

TIPE : Sport et Jeux

Rôle de l'électromagnétisme dans le
contrôle des performances des
montagnes russes

I - Présentation du moteur linéaire

1. Moteur linéaire synchrone
2. Moteur linéaire à induction
3. Dans l'industrie

II - Conception de l'inducteur et optimisation via modélisation sur le logiciel femm

1. Conception et propriétés des bobines
2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation
3. Visualisation de l'intensité des champs sur femm
4. Cas particulier du freinage par courant de Foucault

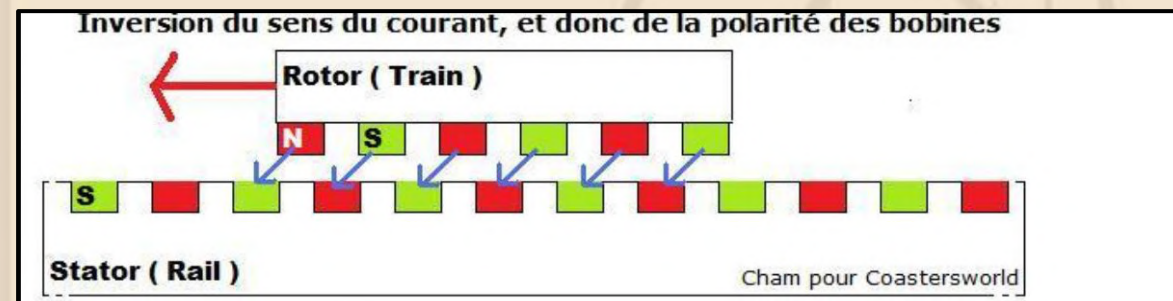
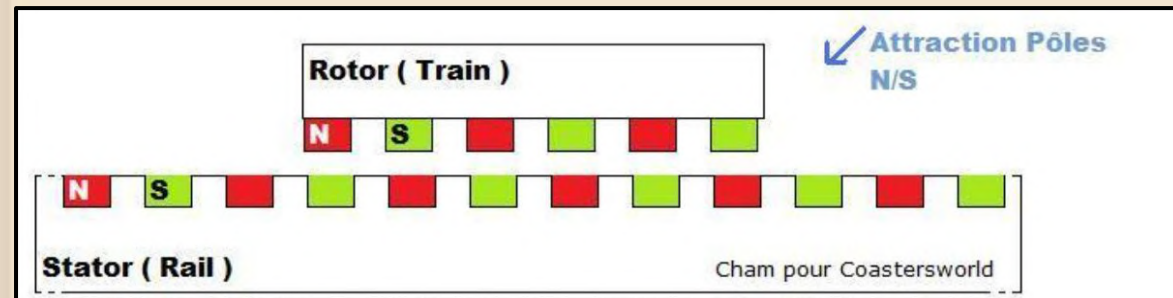
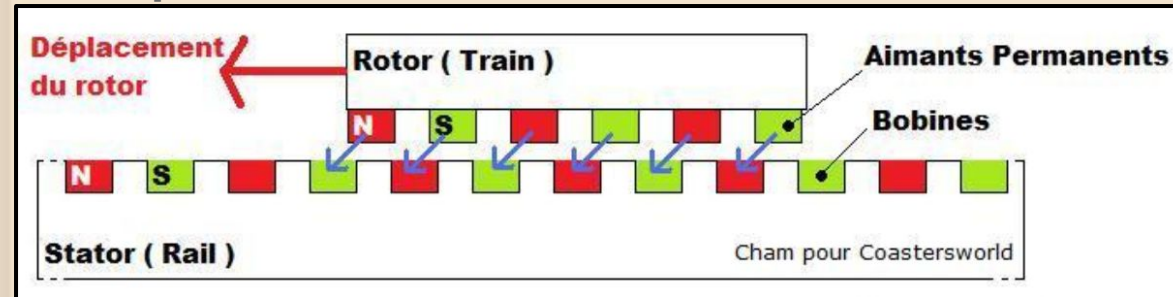
III - Test du moteur linéaire à induction

1. Observations
2. Recherche de la source du problème
3. Calcul de l'intensité nécessaire pour une mise en mouvement

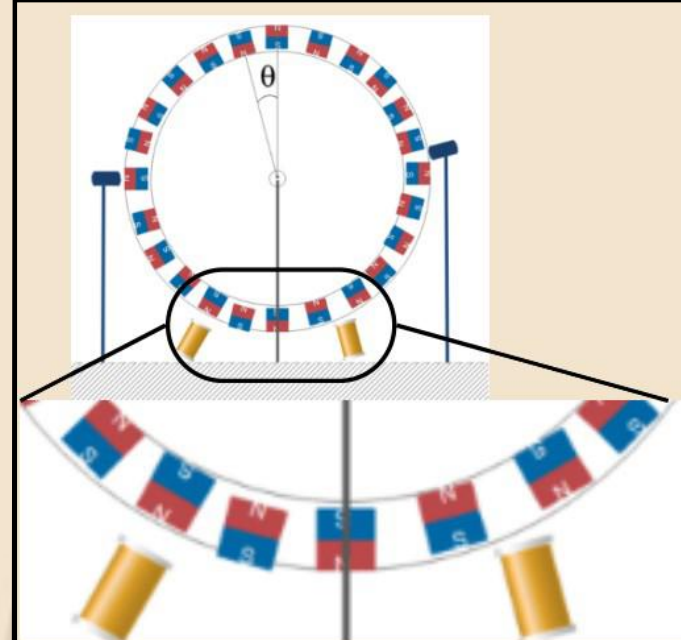


1. Moteur linéaire synchrone

Principe



Système équivalent



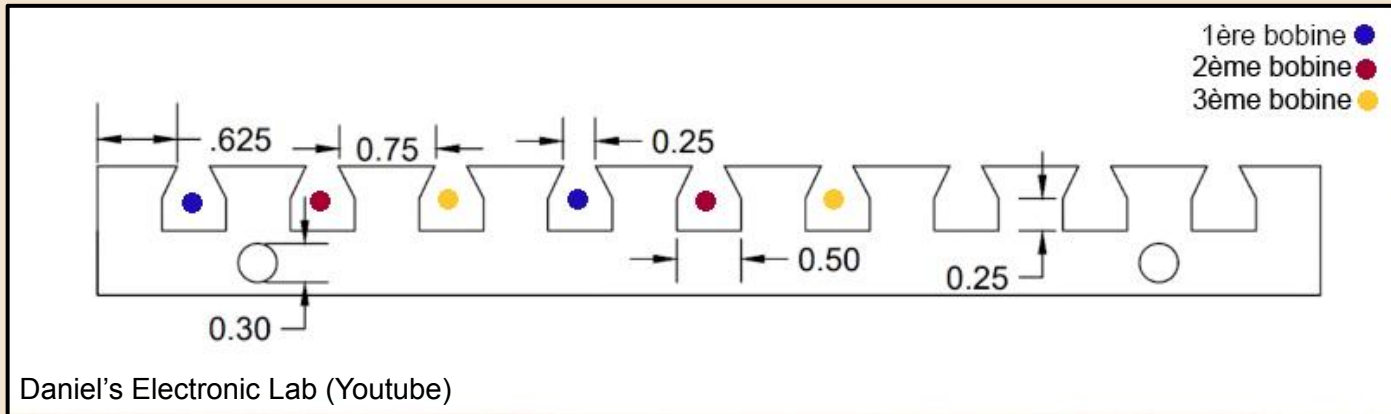


1. Moteur linéaire synchrone



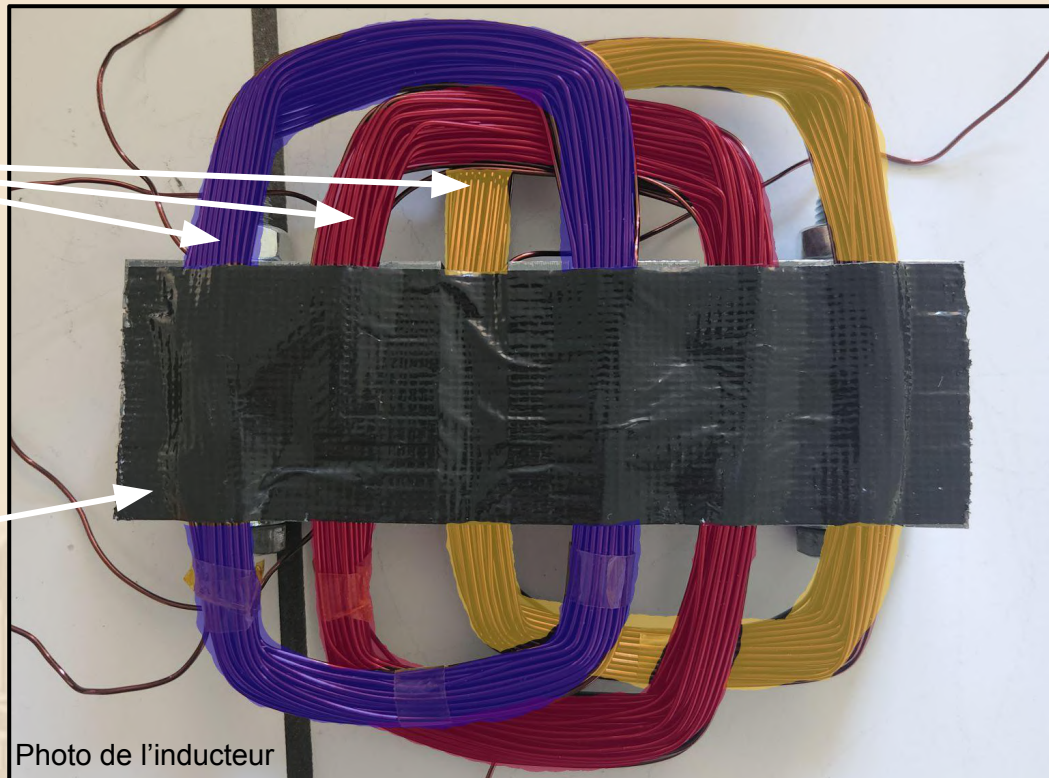


2. Moteur linéaire à induction



Bobines

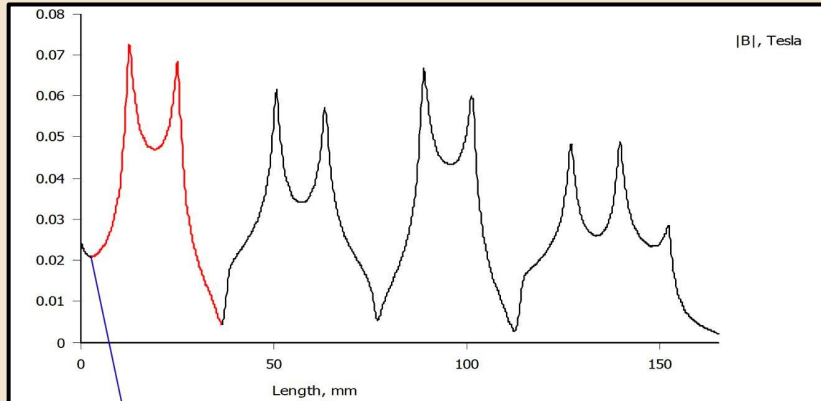
Noyau
ferromagnétique



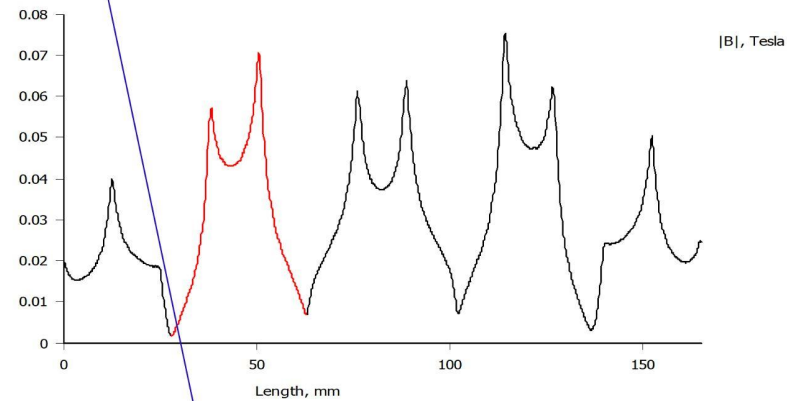


2. Moteur linéaire à induction

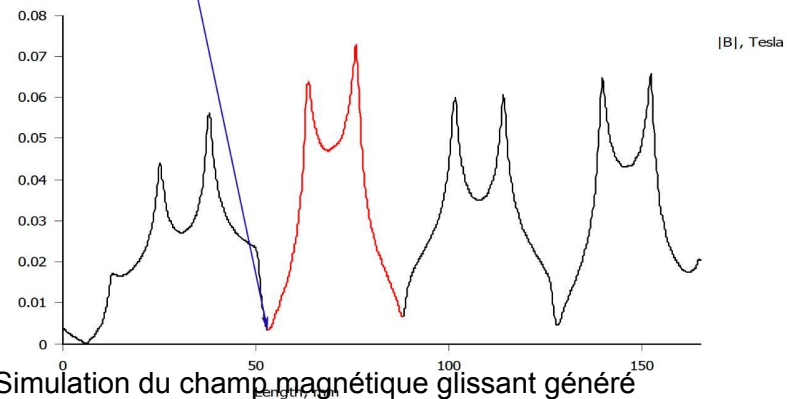
$t=0s$:



$t=0.066s$:



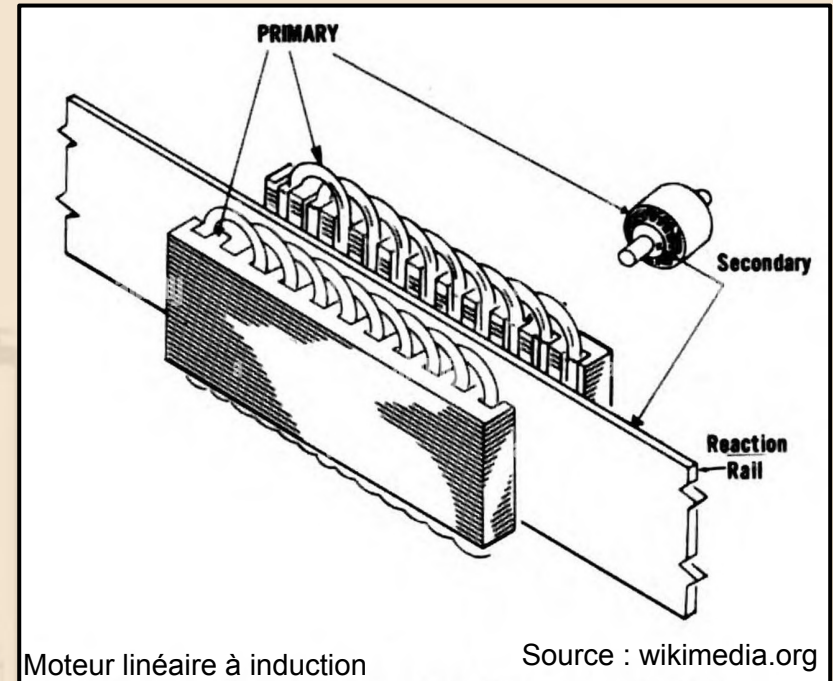
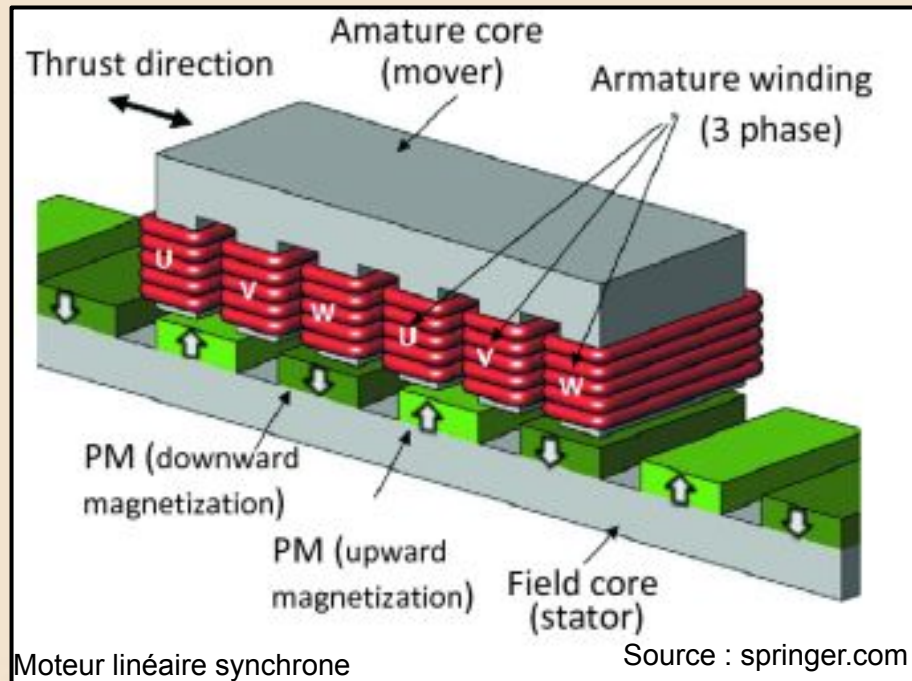
$t=0.135s$:



Simulation du champ magnétique glissant généré



3. Dans l'industrie

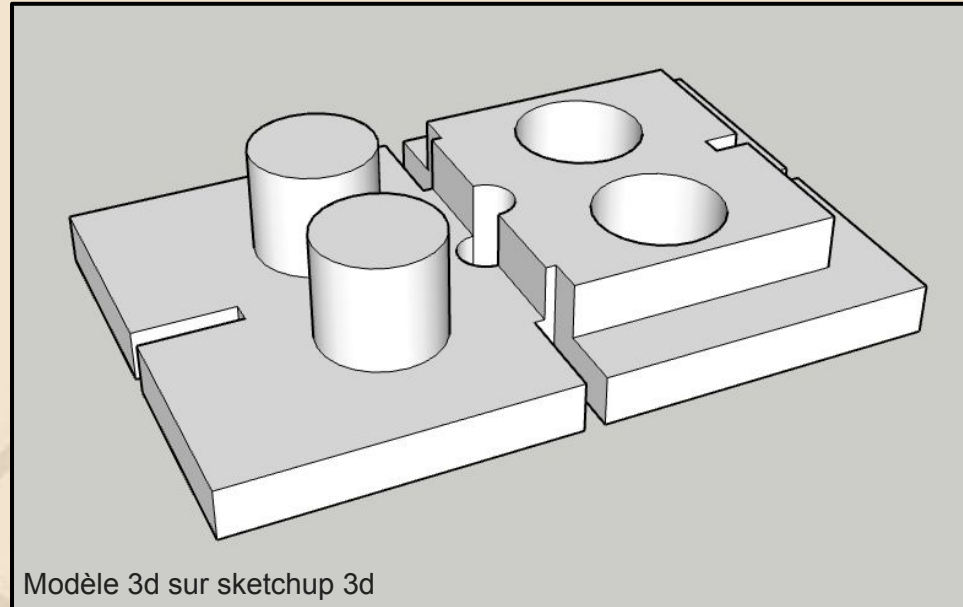




1. Conception et propriétés des bobines



Bobineur réalisé



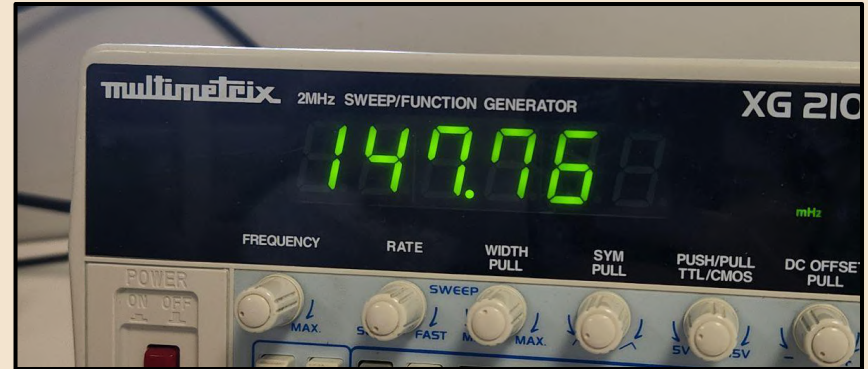
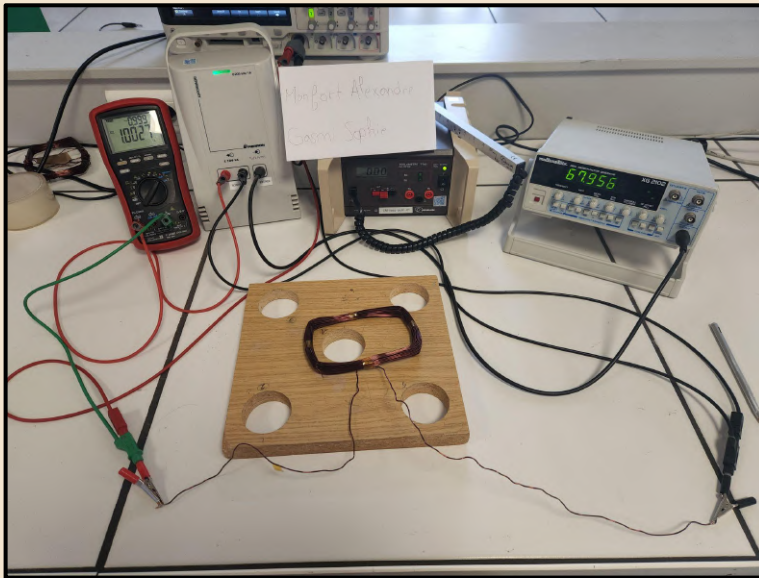
Modèle 3d sur sketchup 3d

On a des fils de cuivre de diamètre $d=1,1\text{mm}$

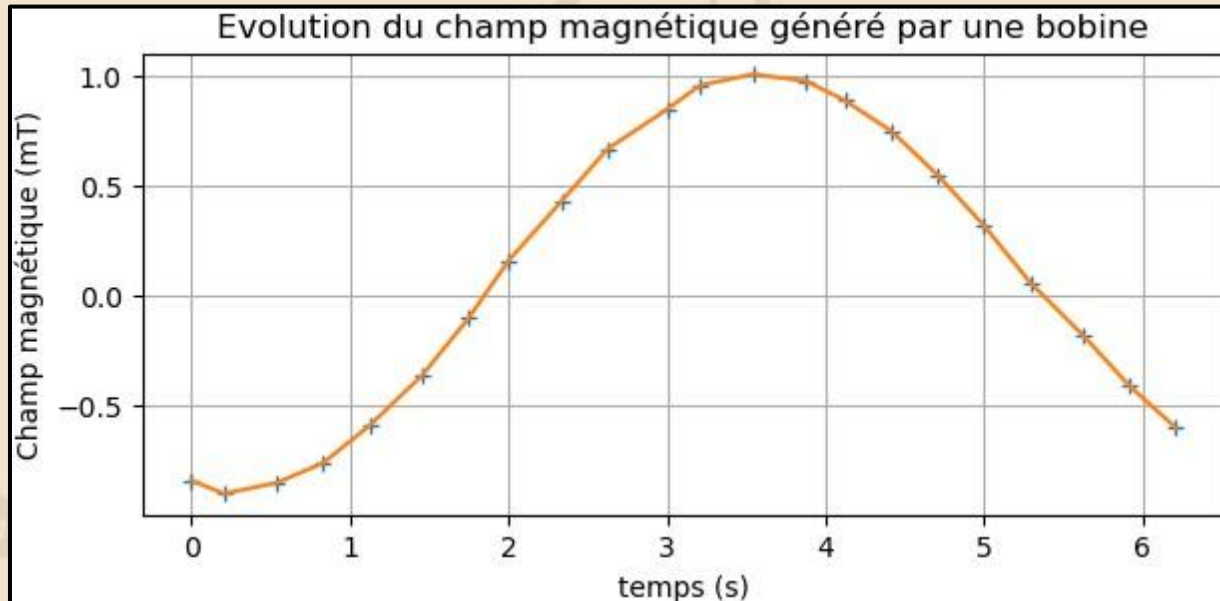
Donc en théorie on a des bobines de $N=115$ spires
(En réalité $N=50$)



1. Conception et propriétés des bobines

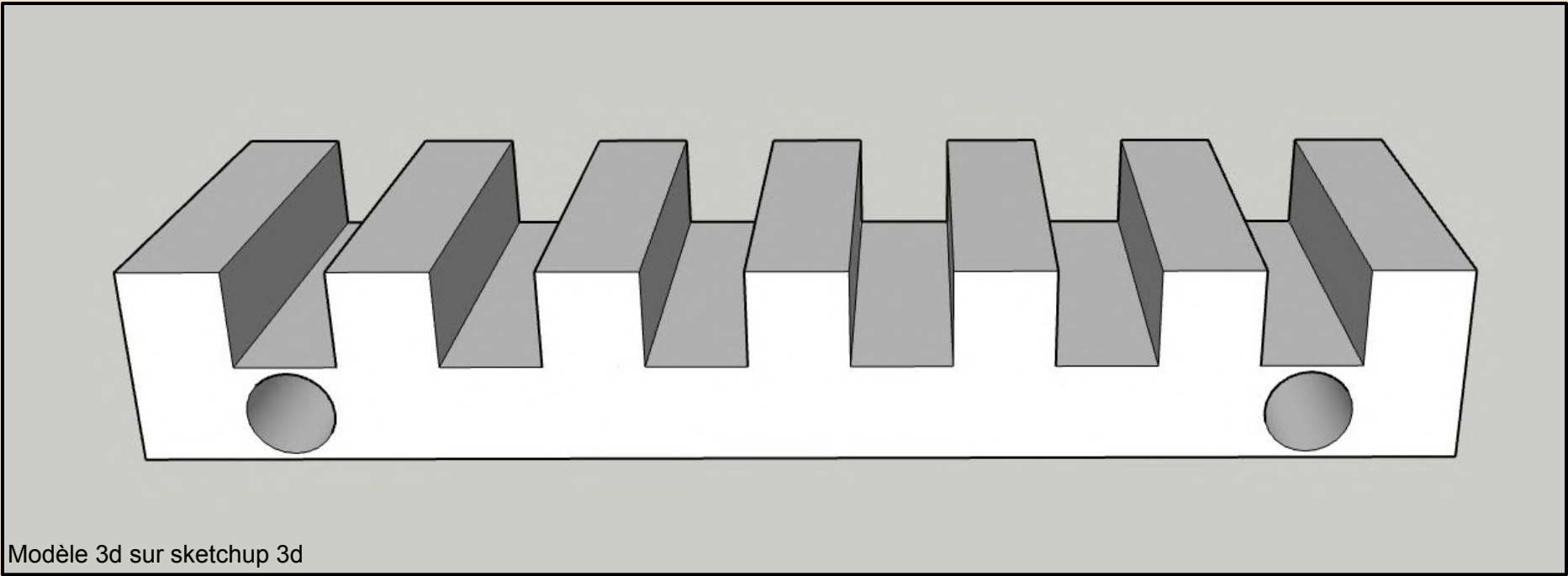


On prend : $f \approx 148 \text{ mHz}$
On mesure : $f = 272 \text{ mHz}$





2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation



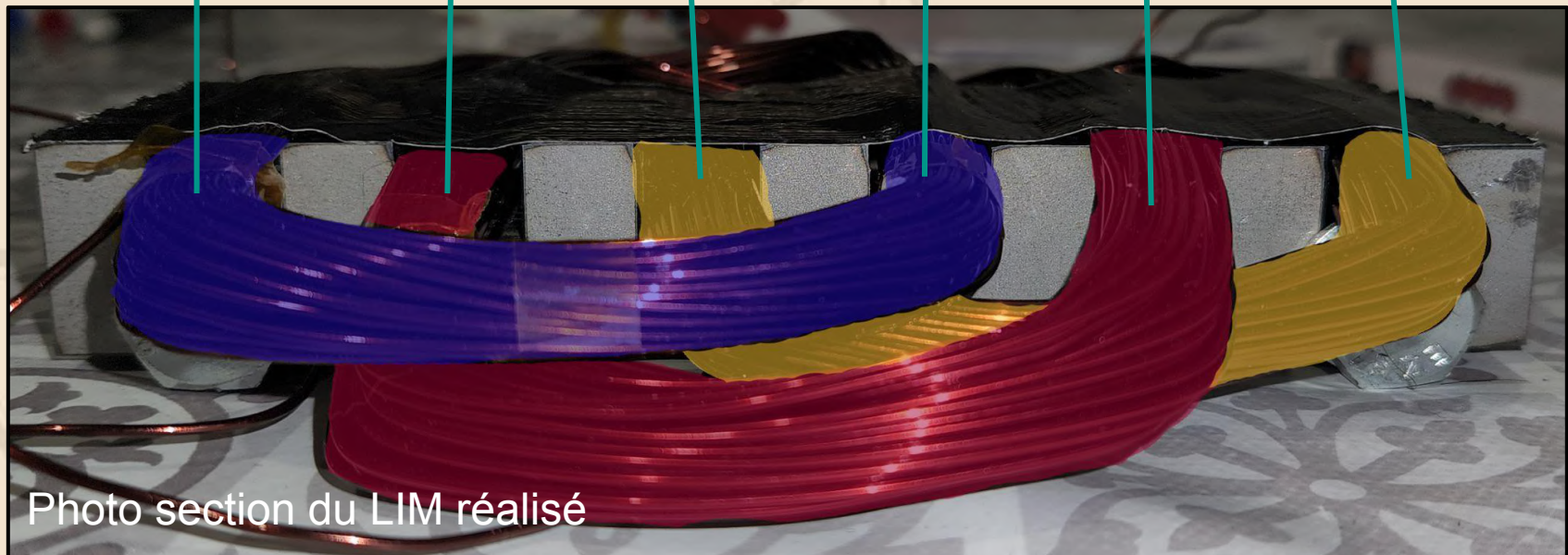
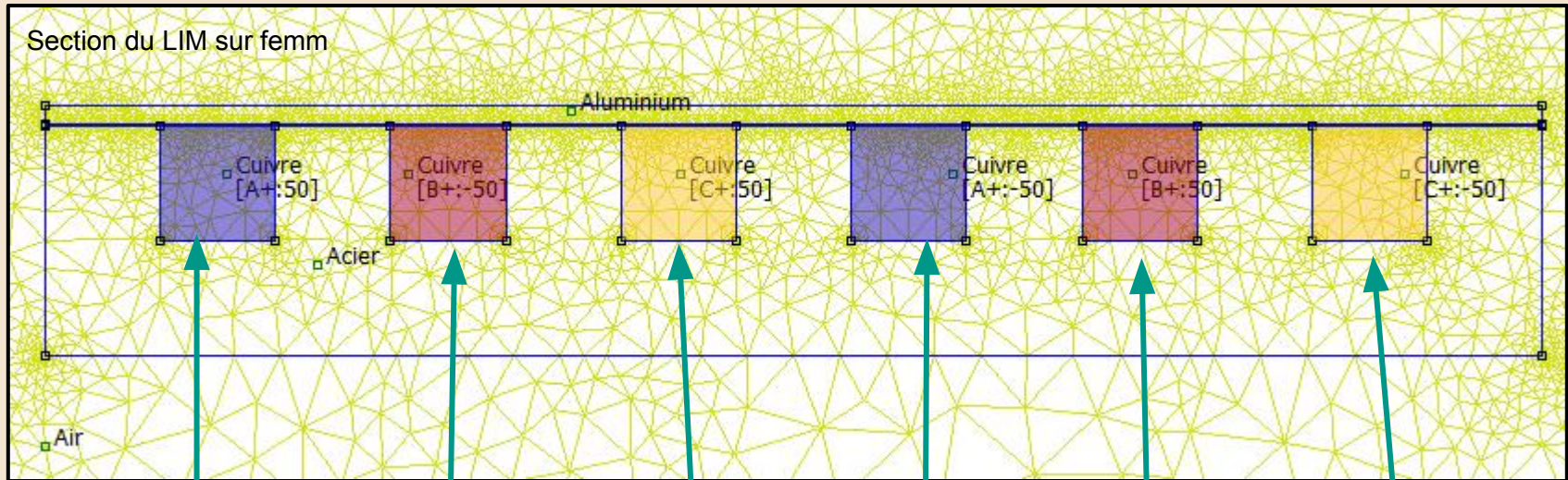
Modèle 3d sur sketchup 3d



Modèle 2d sur QCAD

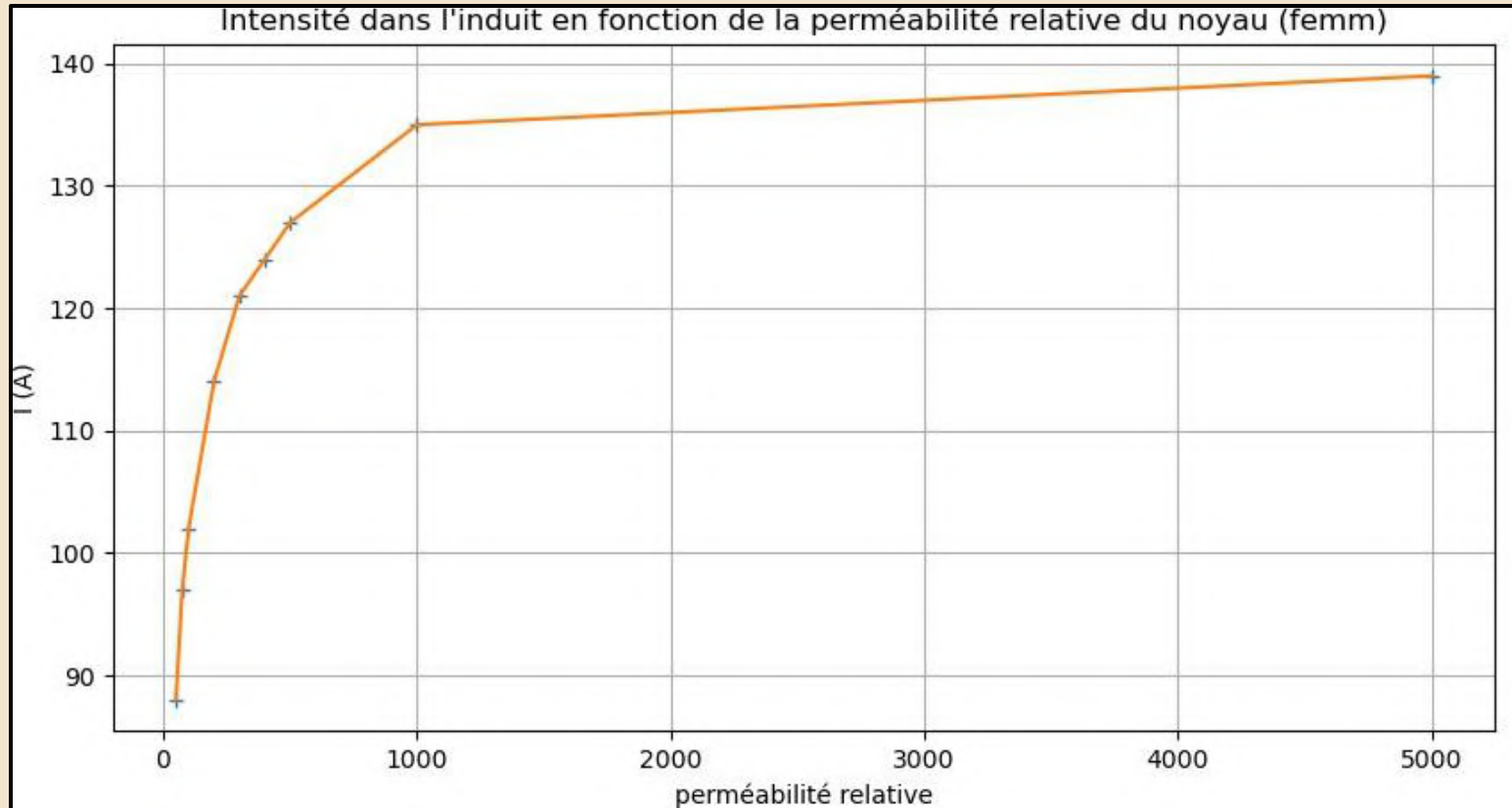


2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation





2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation



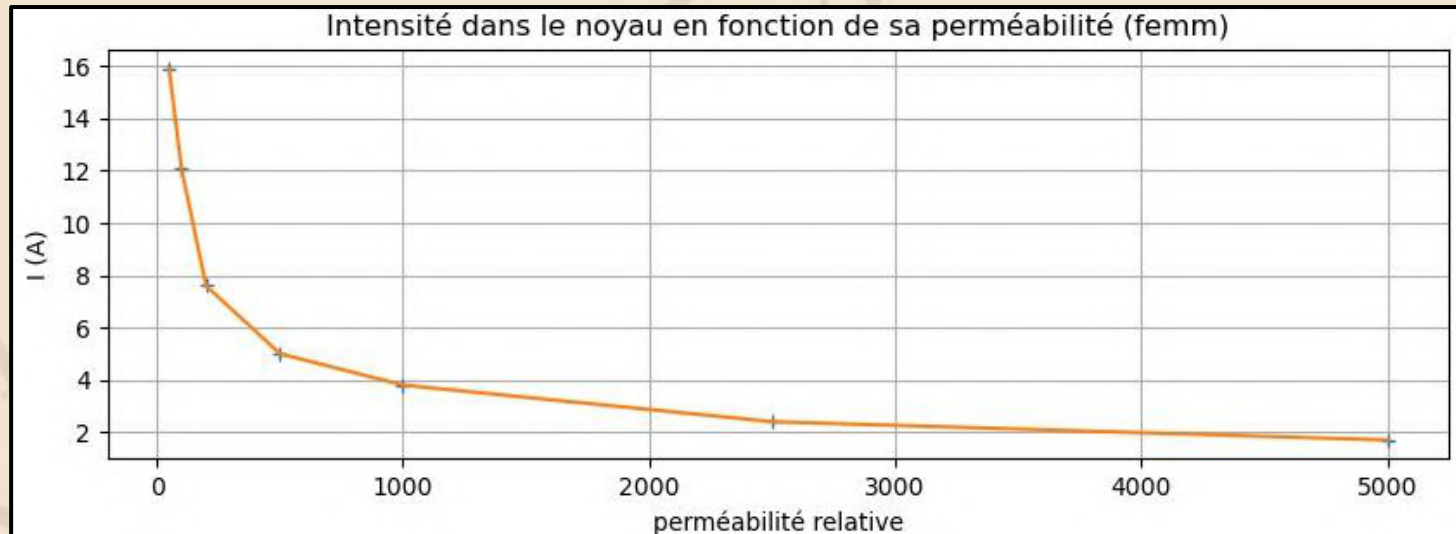
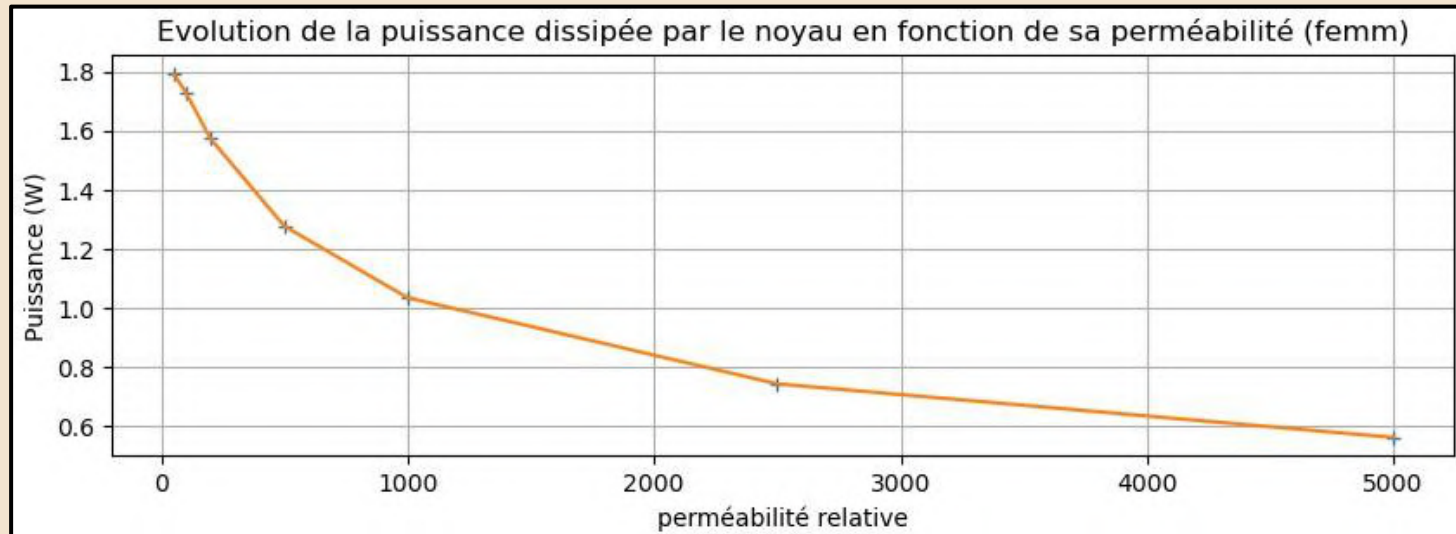
Acier S235

Teneur en carbone (Source : CCPU steelmed) : 0.05%

Perméabilité relative théorique de l'acier : 100

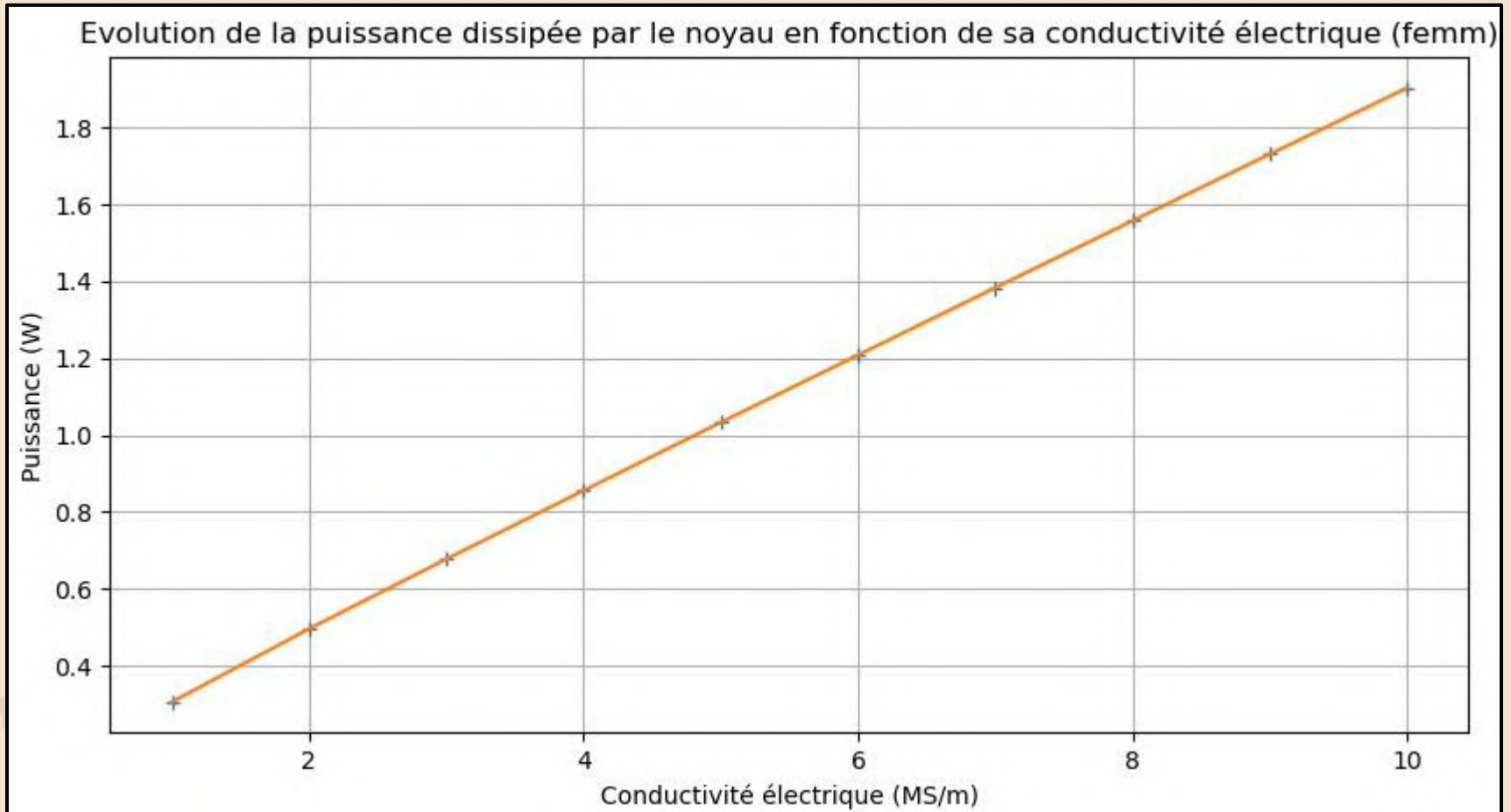


2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation





2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation

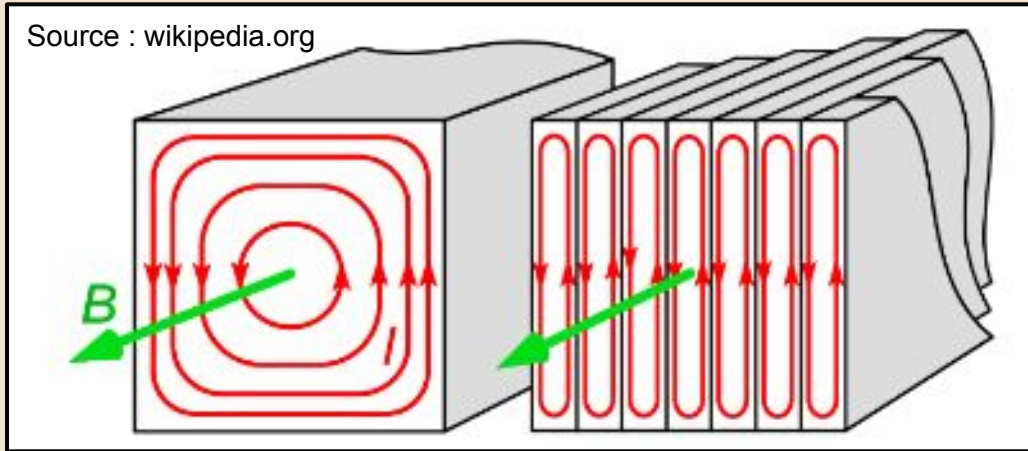


Conductivité électrique théorique de l'acier : 5 MS/m
Donc courant de Foucault dans le noyau => échauffement par effet Joule



2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation

Source : wikipedia.org



Si un bloc de section S constitue le noyau :

$$\langle P_J \rangle = K S^2$$

Si N blocs de section $S' = S/N$ constitue le noyau :

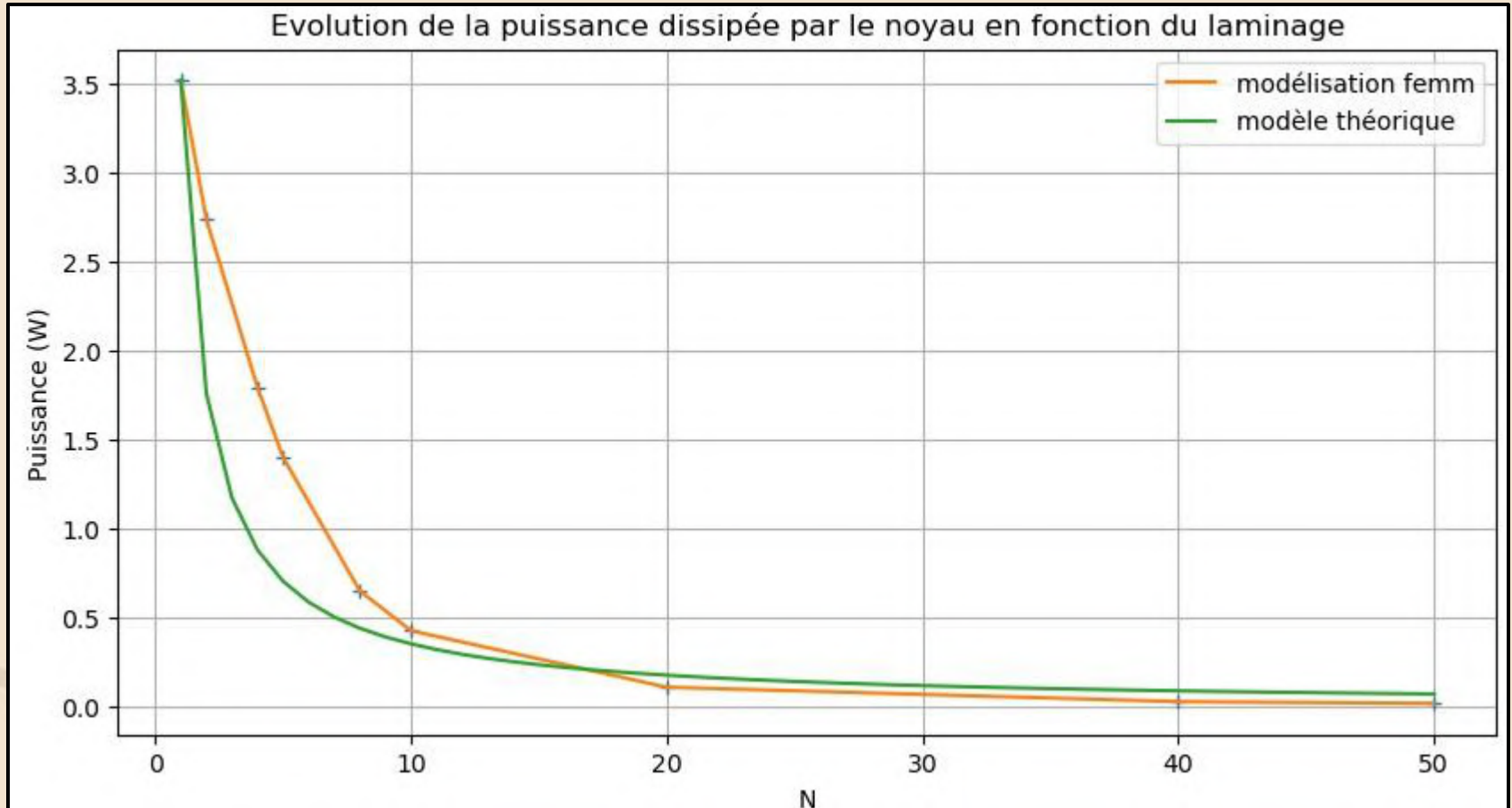
$$\langle P'_J \rangle = \langle P_J \rangle / N$$



Portion du noyau ferromagnétique

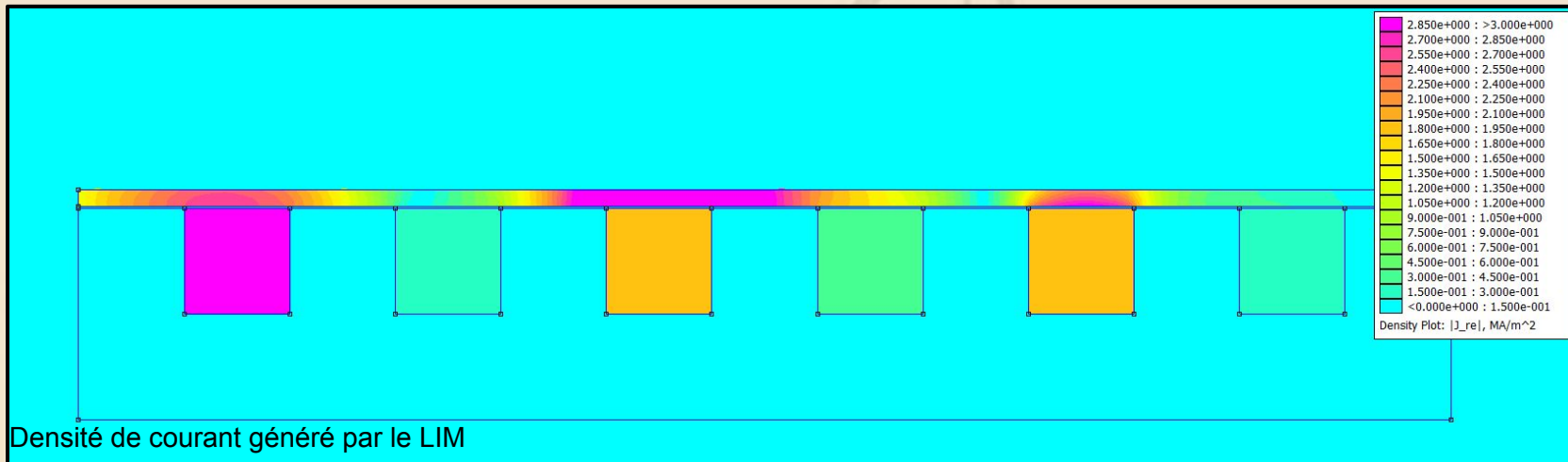
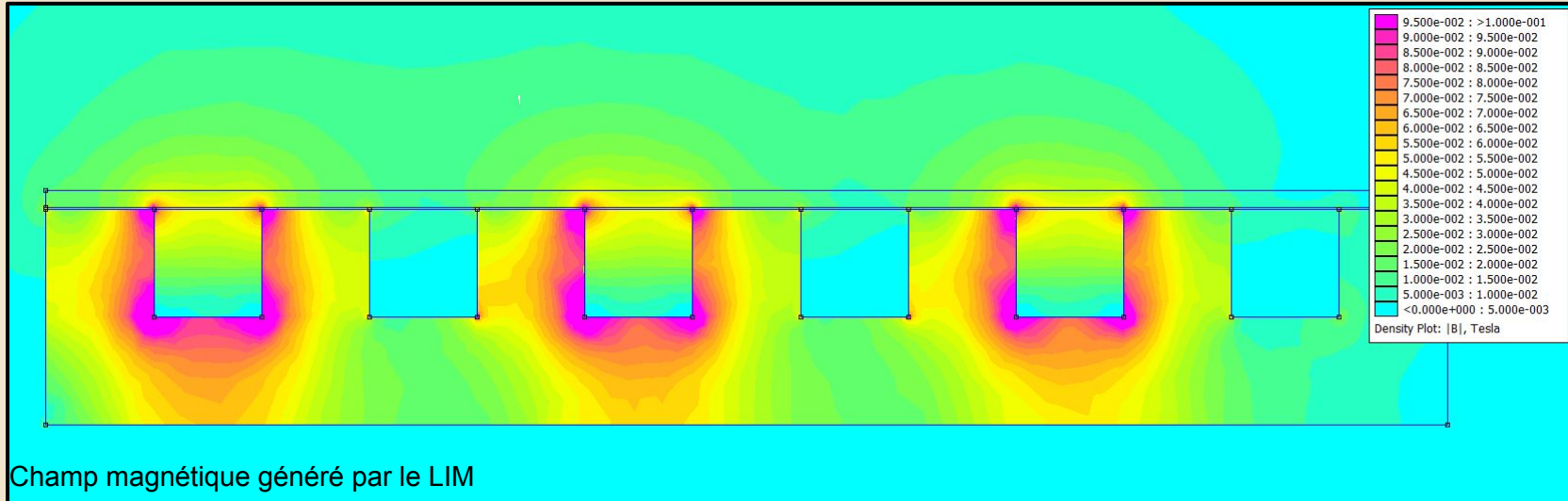


2. Choix du noyau ferromagnétique et optimisation





3. Visualisation de l'intensité des champs sur femm



Force de Laplace dans l'induit :
Steady-state force:
x-component: -0.145359 N
y-component: 0.146425 N



4. Cas particulier du freinage par courant de Foucault

Force dissipative : $\vec{F}_f = -k\vec{v}$

favorisée si :

- pas de laminage du noyau et de l'induit
- noyau de faible perméabilité
- noyau de forte conductivité électrique
- forme du noyau et de l'induit favorisant les courants de Foucault



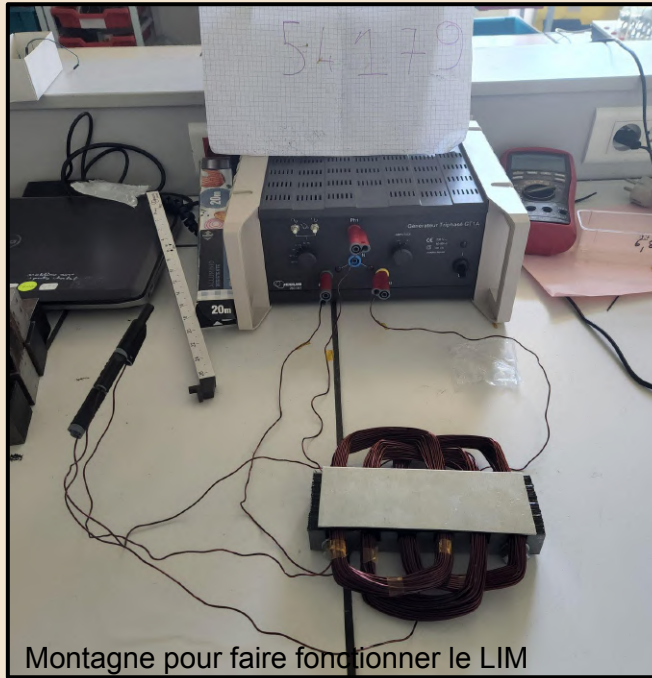
Montage freinage d'un pendule

Avec $I=0.6A$, on a :

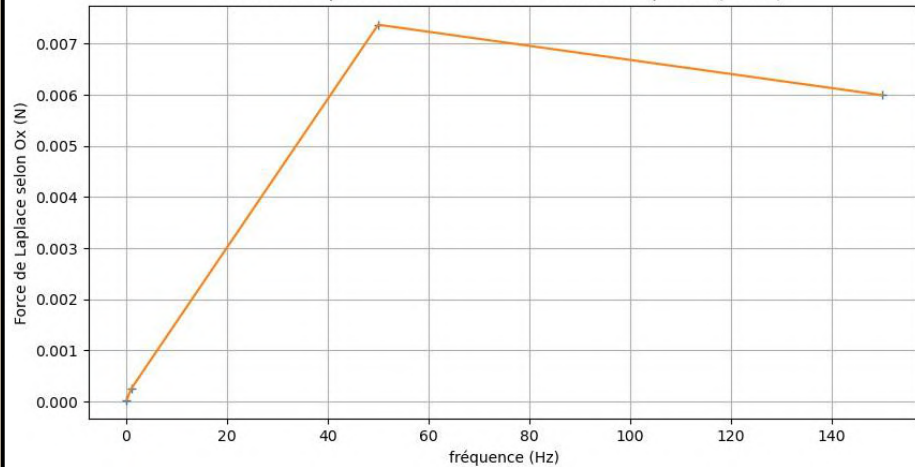
- Pour le pendule avec un trou :
 $\Delta t=1,05s$
- Pour le pendule avec plusieurs trous :
 $\Delta t=2,84s$



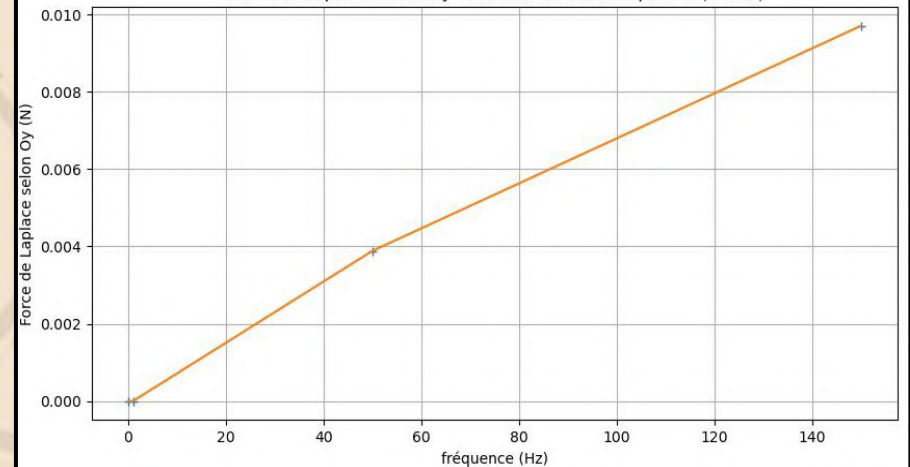
1. Observations



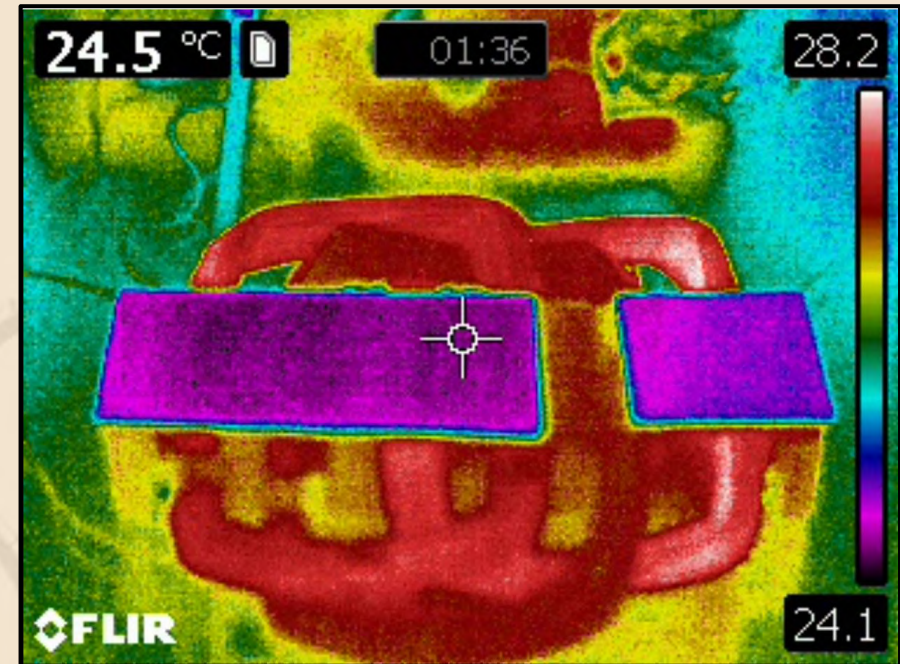
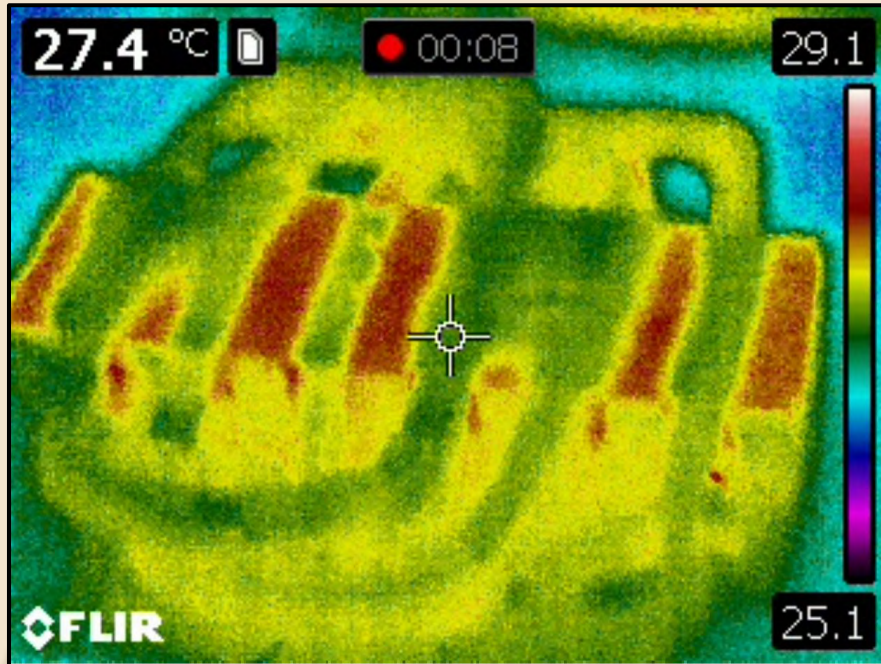
Force de Laplace selon Ox en fonction de la fréquence (femm)



Force de Laplace selon Oy en fonction de la fréquence (femm)



2. Recherche de la source du problème





3. Calcul de l'intensité nécessaire pour une mise en mouvement

On doit satisfaire : $F_x > \mu_s (mg - F_y) (*)$

On détermine : $\mu_s = 0,262 \pm 0,017$ et $m = 39,933g$

Plaque en
aluminium

Planche recouverte
de scotch



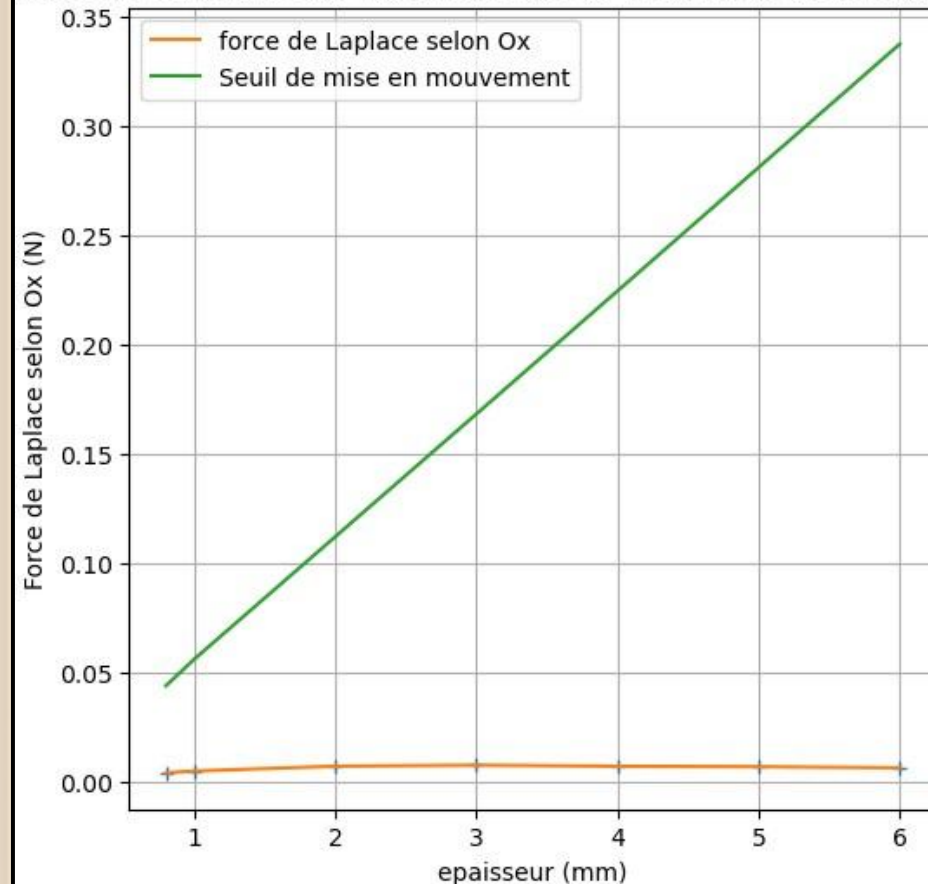
A 50Hz, la condition est satisfaite pour $I > 8,4A$

Donc ne peut pas fonctionner pour $I=1.1895A$



3. Calcul de l'intensité nécessaire pour une mise en mouvement

Force de Laplace selon Ox en fonction de l'épaisseur de l'induit (femmm)



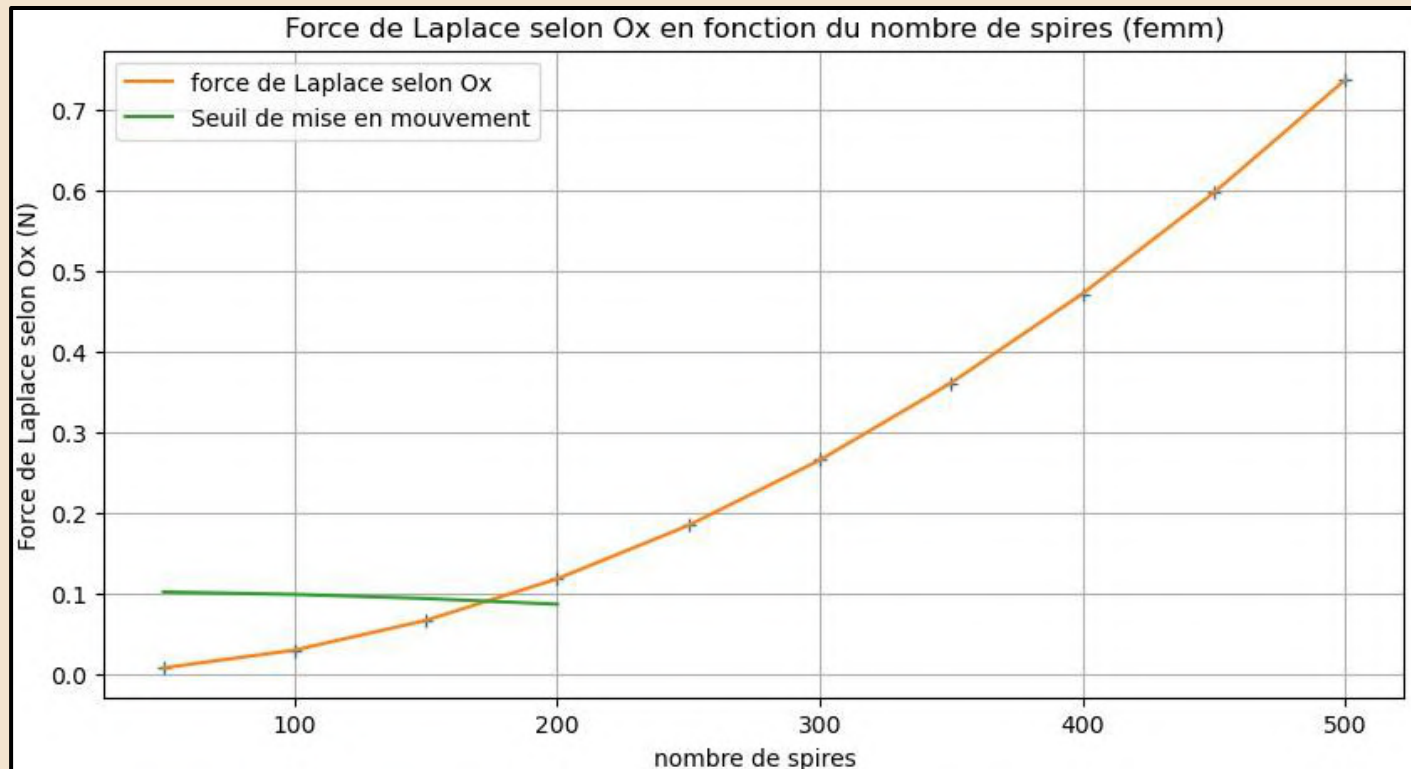
On mesure : $\rho = 2,67 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$
à l'aide de 3 plaques de
dimension et de masse connues

épaisseur (mm)	masse (g)
0.8	17.63
1	22.04
2	44.08
3	66.12
4	88.16
5	110.2
6	132.2

Le seuil de mise en mouvement n'est jamais dépassé
Donc pas de mouvement en faisant varier l'épaisseur



3. Calcul de l'intensité nécessaire pour une mise en mouvement



**Condition (*) respectée si on a plus de 174 spires.
Réalizable avec notre bobineur avec des fils de cuivre de
diamètre $d < 0,9\text{mm}$**

1. Critique de nos choix

Bons choix :

- Régler le problème de faible perméabilité du noyau en procédant à un laminage
- Prendre en compte une marge d'erreur pour la taille du bobineur

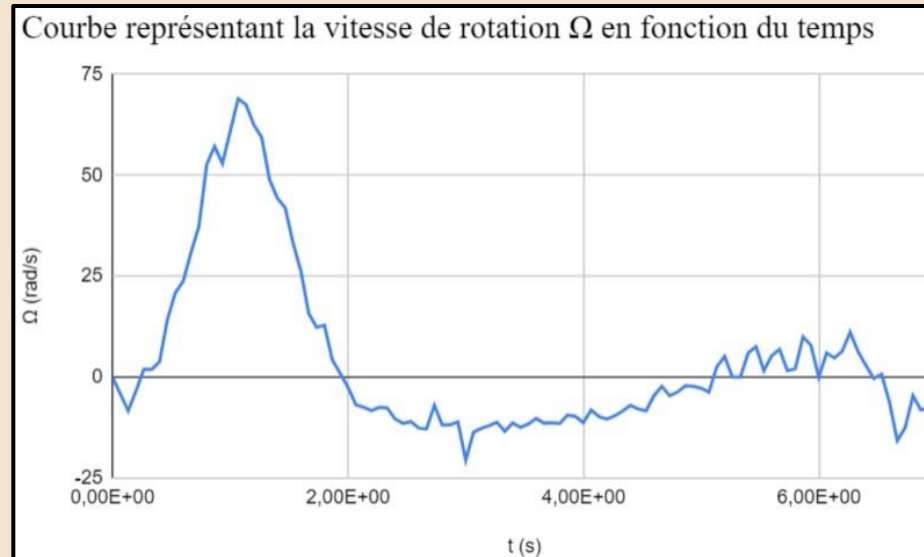
Mauvais choix :

- Réaliser des bobines avec plus de spires en prenant des fils de cuivre de plus petit diamètre
- Ne pas regarder à l'avance l'intensité dont on allait avoir besoin pour faire fonctionner le moteur

Mais on peut s'adapter :

- On peut rattraper le manque de spires par bobine en envoyant un courant plus élevé

2. Comparaison avec le moteur linéaire synchrone (et autres)



Avantages :

- Plus performant que le LSM dans le cadre d'accélération rapide (on a pas pu le montrer)

Inconvénients :

- Prix élevé (soit à cause des composants ou à cause du courant à envoyer)
- Un même LIM ne peut pas servir de frein et d'accélérateur en même temps

Par rapport aux autres moteurs :

- Usure des matériaux drastiquement diminuée
- Fiabilité
- Permet un contrôle plus précis de la vitesse
- Moins bruyant

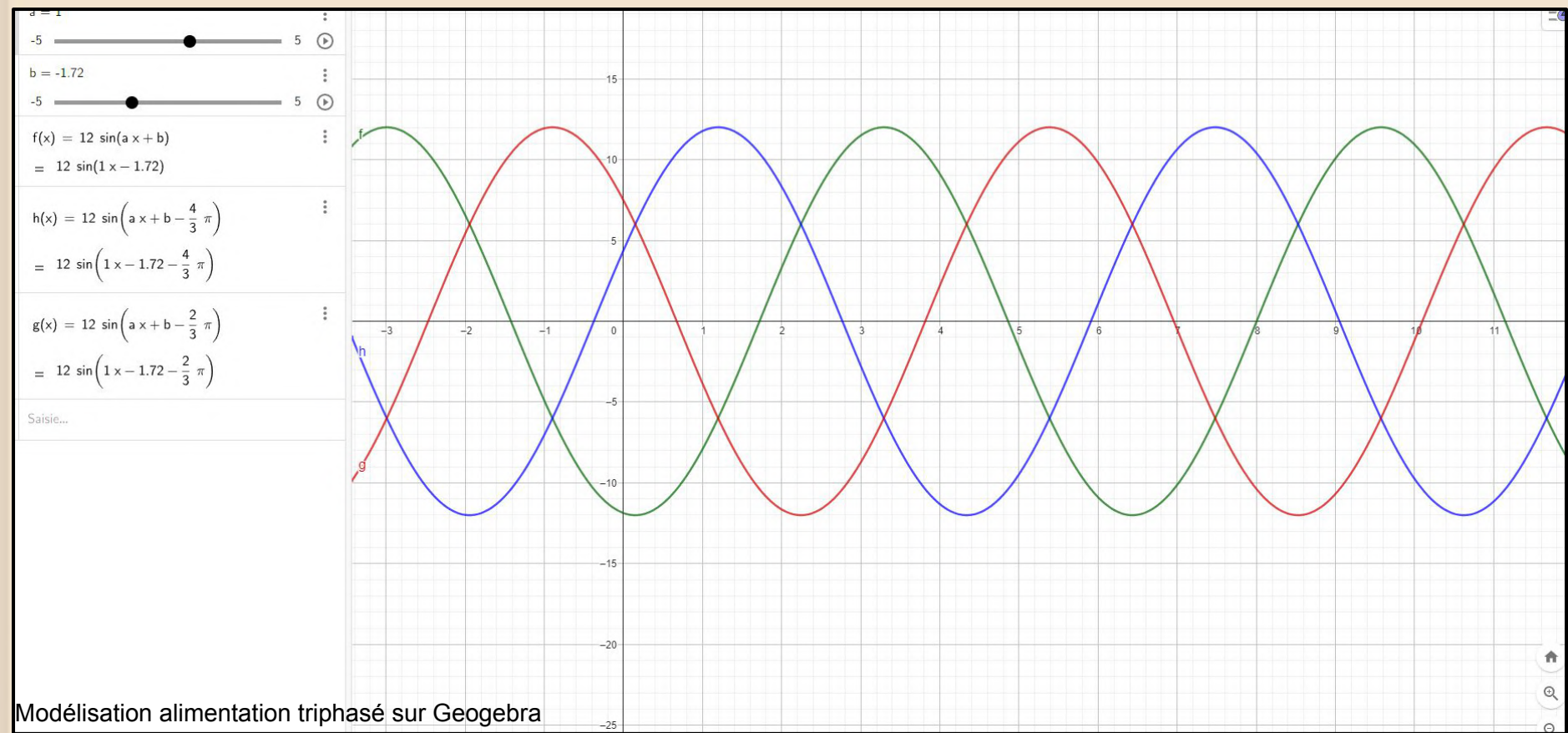
De 0 a 135 kms/h en 3.5 seg.

Merci de votre attention

FURIUS
BACO



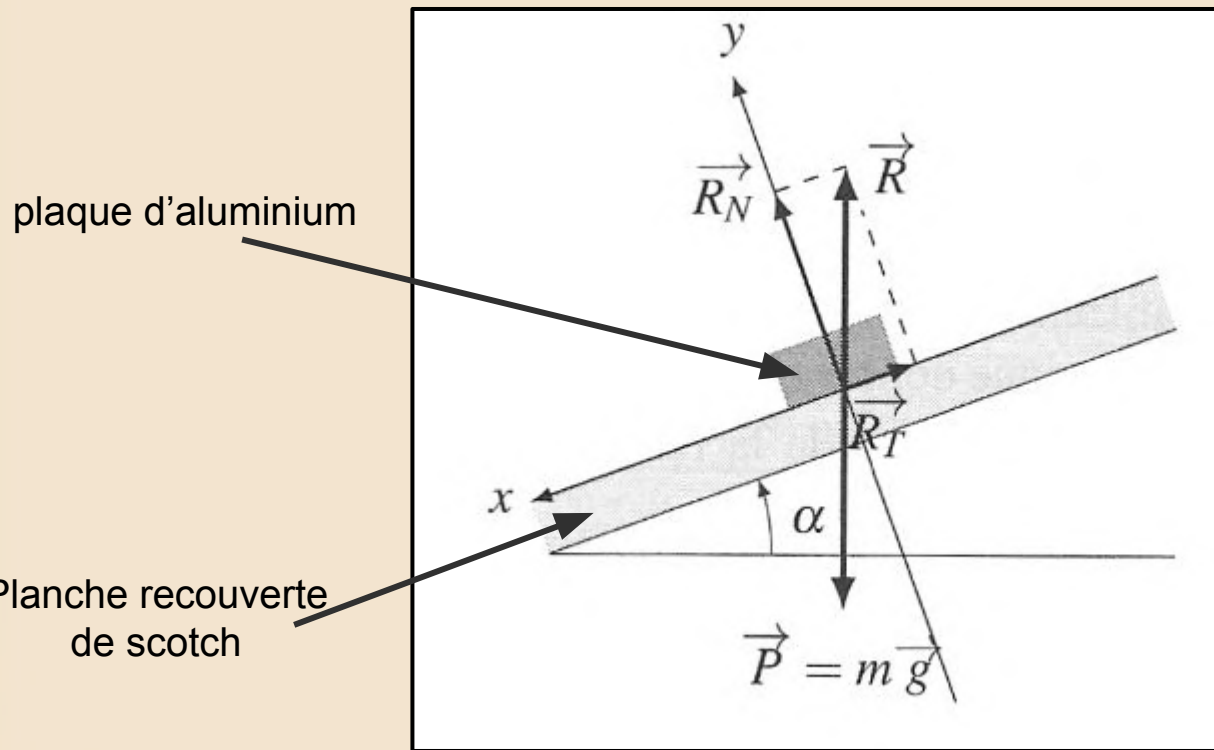
Annexe : Représentation graphique d'un signal triphasé



Modélisation alimentation triphasé sur Geogebra



Annexe : détermination du coefficients de frottement statique



A l'équilibre :

$$m\vec{a} = \vec{0} = \vec{P} + \vec{R}$$

d'où :

$$- R_T = -mg \sin \alpha$$

$$- R_N = mg \cos \alpha$$

On a mise en mouvement à l'instant où :

$$|R_T| = \mu_s |R_N|$$

$$\text{Ainsi : } \mu_s = \tan \alpha$$

On mesure pour la petite plaque, la plaque moyenne et la grande plaque respectivement $13,7^\circ$, $13,7^\circ$ et $16,7^\circ$, d'où : $\mu_s = 0,262 \pm 0,017$



Annexe : Preuve $F_x > \mu_s(mg - F_y)$

Bilan des forces : - Poids : $\vec{P} = m\vec{g}$

- Force de Laplace : $\vec{F}_L = \vec{F}_x + \vec{F}_y$

- Réaction de support : $\vec{R} = \vec{R}_T + \vec{R}_N$

- Force dissipative : $\vec{F}_f = -k\vec{v}$

Le PFD donne : $m\vec{a} = \vec{P} + \vec{F}_L + \vec{R} + \vec{F}_f$

à l'équilibre, on a :

-Selon Ox : $0 = F_x - R_T$

-Selon Oy : $0 = -mg + F_y + R_N$

On a mise en mouvement de la plaque lorsque : $R_T > \mu_s R_N$
donc lorsque : $F_x > \mu_s(mg - F_y)$



Annexe : Preuve $\langle P_J \rangle = KS^2$

Pour simplifier le calcul, on assimile la portion du noyau ferromagnétique au centre d'une bobine à un cylindre de rayon R et de hauteur L .

On note ω la pulsation.

On pose $\vec{B} = B_0 \cos(\omega t) \vec{u}_z$ et $\vec{E} = E(r, t) \vec{u}_\theta$

Maxwell-Ampère nous donne : $\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial B}{\partial t}$

En coordonnées cylindriques, cela revient à dire que :

$$\frac{1}{r} \left(\frac{\partial(rE_\theta)}{\partial r} \right) = -\frac{\partial B}{\partial t} = B_0 \omega \sin(\omega t)$$

d'où $E_\theta = \frac{r}{2} B_0 \omega \sin(\omega t) + \frac{C}{r}$ avec $C = 0$



Annexe : Preuve $\langle P_J \rangle = KS^2$

La puissance volumique dissipée par effet Joule vaut :

$$\frac{dP_J}{d\tau} = \langle \vec{j}, \vec{E} \rangle = \gamma E^2 = \gamma \left(\frac{r}{2} B_0 \omega \sin(\omega t) \right)^2$$

d'où pour un élément de volume $d\tau = r dr d\theta dz$:

$$dP_J = \gamma \left(\frac{r}{2} B_0 \omega \sin(\omega t) \right) r dr d\theta dz$$

En intégrant r entre 0 et R , θ entre 0 et 2π et z entre 0 et L , on obtient : $P_J = \gamma \frac{R^4}{16} (B_0 \omega \sin(\omega t))^2 2\pi L$

Donc en moyenne : $\langle P_J \rangle = \gamma \frac{R^4}{16} B_0^2 \omega^2 \frac{1}{2} 2\pi L$

En posant $\omega = 2\pi f$ et $S_0 = \pi R^2$, on obtient :

$$\langle P_J \rangle = \frac{\gamma B_0^2}{4} \pi L f^2 S_0^2$$

Finalement $\langle P_J \rangle = KS_0^2$ avec $K = \frac{\gamma B_0^2}{4} \pi L f^2$



Annexe : Effet de peau dans un conducteur

Dans un conducteur ohmique, on définit l'épaisseur de peau : $\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\gamma}}$

Avec : - γ : "conductivité électrique" (S/m)

- ω : "pulsation" (rad/s)

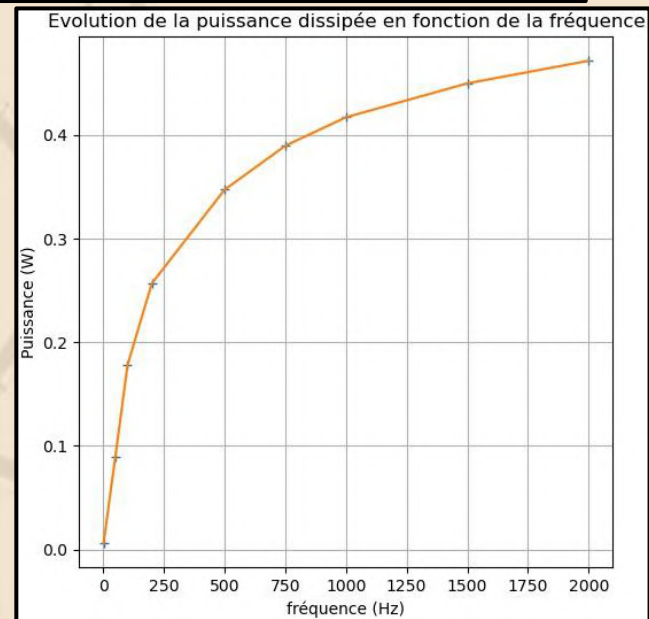
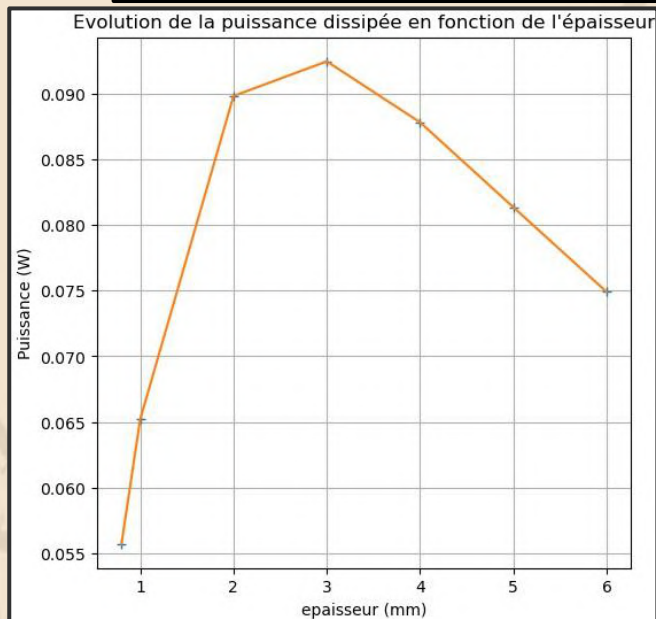
- μ : "perméabilité magnétique du milieu" (H/m)

donc l'effet de peau augmente avec :

-l'augmentation de la fréquence

-la conductivité électrique du milieu

-la perméabilité magnétique





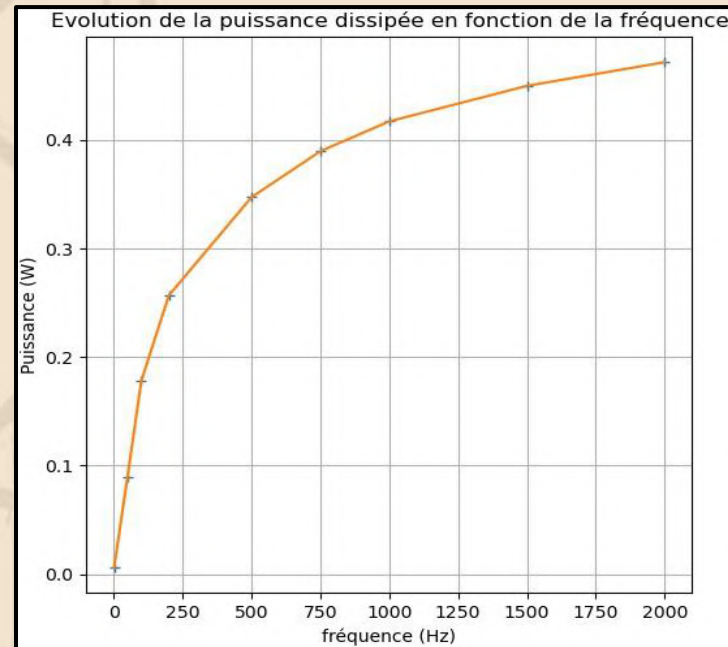
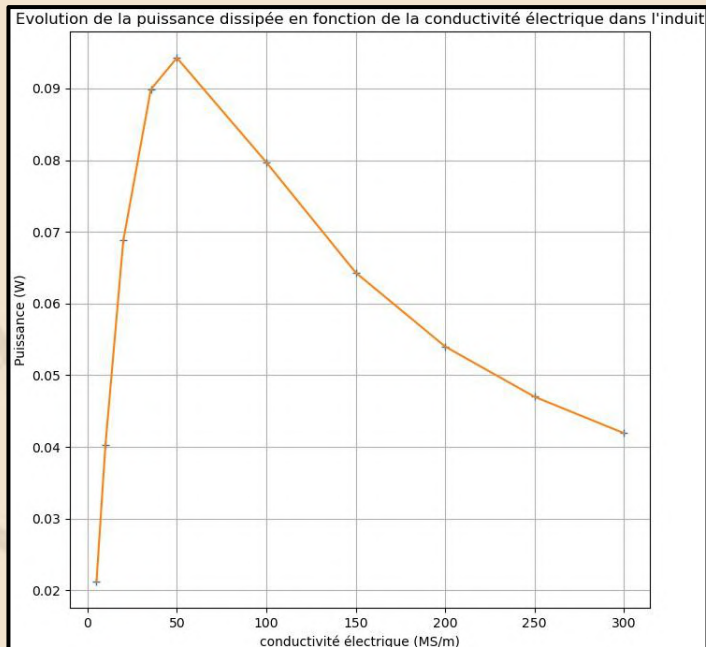
Annexe : Effet Joule

La présence de courant de Foucault s'accompagne d'une perte de puissance par effet Joule :

$$P = RI^2 \text{ avec } R = \frac{L}{S\gamma}$$

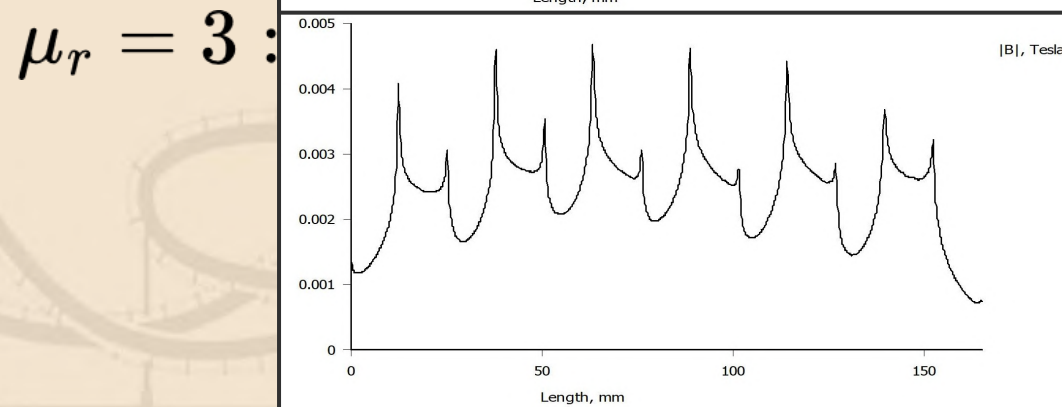
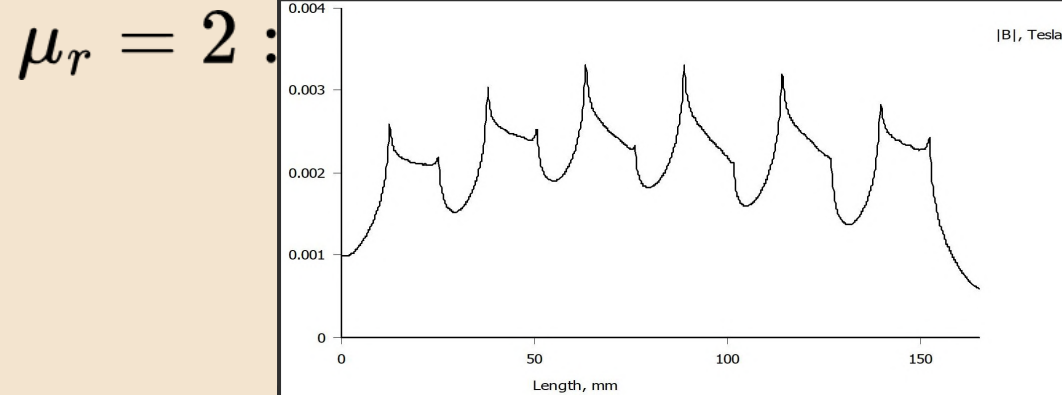
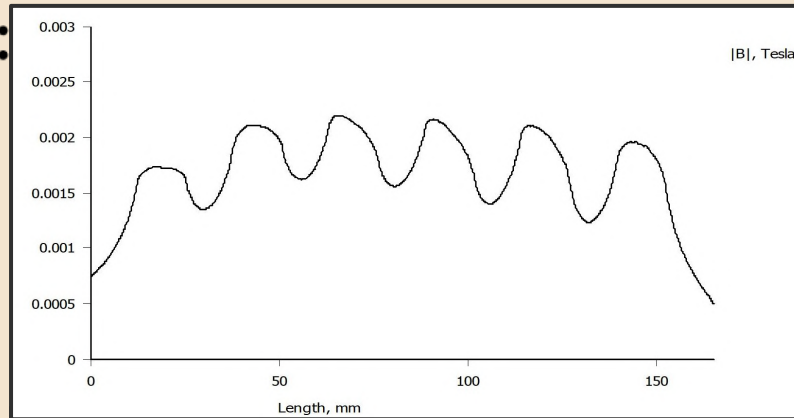
où : - S : "section efficace" (m²)

- L : "longueur du conducteur" (m)
- γ : "conductivité électrique" (S/m)





Annexe : Forme du champ magnétique selon la perméabilité du noyau $\mu_r = 1$:





Annexe : Propriétés des matériaux sur femm

Name: Aluminium

B-H Curve: Linear B-H Relationship

Linear Material Properties

Relative μ_x : 1 Relative μ_y : 1

ϕ_{hx} , deg: 0 ϕ_{hy} , deg: 0

Nonlinear Material Properties

Edit B-H Curve ϕ_{hmax} , deg: 0

Coercivity

H_c , A/m: 0

Electrical Conductivity

σ , MS/m: 35.4

Source Current Density

J , MA/m²: 0

Special Attributes: Lamination & Wire Type

Not laminated or stranded

Lam thickness, mm: 0 Lam fill factor: 1

Number of strands: 0 Strand dia, mm: 0

OK Cancel

Name: Cuivre

B-H Curve: Linear B-H Relationship

Linear Material Properties

Relative μ_x : 1 Relative μ_y : 1

ϕ_{hx} , deg: 0 ϕ_{hy} , deg: 0

Nonlinear Material Properties

Edit B-H Curve ϕ_{hmax} , deg: 0

Coercivity

H_c , A/m: 0

Electrical Conductivity

σ , MS/m: 58

Source Current Density

J , MA/m²: 0

Special Attributes: Lamination & Wire Type

Not laminated or stranded

Lam thickness, mm: 0 Lam fill factor: 1

Number of strands: 0 Strand dia, mm: 0

OK Cancel

Name: Acier

B-H Curve: Linear B-H Relationship

Linear Material Properties

Relative μ_x : 100 Relative μ_y : 100

ϕ_{hx} , deg: 0 ϕ_{hy} , deg: 0

Nonlinear Material Properties

Edit B-H Curve ϕ_{hmax} , deg: 0

Coercivity

H_c , A/m: 0

Electrical Conductivity

σ , MS/m: 5

Source Current Density

J , MA/m²: 0

Special Attributes: Lamination & Wire Type

Laminated in-plane

Lam thickness, mm: 5 Lam fill factor: 0.995

Number of strands: 0 Strand dia, mm: 0

OK Cancel

Name: Air

B-H Curve: Linear B-H Relationship

Linear Material Properties

Relative μ_x : 1 Relative μ_y : 1

ϕ_{hx} , deg: 0 ϕ_{hy} , deg: 0

Nonlinear Material Properties

Edit B-H Curve ϕ_{hmax} , deg: 0

Coercivity

H_c , A/m: 0

Electrical Conductivity

σ , MS/m: 0

Source Current Density

J , MA/m²: 0

Special Attributes: Lamination & Wire Type

Not laminated or stranded

Lam thickness, mm: 0 Lam fill factor: 1

Number of strands: 0 Strand dia, mm: 0

OK Cancel



Annexe : Configuration des courants sur femm

Name

☐ Parallel

☒ Series

Circuit Current, Amps

OK Cancel

Name

☐ Parallel

☒ Series

Circuit Current, Amps

OK Cancel

Name

☐ Parallel

☒ Series

Circuit Current, Amps

OK Cancel



Annexe : codes python

```
import matplotlib.pyplot as plt

temps=[0,0.2080,0.5420,0.8330,1.125,1.458,1.750,2.0,2.333,2.625,3.0,3.208,3.5]
champ_magnétique=[-0.84,-0.9,-0.85,-0.76,-0.59,-0.36,-0.1,0.16,0.43,0.67,0.85]

plt.figure(figsize=(7,3))
plt.plot(temps,champ_magnétique,'+')
plt.plot(temps,champ_magnétique)
plt.title('Evolution du champ magnétique généré par une bobine')
plt.xlabel('temps (s)')
plt.ylabel('Champ magnétique (mT)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt

σ=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
P=[0.3066,0.4966,0.6778,0.8559,1.033,1.208,1.383,1.557,1.730,1.902]

plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(σ,P,'+')
plt.plot(σ,P)
plt.title('Evolution de la puissance dissipée par le noyau en fonction de sa conductivité électrique (MS/m)')
plt.xlabel('Conductivité électrique (MS/m)')
plt.ylabel('Puissance (W)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt

perméabilité=[50,100,200,500,1000,2500,5000]
P=[1.795,1.731,1.574,1.277,1.034,0.7419,0.5601]

plt.figure(figsize=(10,3))
plt.plot(perméabilité,P,'+')
plt.plot(perméabilité,P)
plt.title('Evolution de la puissance dissipée par le noyau en fonction de sa perméabilité relative')
plt.xlabel('perméabilité relative')
plt.ylabel('Puissance (W)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt

N=[1,2,4,5,8,10,20,40,50]
P=[3.516,2.736,1.792,1.399,0.6494,0.4256,0.1084,0.02717,0.01739]

N2=[i for i in range(1,51)]
def fonction(N2):
    return [P[0]/N2[i] for i in range(len(N2))]

plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(N,P,'+')
plt.plot(N,P, label='modélisation femm')
plt.plot(N2,fonction(N2),label='modèle théorique')
plt.legend()
plt.title('Evolution de la puissance dissipée par le noyau en fonction du lan')
plt.xlabel('N')
plt.ylabel('Puissance (W)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

f=[0.1,1,50,150]
Fx=[2.459e-5,2.458e-4,7.369e-3,5.992e-3]

plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(f,Fx,'+')
plt.plot(f,Fx)
plt.title('Force de Laplace selon Ox en fonction de la fréquence (femm)')
plt.xlabel('fréquence (Hz)')
plt.ylabel('Force de Laplace selon Ox (N)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

f=[0.1,1,50,150]
Fy=[2.674e-8,2.670e-6,3.884e-3,9.702e-3]

plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(f,Fy,'+')
plt.plot(f,Fy)
plt.title('Force de Laplace selon Oy en fonction de la fréquence (femm)')
plt.xlabel('fréquence (Hz)')
plt.ylabel('Force de Laplace selon Oy (N)')
plt.grid()
plt.show()
```




Annexe : codes python

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

μ=0.262
m=39.933e-3
g=9.81

nbspires=[50,100,150,200,250,300,350,400,450,500]
Fx=[7.369e-3,2.948e-2,6.632e-2,1.179e-1,1.842e-1,2.653e-1,3.611e-1,4.716e-1,5.948e-1,7.369e-1]
Fy=[3.884e-3,1.553e-2,3.495e-2,6.214e-2,9.048e-2,1.179e-1,1.454e-1,1.729e-1,2.004e-1,2.279e-1]

def condition(Fy):
    L=[]
    for i in range(len(Fy)):
        L.append(μ*(m*g-Fy[i]))
    return L

plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(nbspires,Fx,'+')
plt.plot(nbspires,Fx, label='force de Laplace selon Ox')
plt.plot([50,100,150,200],condition(Fy),label='Seuil de mise en mouvement')
plt.title('Force de Laplace selon Ox en fonction du nombre de spires (femm)')
plt.xlabel('nombre de spires')
plt.ylabel('Force de Laplace selon Ox (N)')
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

perméabilité=[50,75,100,200,300,400,500,1000,5000]
I=[88,97,102,114,121,124,127,135,139]

plt.figure(figsize=(10,5))
plt.plot(perméabilité,I,'+')
plt.plot(perméabilité,I)
plt.title("Intensité dans l'induit en fonction de la perméabilité relative du noyau")
plt.xlabel('perméabilité relative')
plt.ylabel('I (A)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

perméabilité=[50,100,200,500,1000,2500,5000]
I=[15.9,12.1,7.6,5,3.8,2.4,1.7]

plt.figure(figsize=(10,3))
plt.plot(perméabilité,I,'+')
plt.plot(perméabilité,I)
plt.title("Intensité dans le noyau en fonction de sa perméabilité (femm)")
plt.xlabel('perméabilité relative')
plt.ylabel('I (A)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

μ=0.262
g=9.81

m=[17.63e-3,22.04e-3,44.08e-3,66.12e-3,88.16e-3,110.2e-3,132.2e-3]
epaisseur=[0.8,1,2,3,4,5,6]
Fx=[4.387e-3,5.155e-3,7.369e-3,7.857e-3,7.363e-3,7.163e-3,6.638e-3]
Fy=[4.387e-3,1.425e-3,3.884e-3,5.95e-3,7.637e-3,8.373e-3,9.074e-3]

def condition(Fy):
    L=[]
    for i in range(len(Fy)):
        L.append(μ*(m[i]*g-Fy[i]))
    return L

plt.figure(figsize=(6,6))
plt.plot(epaisseur,Fx,'+')
plt.plot(epaisseur,Fx, label='force de Laplace selon Ox')
plt.plot(epaisseur,condition(Fy),label='Seuil de mise en mouvement')
plt.title("Force de Laplace selon Ox en fonction de l'épaisseur de l'induit (femm)")
plt.xlabel('epaisseur (mm)')
plt.ylabel('Force de Laplace selon Ox (N)')
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```




Annexe : codes python

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

epaisseur=[0.8,1,2,3,4,5,6]
P=[5.571e-2,6.519e-2,8.982e-2,9.246e-2,8.782e-2,8.135e-2,7.49e-2]

plt.figure(figsize=(6,6))
plt.plot(epaisseur,P,'+')
plt.plot(epaisseur,P)
plt.title("Evolution de la puissance dissipée en fonction de l'épaisseur")
plt.xlabel('epaisseur (mm)')
plt.ylabel('Puissance (W)')
plt.grid()
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

fréquence=[1,50,100,200,500,750,1000,1500,2000]
P=[5.929e-3,8.986e-2,1.779e-1,2.567e-1,3.471e-1,3.895e-1,4.170e-1,4.497e-1,4.711e-1]

plt.figure(figsize=(6,6))
plt.plot(fréquence,P,'+')
plt.plot(fréquence,P)
plt.title("Evolution de la puissance dissipée en fonction de la fréquence")
plt.xlabel('fréquence (Hz)')
plt.ylabel('Puissance (W)')
plt.grid()
plt.show()
```

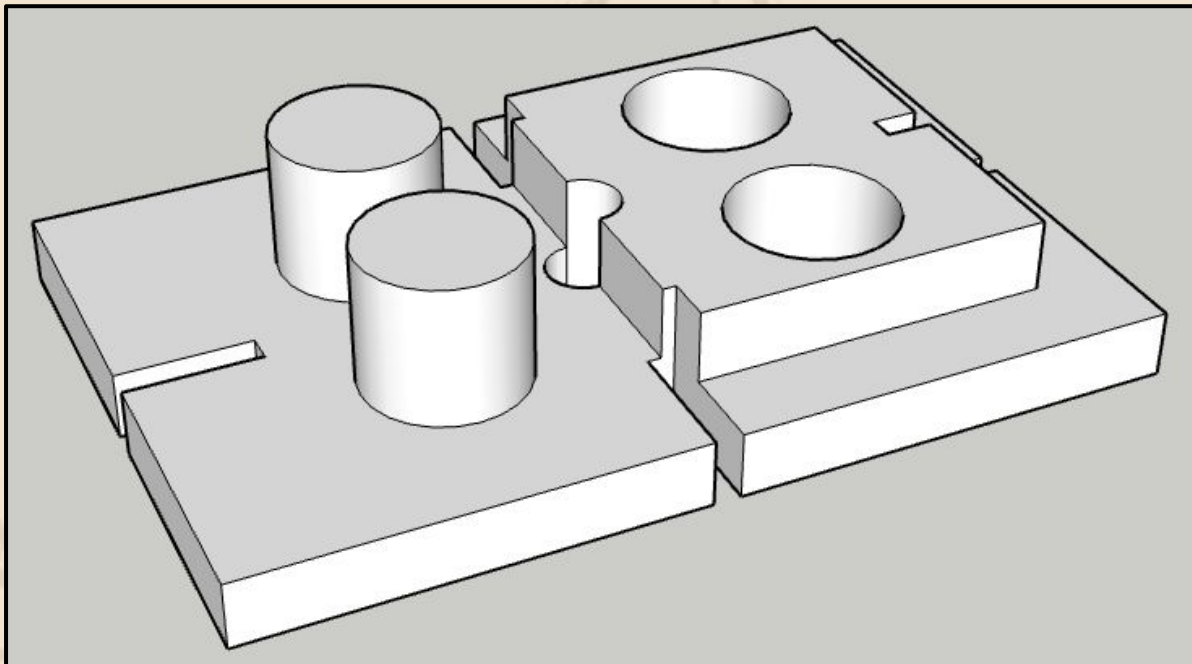
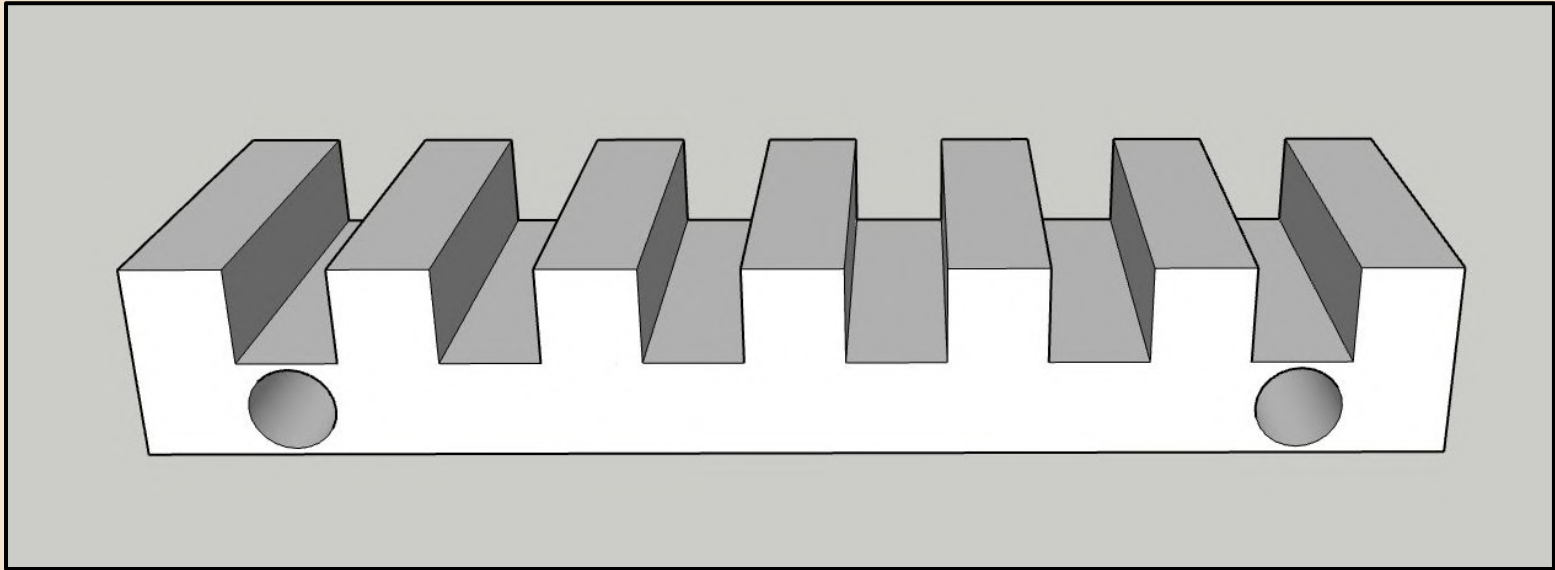
```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as mp

conductivite=[5,10,20,35.4,50,100,150,200,250,300]
P=[2.119e-2,4.026e-2,6.879e-2,8.986e-2,9.426e-2,7.97e-2,6.432e-2,5.401e-2,4.711e-2]

plt.figure(figsize=(8,8))
plt.plot(conductivite,P,'+')
plt.plot(conductivite,P)
plt.title("Evolution de la puissance dissipée en fonction de la conductivité")
plt.xlabel('conductivité électrique (MS/m)')
plt.ylabel('Puissance (W)')
plt.grid()
plt.show()
```



Annexe : Modèles 3d






Annexe : Mails

AM

Alexandre MONFORT

À : contact@mididecoupe.fr

Mar 21/05/2024 16:35

 schéma découpe noyau ferro...
104 Ko

✓ Afficher les 2 pièce(s) jointe(s) (123 Ko)  Tout enregistrer dans OneDrive

↓ Télécharger tout

Bonjour madame, monsieur,

Etudiant en deuxième année de CPGE au lycée Joffre de Montpellier, je vous contacte dans le cadre d'un projet de groupe nécessitant la réalisation d'un noyau ferreux. Si possible, ce noyau ferreux devra être réalisé en acier S235. Afin de réaliser ce noyau ferreux, il faudrait procéder à la découpe au plasma de plaque en acier de même épaisseur (5mm si possible) selon le schéma de découpe ci-joint (réalisé sur QCAD). Il doit y en avoir suffisamment pour que l'épaisseur totale du noyau avoisine les 5cm, soit 10 plaques.




N'hésitez pas à me contacter si vous avez besoin d'informations supplémentaires

Téléphone 

mail : 

En attente de votre retour, je vous souhaite une bonne journée
bien cordialement,
MONFORT Alexandre


V/ref:NOYAU

Poste	Code Article	Icône	Matériau	Epais	Lg	Ht	Qua ntité	PU HT	Total HT
1	schéma découpe noyau ferromagnétique		Acier - ACIER S235	5	165	25	10		

Prix H.T. départ usine :  (Minimum de facturation)

Total H.T. : 

Total T.V.A. 20% 

Total T.T.C. : 

Délai: 4/5 jours

Validité du devis: 48h.

Conditions de règlement : Chèque à 0 Jours

Annexe : CCPU Steelmed

[illegible]