Ex n° 4 :

Le circuit magnétique d'un électro-aimant en fer est représenté par la figure suivante.

La partie fixe a la forme d'un U de section $S = 10 cm^2$.

L'armature mobile, de même fer a une section $S' = 6 cm$

La partie fixe porte un enroulement de 100 spires.

1°) Déterminer le courant pour que ~~l'armature~~ l'armature soit attirée et vienne fermer le circuit magnétique

2°) Quelle force faut-il appliquer à l'armature pour ouvrir à nouveau le circuit magnétique ?

On donne

— masse spécifique du fer $\rho = 7800 kg/m^3$

— On prendra $g = 10 m/s^2$

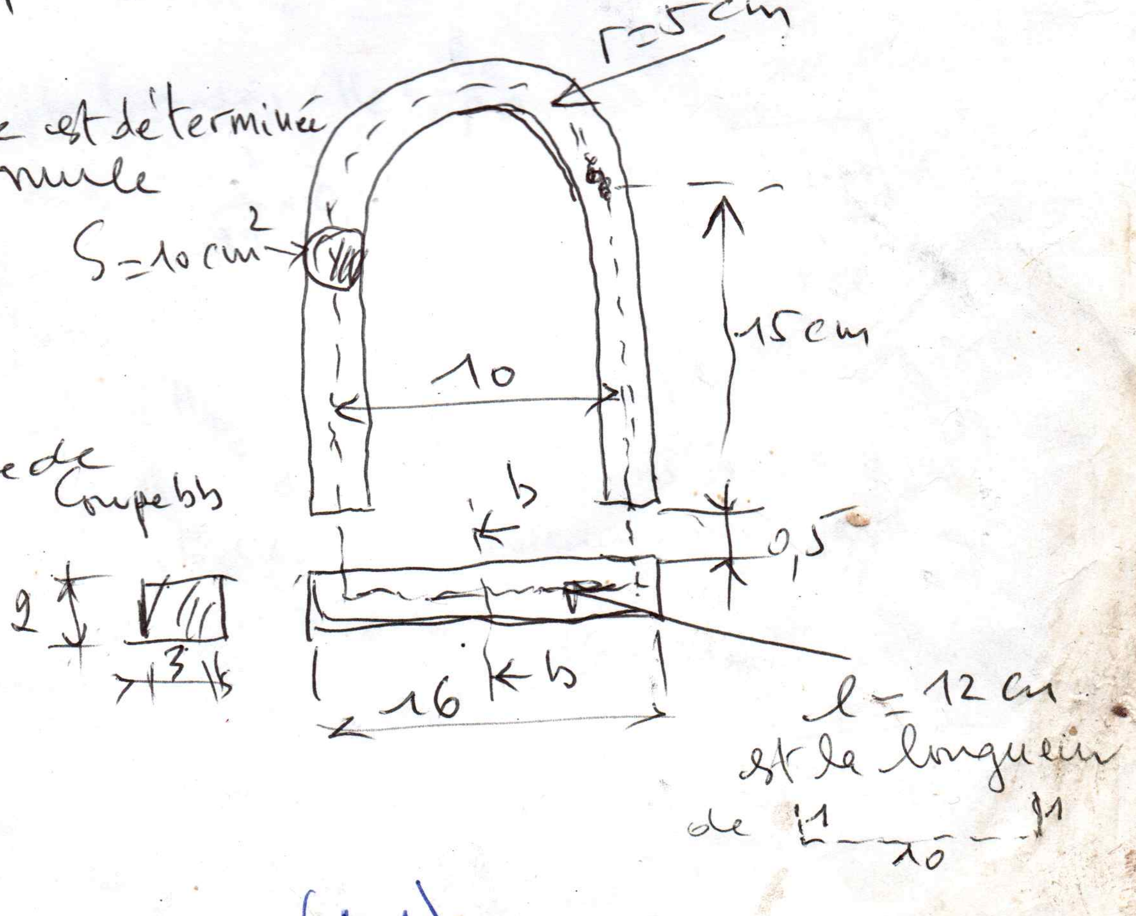
Courbe d'aimantation du fer

B(T)	0,4	0,8	1	1,2	1,4	1,6
H(A/m)	114	230	300	470	770	1400

NB : La force est déterminée par la formule

$$F = \frac{B^2 \times 2S}{2\mu_0}$$

2xS est la surface de contact



(4/1)

solution :

I°) La force d'attraction est

$$F = \frac{B^2 \times 2S}{2\mu_0}$$

l'attraction aura lieu pour une force F au moins égale au poids p de l'armature donc le poids de l'armature est :

$$p = \overbrace{\rho V}^{\text{masse}} g \qquad \text{rappel } \boxed{p = mg}$$

$$p = 7{,}8 \times (3\times 2) . 16 \times 10^{-3} . \underbrace{10}_{g} = 7{,}5\ N$$

L'induction dans l'électroaimant est alors

$$B^2 = \frac{\mu_0 . F}{S} \ ; \ B^2 = \frac{4\pi . 10^{-7}}{10 . 10^{-4}} \times 7{,}5 = 4\pi . 7{,}5 . 10^{-4}$$

$$B = \sqrt{30 . \pi . 10^{-4}} \simeq 0{,}097\ T$$

On en déduit les différents forces magnétomotrices.

1) Fmm dans les entrefers Fe

$$F_e = H_e l_e \text{ mais } H_e = \frac{B_e}{\mu_0}$$

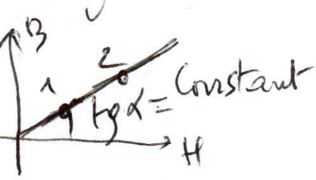
$$F_e = \frac{B}{\mu_0} \times 2e = \frac{10^{7}}{4\pi} \times 0{,}097 . 10^{-2} \rightarrow \boxed{F_e = 772\,A}$$

2°) Fmm dans le fer de l'électro-aimant. Fél

$$F_{él} = H_{él} \times (0{,}30 + 0{,}05\pi)$$

pour une induction de 0,097 T nous sommes dans la zone linéaire et d'après le tableau, nous avons

$$\frac{H_1}{B_1} = \frac{H_2}{B_2}$$



$$\frac{H_{él}}{0{,}097} = \frac{114}{0{,}4} \rightarrow H_{él} = 114 \times \frac{97}{400} = 27{,}6\ A/m$$

d'où $F_{él} = 27{,}6 \times (0{,}30 + 0{,}05\pi) \simeq \boxed{12{,}7\ A = F_{él}}$

c'est une extrapolation

(II • 2)

3 F.M.M dans l'armature mobile $\underline{F_a}$

Le flux étant conservé, l'induction dans l'armature mobile est B' telle que

$$B'S' = B.S$$

$$B' = 0{,}097 \times \frac{10}{6} = \frac{0{,}97}{6} = 0{,}16\,T$$

Il lui correspond un champ H'

$$\frac{H'}{0{,}16} = \frac{114}{0{,}4} \rightarrow H' = 114 . \frac{16}{40} = 11{,}4 \times 4 = 45{,}6\,A/m$$

d'où $F_a = 45{,}6 \times 0{,}12 = \boxed{5{,}47\,A = F_a}$.

La F.MM totale est F_T :

$$F_T \cancel{=} 776 + 12{,}7 + 5{,}47 \simeq \boxed{F_T = 790\,A}$$

Le courant nécessaire à l'attraction de l'armature mobile est

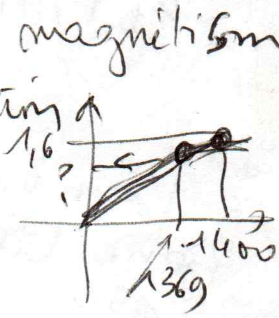
$$F_T = NI = 100 . I = 790\,A \rightarrow \boxed{I = 7{,}9\,A}$$

II) Lorsque l'armature est collée, les entrefers étant réduits à zéro, le champ créé par la FMM précédemment calculée est tel que

$$H \times (0{,}30 + \pi . 0{,}05 + 0{,}12) = \cancel{7{,}90\,A}\ 790$$

$$H = \frac{794}{0{,}577} \simeq 1369\,A/m$$

A ce champ correspond sur la courbe de magnétisme une induction B = 1,58 T et une force d'attraction



$$F = \frac{2B^2S}{2\mu_0} = \frac{(1{,}58)^2 . 10^{-4} . 10}{4\pi . 10^{-7}}$$

$$F = \frac{1{,}58^2}{4\pi} \times 10^4$$

$$\boxed{F \simeq 1990}$$

Il est donc nécessaire d'appliquer une force de 1990 N pour décoller l'armature mobile soit sensiblement 200 kgp

(4.3)