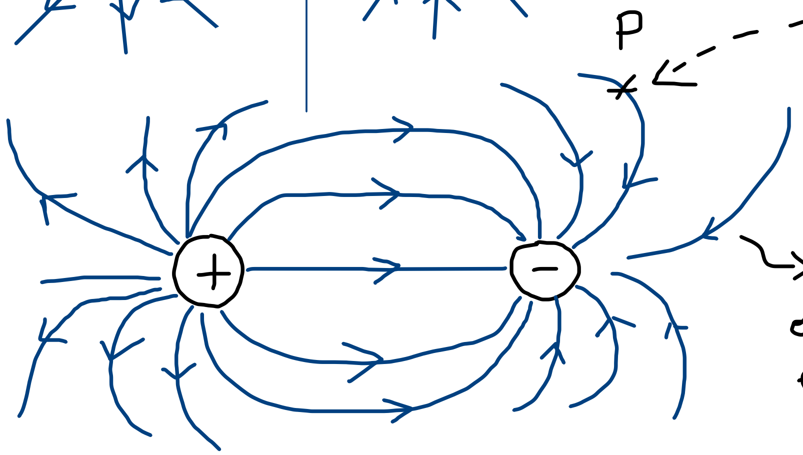
sources = charges électriques
(ici fixes)



$$\boxed{\vec{E}(P) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{u}}$$

$\vec{F}_E(q_0) = q_0\vec{E}(P)$ $|\vec{E}|$ en $N\cdot C^{-1}$ ou $V\cdot m^{-1}$

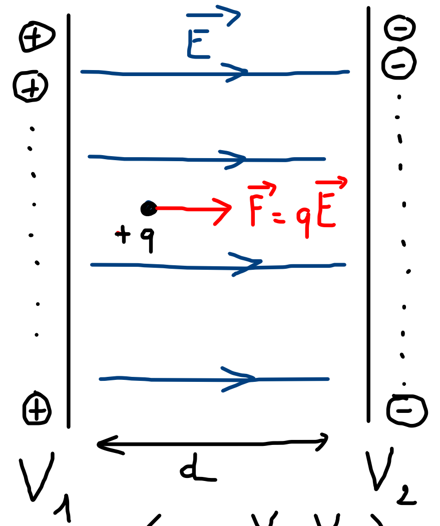




$$\boxed{\vec{E}(P) = \vec{E}_{\oplus}(P) + \vec{E}_{\ominus}(P)}$$

(principe de superposition)

→ les lignes de champ ont une origine (⊕ ou ∞) et une arrivée (⊖ ou ∞)



$\left(E = \frac{V_1 - V_2}{d}\right)$

$$\mathcal{E}_{p_2} - \mathcal{E}_{p_1} = -\int_1^2 q\vec{E}\cdot d\vec{\ell}$$

$$V_2 - V_1 = -\int_1^2 \vec{E}\cdot d\vec{\ell}$$

$$\rightarrow \boxed{V = \frac{\mathcal{E}_p}{q}}$$

potentiel électrique en $V = J\cdot C^{-1}$

énergie potentielle associée à $q\vec{E}$

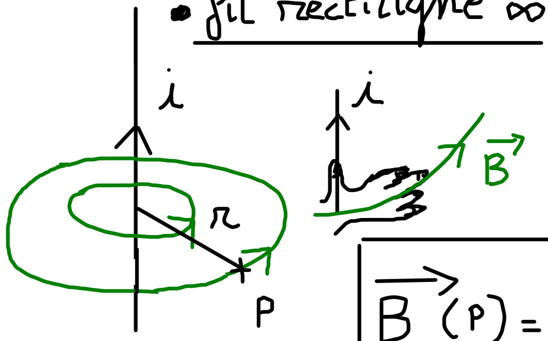
$$\boxed{\frac{1}{2}mv_1^2 + qV_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + qV_2}$$

(conservation énergie mécanique)

CHAMP MAGNETIQUE $\vec{B}$

sources = charges en mouvement

• fil rectiligne ∞

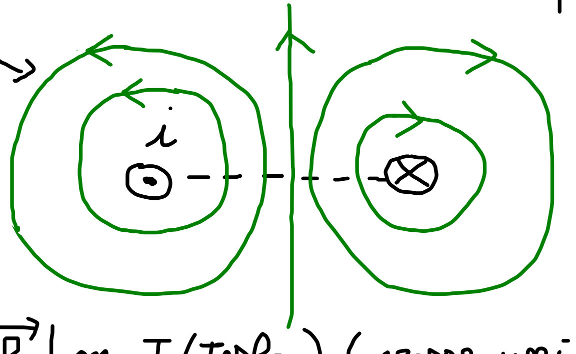


les lignes de champs sont bouclées (pas de charges magnétiques)

$$\boxed{\vec{B}(P) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}\vec{u}_\theta}$$

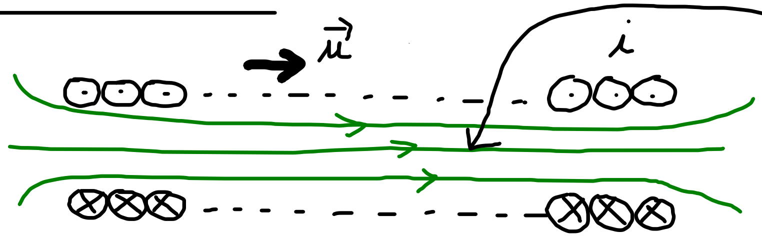
(cf. cours PT)

• spire de courant (vue de coupe)



$|\vec{B}|$ en T (Tesla) (grosse unité !)

• Solénoïde ∞

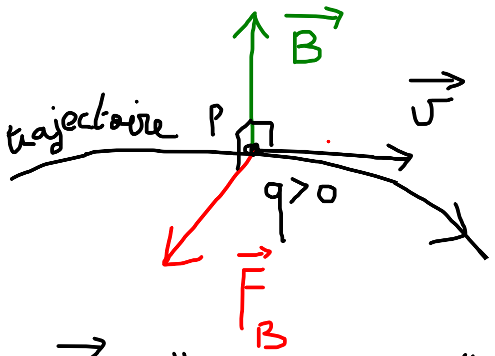


$$\boxed{\vec{B} = \mu_0 n i \vec{u}}$$

(cf. cours PT)

spire par m = $\left(\frac{N}{\ell}\right)$

FORCE DE LORENTZ



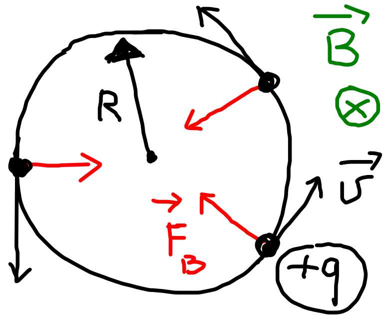
$$\boxed{\vec{F}_B(P) = q\vec{v} \wedge \vec{B}}$$

(force de Lorentz)

$$\boxed{P(\vec{F}_B) = \vec{F}_B \cdot \vec{v} = 0}$$

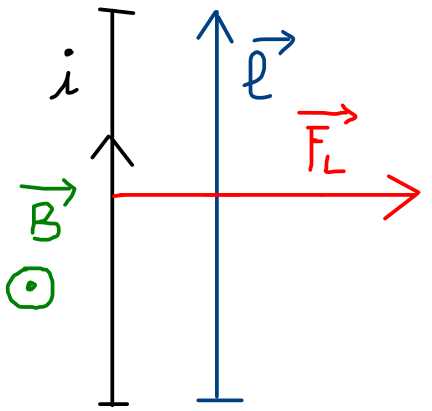
- $\vec{F}_B$ "ne travaille pas" ! $|\vec{v}|$ ne change pas, seule la direction de $\vec{v}$ est modifiée.
- Si $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$, trajectoire circulaire de pulsation $\boxed{\omega = \dfrac{|q| B}{m}}$

et de rayon $\boxed{R = \dfrac{mv}{|q| B}}$



FORCE DE LAPLACE

= Σ forces de Lorentz sur les porteurs de charge



$$\boxed{\vec{F}_L = i\vec{\ell} \wedge \vec{B}}$$

(force exercée sur un fil rectiligne de longueur ℓ.)

$$\boxed{\mathcal{M}_L = NiSB\sin\theta}$$

$\vec{B}$ produit par une source extérieure !

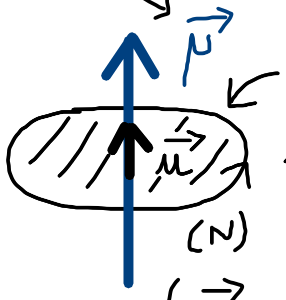
MOMENT MAGNÉTIQUE

$$\boxed{\vec{\mu} = (N)Si\vec{u}}$$

si N enroulement

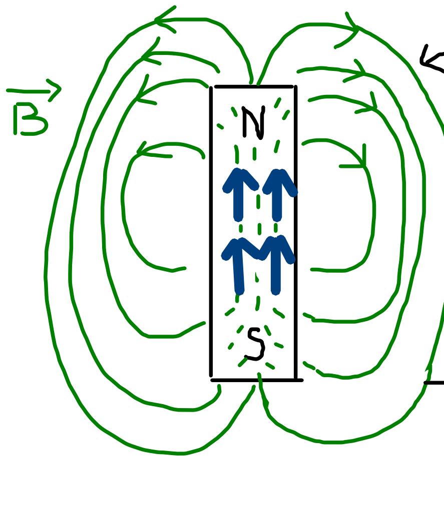
$|\vec{\mu}|$ en $m^2 \cdot A$

(moment magnétique d'une spire de courant)

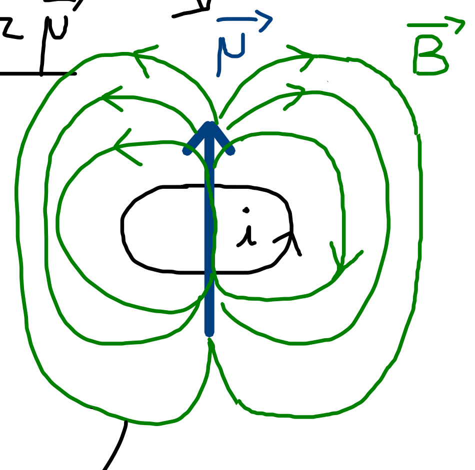


($\vec{u}$ vecteur unitaire ⊥ à S)

- champ magnétique produit par $\vec{\mu}$

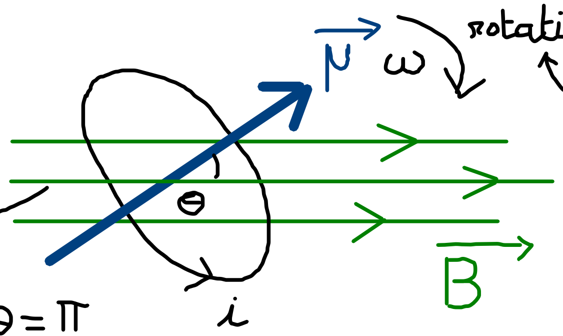


aimant permanent : les $\vec{\mu}$ atomiques (spin) sont alignés → $\vec{B}$



lignes de champ similaires

- Interaction de $\vec{\mu}$ avec un champ $\vec{B}$ extérieur



rotation

$$\boxed{\vec{\mathcal{M}}_L = \vec{\mu} \wedge \vec{B}}$$

$|\vec{\mathcal{M}}_L|$ en N·m ou J

(moment des forces Laplace)

→ $\vec{\mu}$ s'aligne sur $\vec{B}_{ext}$

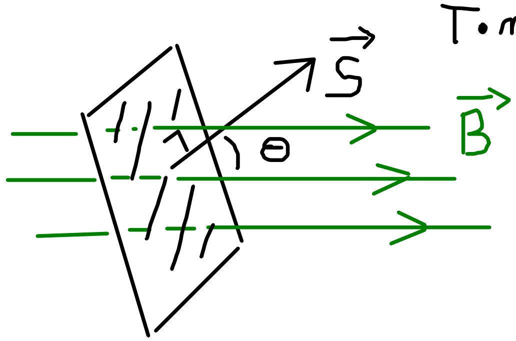
θ = π équilibre instable

θ = 0 équilibre stable

J ← $\boxed{E_p = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}}$ (énergie potentielle d'interaction)

W = J·s⁻¹ ← $\boxed{P_L = \mathcal{M}_L\,\omega}$ (puissance des forces de Laplace)

LA NOTION DE FLUX D'UN CHAMP DE VECTEUR



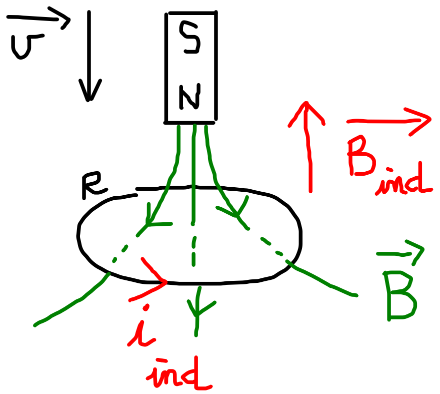
$T\cdot m^2$ ← $\boxed{\phi \equiv \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos\theta}$

(flux de $\vec{B}$ à travers S)

généralisation : $\phi = \iint_S \vec{B}\cdot\vec{dS}$

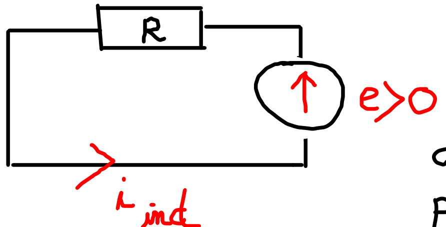
(cf. cours PT)

LOI DE L'INDUCTION DE FARADAY



Direction de $\vec{B}_{ind}$ et de i_{ind}
⇒ phénomène de modération de LENZ

⇔



(schéma équivalent)

permet de déterminer la polarité de la tension induite e

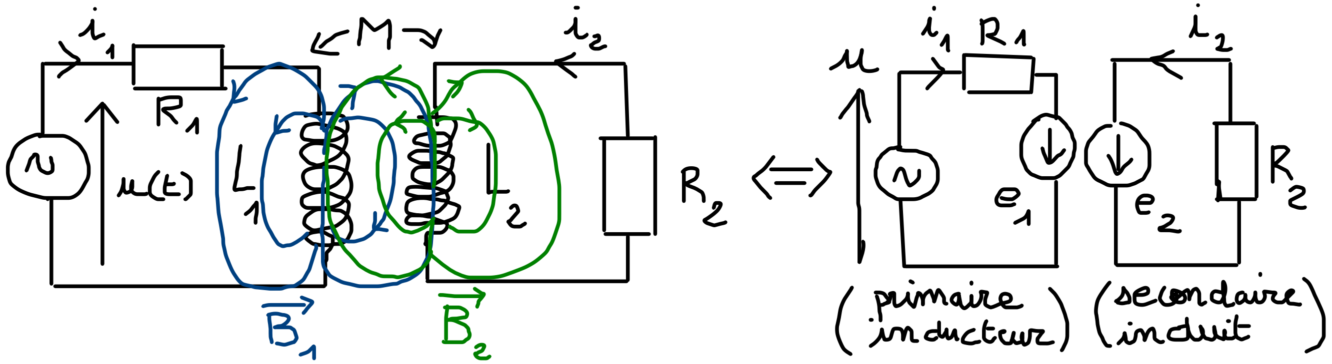
$$\boxed{e = -\frac{d\phi}{dt}}$$

LOI DE FARADAY

en V

LENZ

INDUCTANCE PROPRE ET INDUCTANCE MUTUELLE



$$e_1 = -\frac{d\phi_{tot}}{dt} = -\frac{d\phi_{propre}}{dt} - \frac{d\phi_{mutuel}}{dt}$$

$\boxed{\phi_{propre} = L_1 i_1}$ → inductance propre en H (Henry)

$\boxed{\phi_{mutuel} = M i_2}$ → mutuelle inductance en H

. Transformateur idéal
(couplage parfait + R négligeable)

$\frac{e_1}{e_2} = \frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$

$\frac{i_1}{i_2} = \frac{N_2}{N_1}$; $M^2 = L_1 L_2$

$$\boxed{\begin{aligned} u &= R_1 i_1 + L_1\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_2}{dt} \\ 0 &= R_2 i_2 + L_2\frac{di_2}{dt} + M\frac{di_1}{dt} \end{aligned}}$$

schéma équivalent (Faraday) + loi des mailles

$$\boxed{U_B = \frac{1}{2}L_1 i_1^2 + \frac{1}{2}L_2 i_2^2 + M i_1 i_2}$$

J

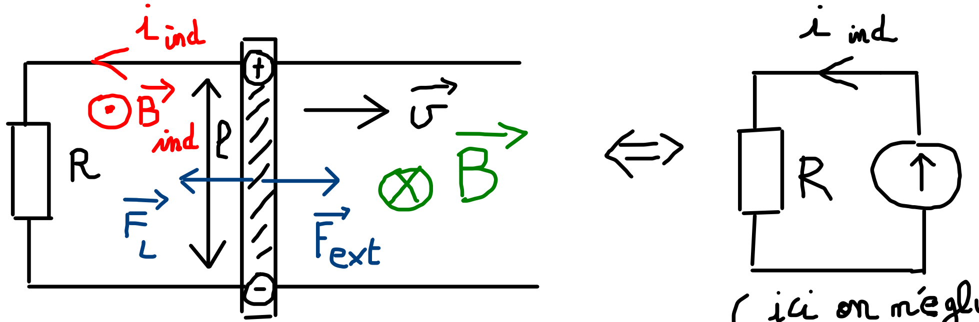
→ Energie totale magnétique stockée dans le dispositif

$$\boxed{u_B = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}}$$ (cf. cours PT)

$J\cdot m^{-3}$

(Densité d'énergie là où règne un champ $\vec{B}$)

RAIL DE LAPLACE



$\boxed{e = B\ell v > 0}$

(ici on néglige le L du circuit)

$\boxed{P_{élec} = P_{méca} = B\ell v i}$ → Puissance électrique = Puissance mécanique

RESOLUTION SYSTEME ELECTROMECANIQUE

[éq. méca. = 2ème loi Newton (translation) ou TMC (rotation)] × v ou ω → $P_{méca}$ ($J.s^{-1}$)

[éq. élec. = Loi de Faraday + loi des mailles] × i → $P_{élec}$