

a) $\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H}$ car matériau doux et non saturé

$$\mu_r \approx 10^5$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$$

Ainsi $\boxed{\vec{B} \approx 10^{-2} \vec{H}}$

b) Théorème d'Ampère :

$$\oint_{\Gamma \text{ fermé orienté}} \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = i \text{ libre enlacé par } \Gamma$$

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = NI$$

$$H 2\pi r = NI$$

$$\Leftrightarrow \boxed{H = \frac{NI}{2\pi r}}$$

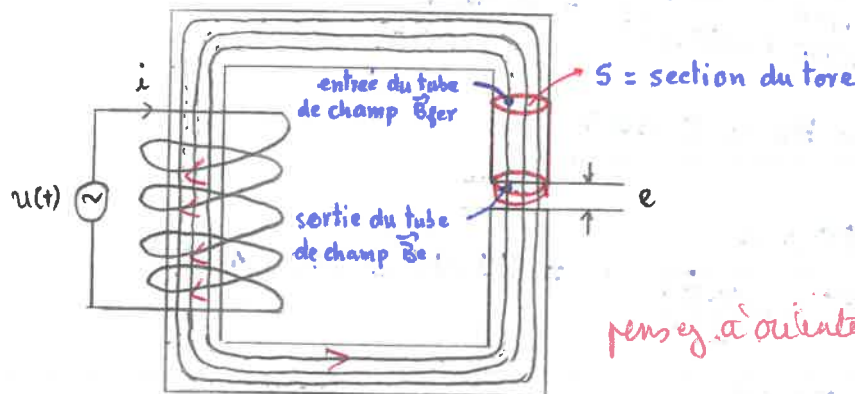
$$\boxed{B = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{2\pi r}}$$

c) Les relations précédentes auraient été les mêmes avec un noyau d'une autre forme car le matériau est ferromagnétique donc μ_r est grand et le champ magnétique est canalisé par le noyau. TB

GROUPE 8

TD25 : Ferromagnétisme

AD2 . Champ dans l'entrefer d'un électroaimant



a) Dans un tube de champ, $\Phi_{\text{entrée}}(\vec{B}) = \Phi_{\text{sortie}}(\vec{B})$

Supposons que $\vec{B}$ est uniforme sur S

On a , $B_{\text{fer}} S = B_e S$

$$\Leftrightarrow \underline{B_{\text{fer}} = B_e} \quad \checkmark$$

b)

Dans le noyau : $\underline{B_{\text{fer}} = \mu_0 \mu_r H_{\text{fer}}} \quad (1) \quad \checkmark$

Dans l'entrefer : $\underline{B_e = \mu_0 \mu_r H_e = \mu_0 H_e}$, car $\mu_r = 1$ dans l'air (2)

b)

Appliquons le théorème d'Ampère en milieux ferromagnétique

$$\oint_{\Gamma_{\text{fermé orienté}}} \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = i_{\text{lignes enlacées par } \Gamma}$$

$$\Leftrightarrow H_{\text{fer}} l + H_e e = N \vec{I} \quad (3)$$

Puis-que $B_{\text{fer}} = B_e$, en remplaçant (1) et (2) dans (3), on obtient

$$\frac{B_{\text{fer}}}{\mu_0 \mu_r} l + \frac{B_e}{\mu_0} e = N \vec{I}$$

$$\Leftrightarrow \frac{B_e}{\mu_0} \left(\frac{l}{\mu_r} + e \right) = N \vec{I} \Rightarrow B_e = \frac{N \vec{I}}{\frac{l}{\mu_r} + e}$$

$$\text{Finalement , } \underline{B_{\text{fer}} = B_e = \frac{\mu_0 N \vec{I}}{\frac{l}{\mu_r} + e}} \quad \checkmark$$

$$H_{\text{fer}} = \frac{B_{\text{fer}}}{\mu_0 \mu_r} = \frac{\mu_0 N I}{\mu_0 \mu_r \left(\frac{l}{\mu_r} + e \right)}, \quad H_{\text{fer}} = \frac{N I}{l + \frac{e}{\mu_r}}$$

Par analogie $H_e = \frac{N I}{\frac{l}{\mu_r} + e} = \frac{B_e}{\mu_0}$

AN: $B_{\text{fer}} = B_e = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \times 50 \times 1}{\frac{50 \cdot 10^{-2}}{1200} + 100 \cdot 10^{-6}} = 0,12 \text{ T}$

$B_{\text{fer}} = B_e = 0,12 \text{ T}$

$$H_{\text{fer}} = \frac{50 \times 1}{50 \cdot 10^{-2} + \frac{100 \cdot 10^{-6}}{1200}} = 99,99 \approx 100 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$H_e = \frac{50 \times 1}{\frac{50 \cdot 10^{-2}}{1200} + 100 \cdot 10^{-6}} = 9,6 \cdot 10^4 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} = 96 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$$

e) Si $\mu_r \rightarrow +\infty$, $\frac{l}{\mu_r} \ll e$

$$B_e = \frac{\mu_0 N I}{e} \quad \text{AN: } B_e = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \times 50 \times 1}{100 \cdot 10^{-6}} = 0,63 \text{ T}$$

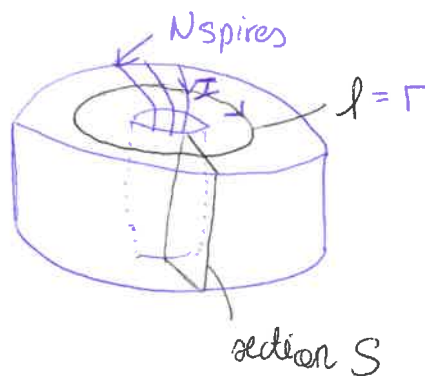
$B_e = B_{\text{fer}} = 0,63 \text{ T}$

Le champ est plus intense

$$H_{\text{fer}} = \frac{0,63}{4\pi \cdot 10^{-7} \times 1200} = 418 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \nearrow 0$$

$$H_e = \frac{0,63}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 5 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \nearrow$$

a)



que l'on peut définir car matériau doux

$$\Phi(\vec{B}) = L \times I$$

avec L l'inductance de la bobine, donc le flux de B est bien proportionnelle à I.

b) Théorème d'Ampère pour les matériaux ferromagnétiques :

$$\oint_{\Gamma} \vec{H} \cdot d\vec{l} = Hl = NI$$

$$B = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{l}$$

$$\text{Donc } \Phi(\vec{B}) = NBS = LI$$

$$= N \mu_r \mu_0 \frac{NI}{l} S = LI$$

$$= \mu_0 \mu_r \frac{N^2 I S}{l} = LI$$

$$\Rightarrow L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$$

c) L proportionnelle à N^2 car si N augmente, L augmente.

L proportionnelle à μ_r car si μ_r augmente, L augmente.