

Numéro d'inscription: 10823

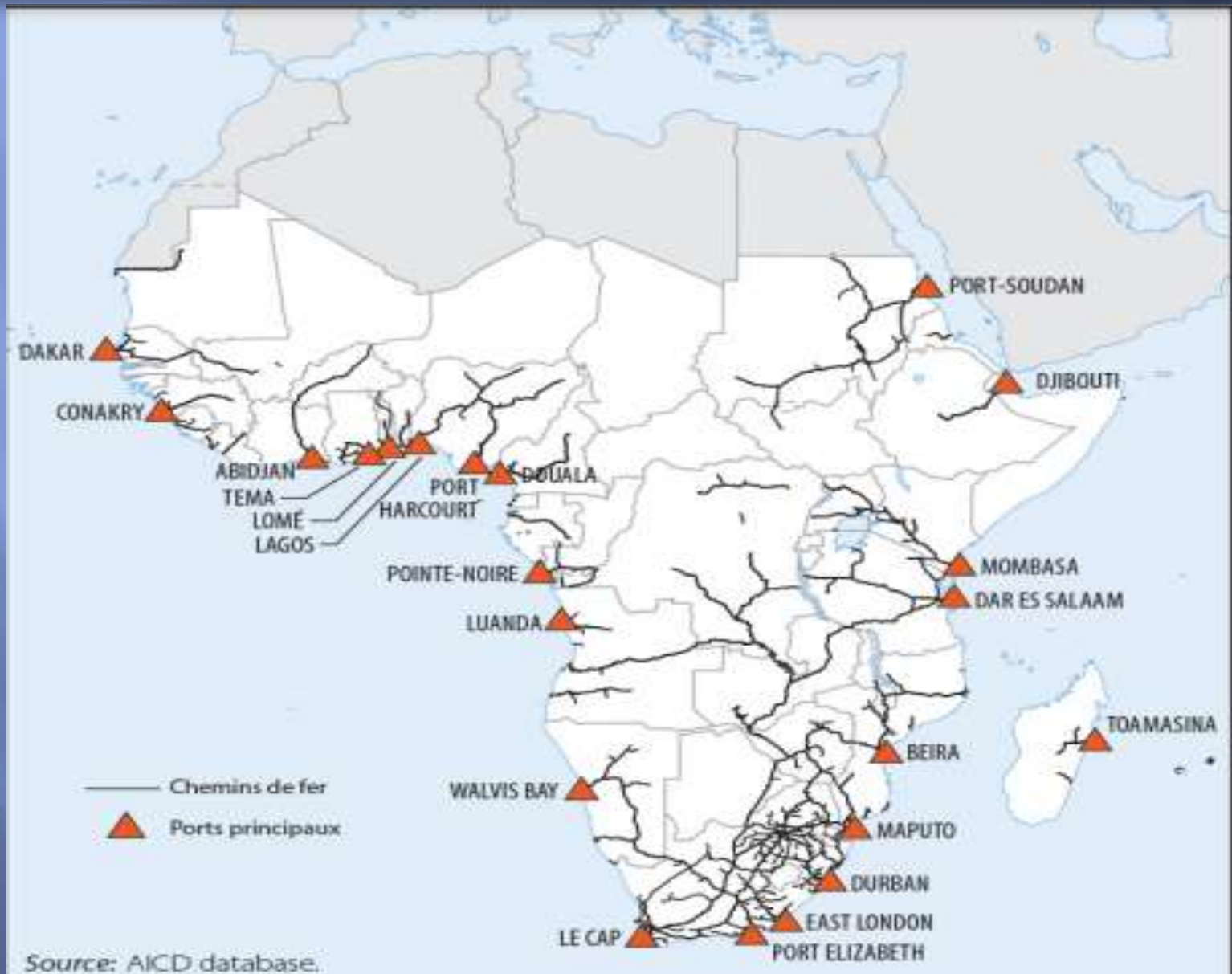
# *Envisager l'impossible: Un Maglev en Afrique*

Thème TIPE 2018- 2019 :  
« Transport »

# Plan :

- I. Réseau du transport ferroviaire en Afrique
- II. Etude du Maglev
- III. Illustration expérimentale
- IV. Modélisation de la physique des milieux magnétique
- V. Etude phénoménologique de la théorie de London
- VI. Théorie BCS : Introduction de l'approche quantique
- VII. Résolution numérique des équations trouvées

# Réseau du transport ferroviaire en Afrique

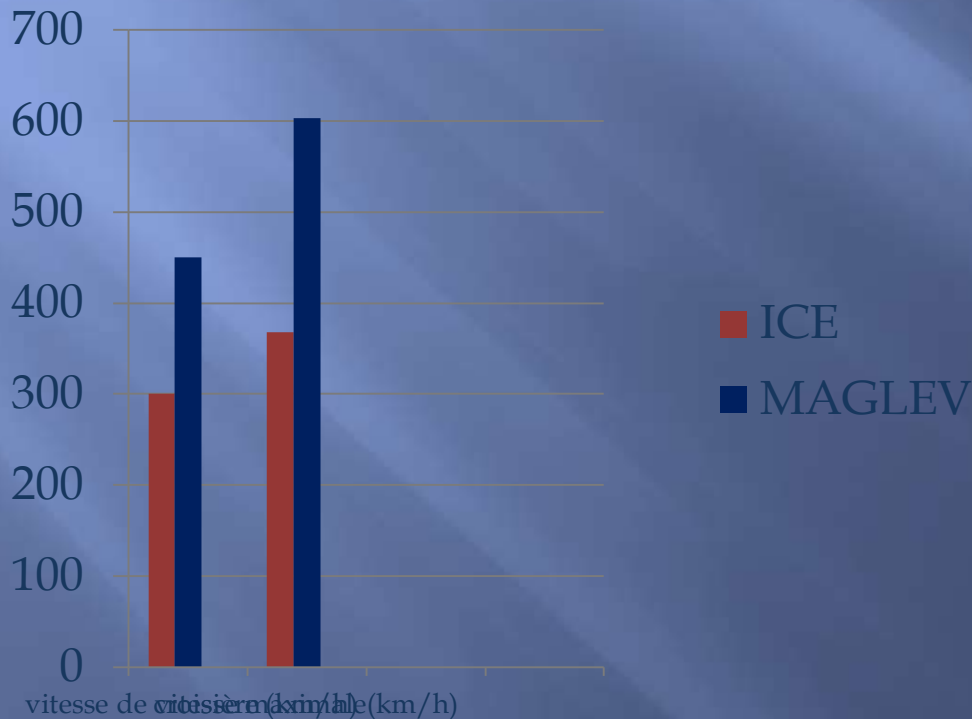


# Etude du Maglev

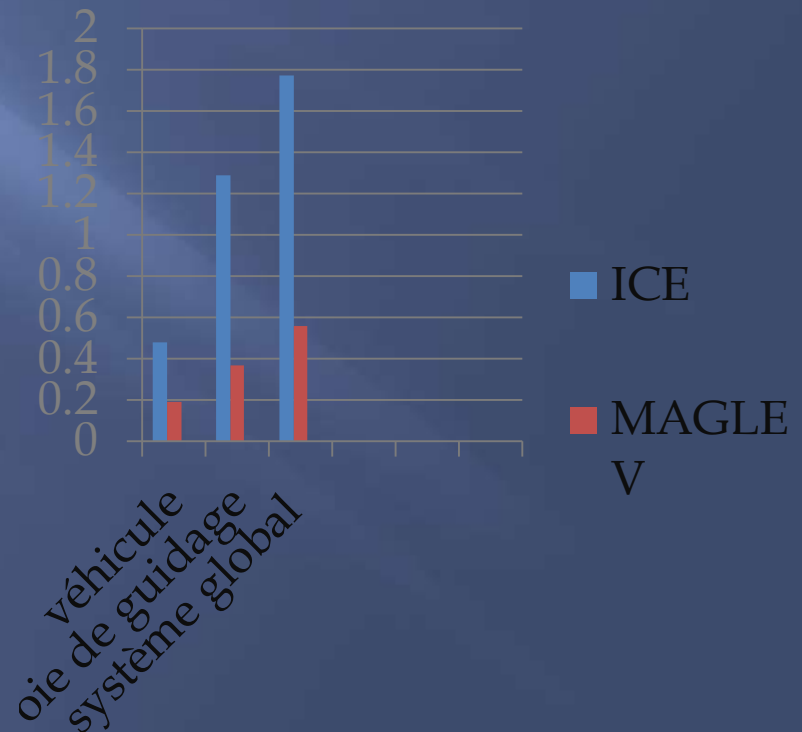
## ➤ Comparaison entre le MAGLEV et le train classique ICE

l'I.C.E (Inter.City.Express), l'équivalent allemand du TGV français.

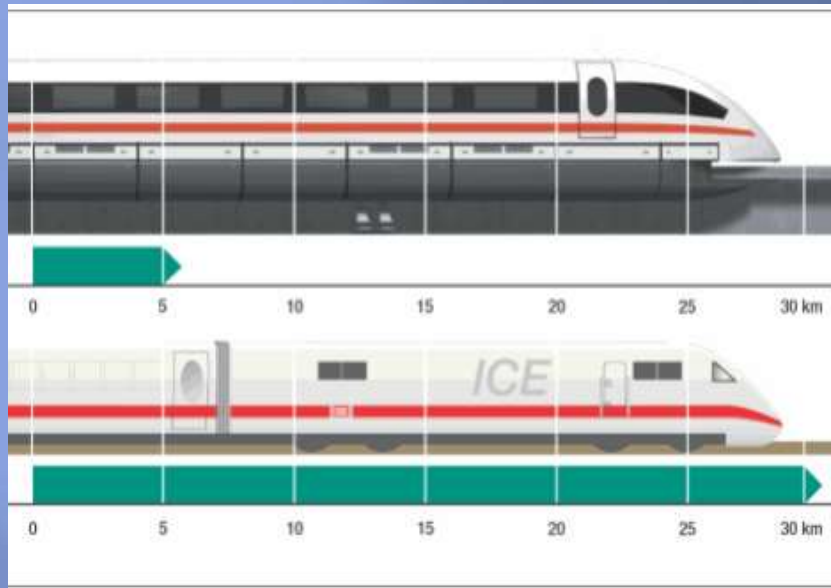
### La vitesse :



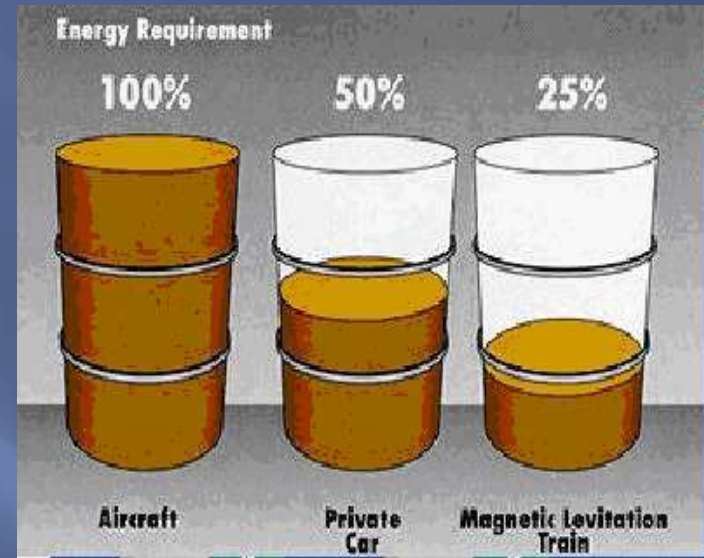
### Les coûts:



## L'accélération:



## La consommation



## La sécurité

le Maglev est imbattable. En effet, sa structure qui enveloppe la voie rend impossible les déraillements donc le risque est nul

## Freinage

Grâce à la technologie de non contact le freinage est plus efficace chez le MAGLEV



## Influence sur l'Homme et son environnement:

### Occupation au sol



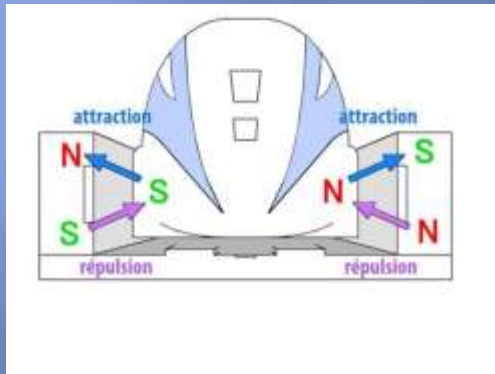
### Pollution : émission du CO2



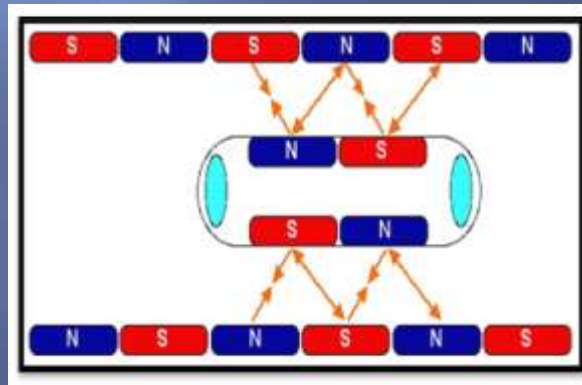
MAGLEV=Magnétique+Lévitation

## Fonctionnement du MAGLEV :

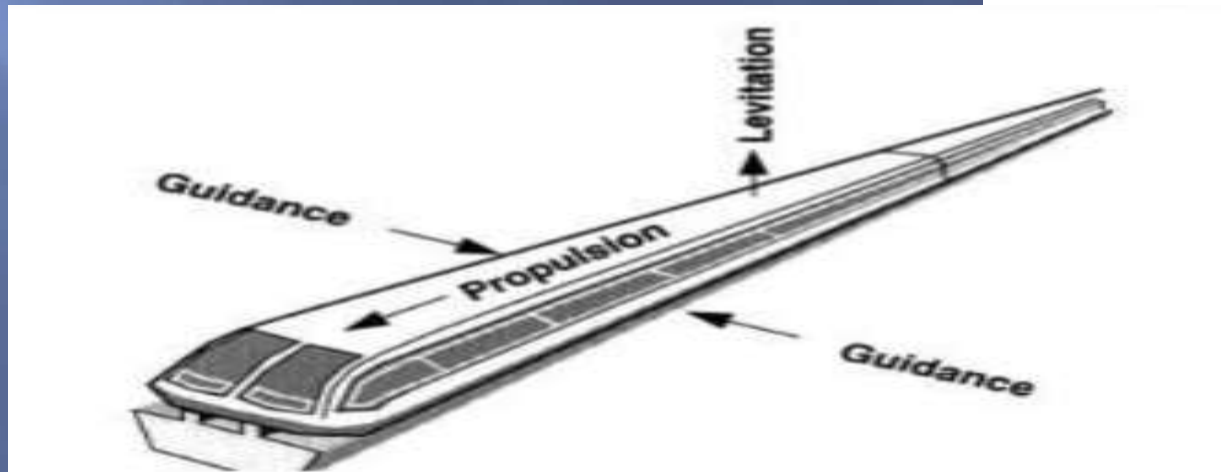
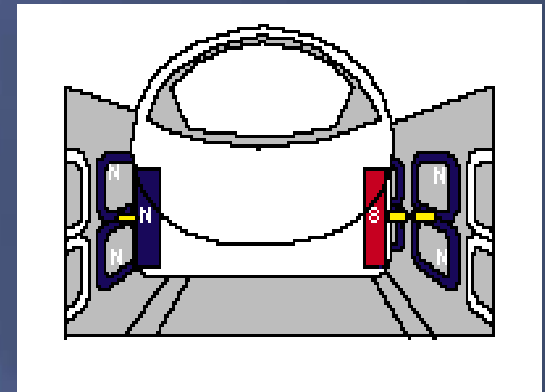
1-lévitation



2-propulsion



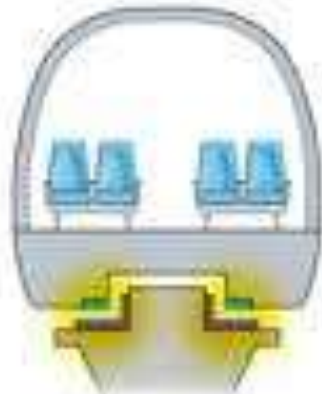
3-Freinage



## Types de MAGLEV :

### Levitation Techniques

**ELECTRODYNAMIC**



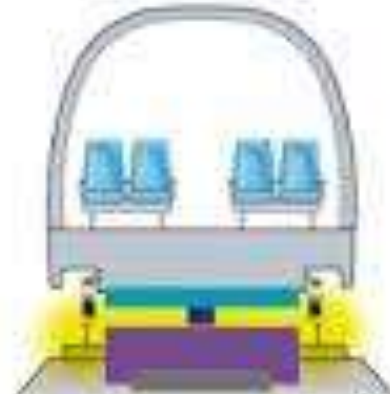
Electromagnets on the guideway levitate the car.

**ELECTROMAGNETIC**

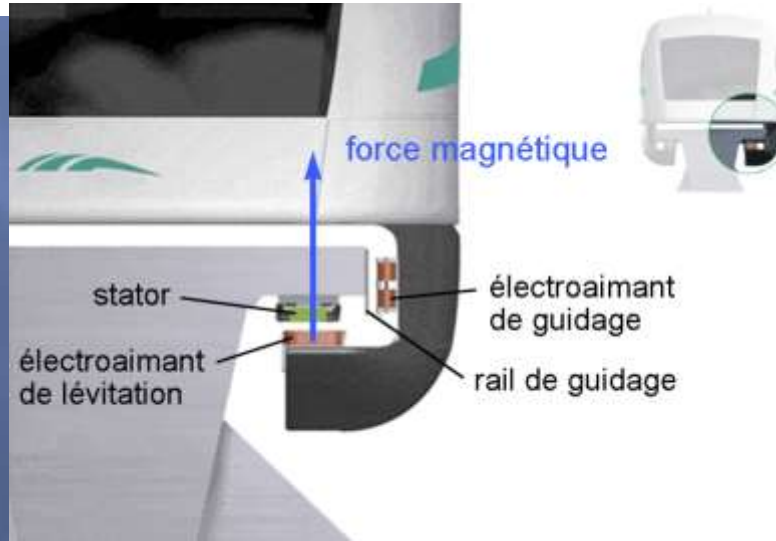


Electromagnets on the cars lift the cars.

**INDUCTRACK**



Permanent magnets levitate over passive coils.





# Illustration expérimentale

Matériel requis :

Azote liquide refroidit à 30K près

Aimant

Matériau supraconducteur



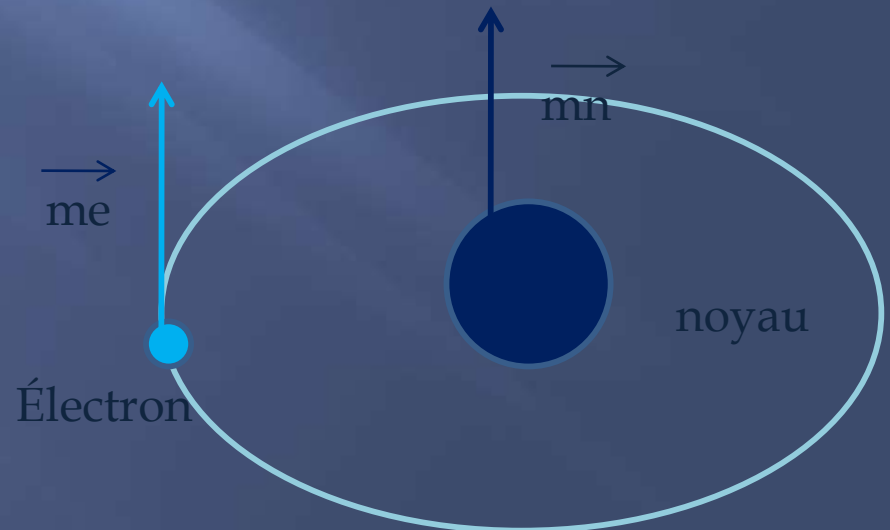
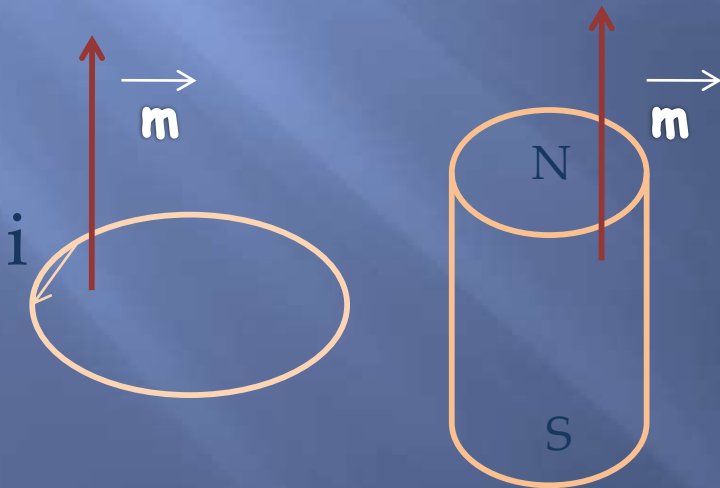
# Modélisation de la physique des milieux magnétique

moment magnétique  $\vec{m}$

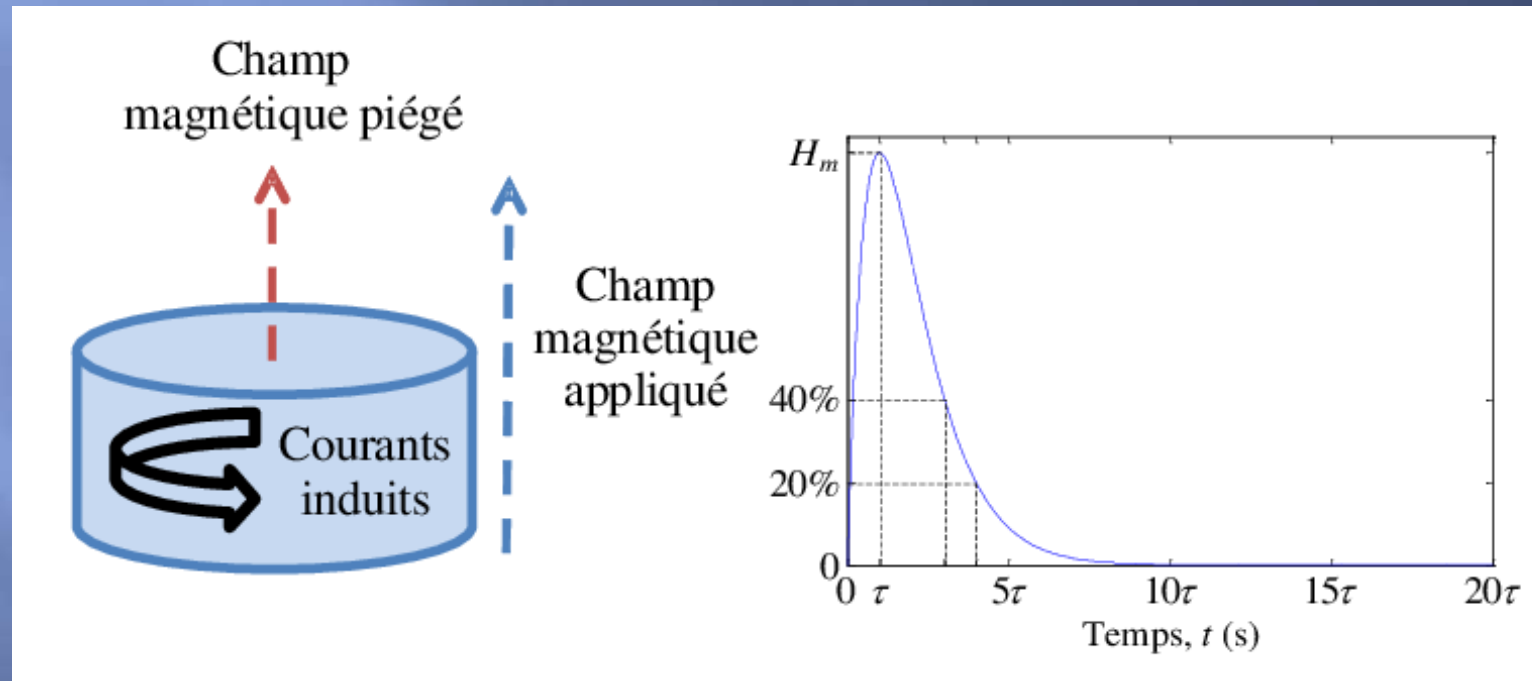
dipôle magnétique

au niveau atomique

$$\vec{m} = \sum \vec{m}_e + \sum \vec{m}_n$$



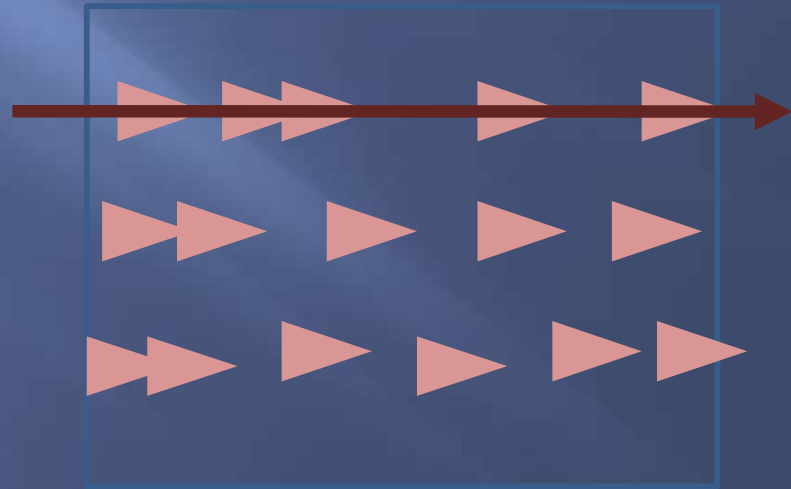
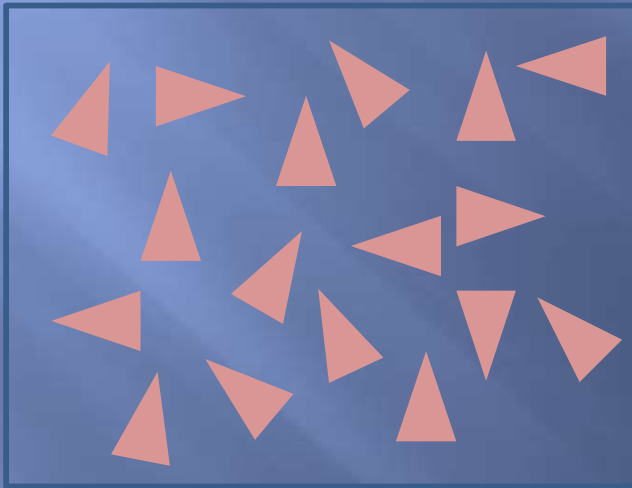
# Aimantation $\vec{M}$ :



$$\vec{M} = \frac{1}{\Delta\tau} \sum_i \vec{m}_i$$

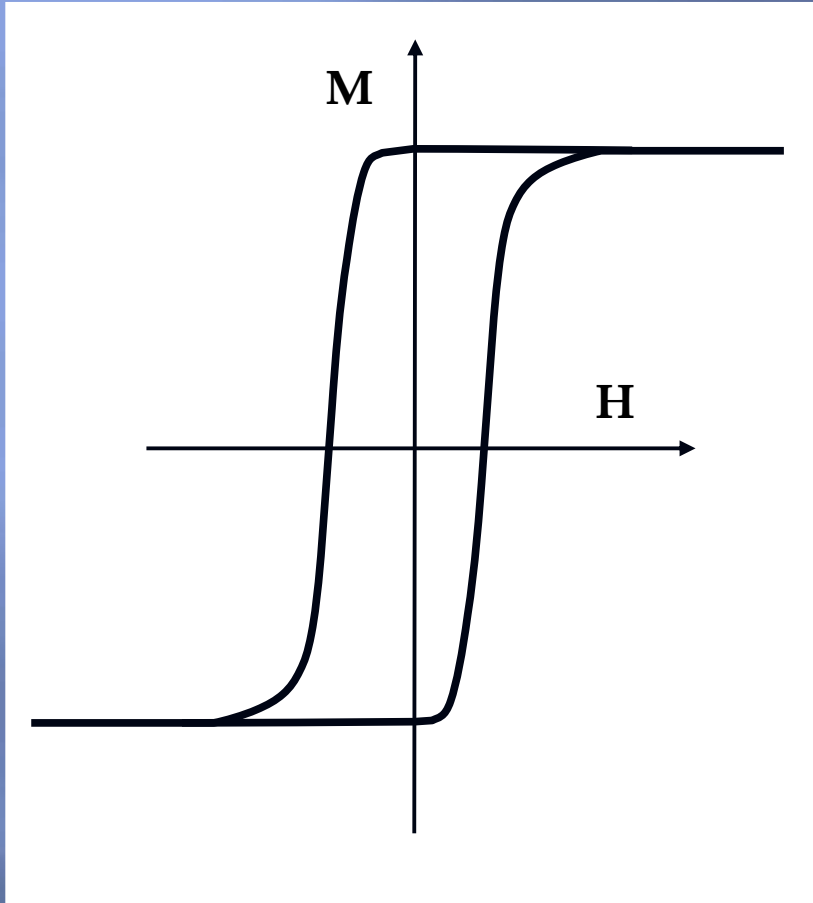
# Classification des milieux magnétiques

## Paramagnétisme



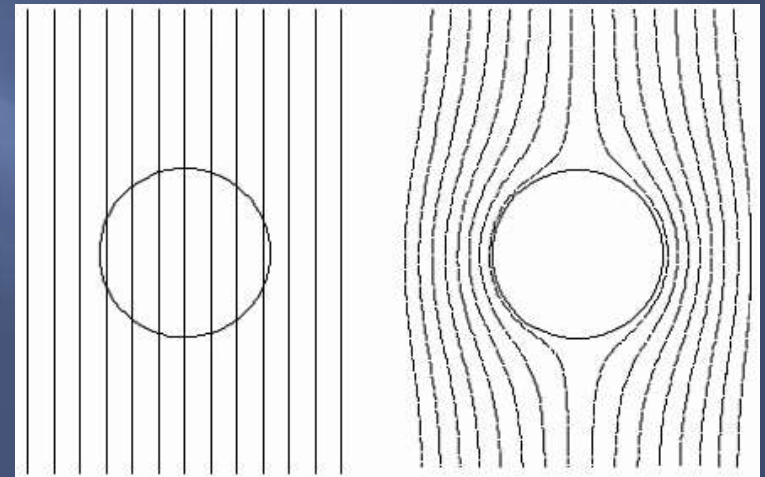


# Ferromagnétisme



# diamagnétique

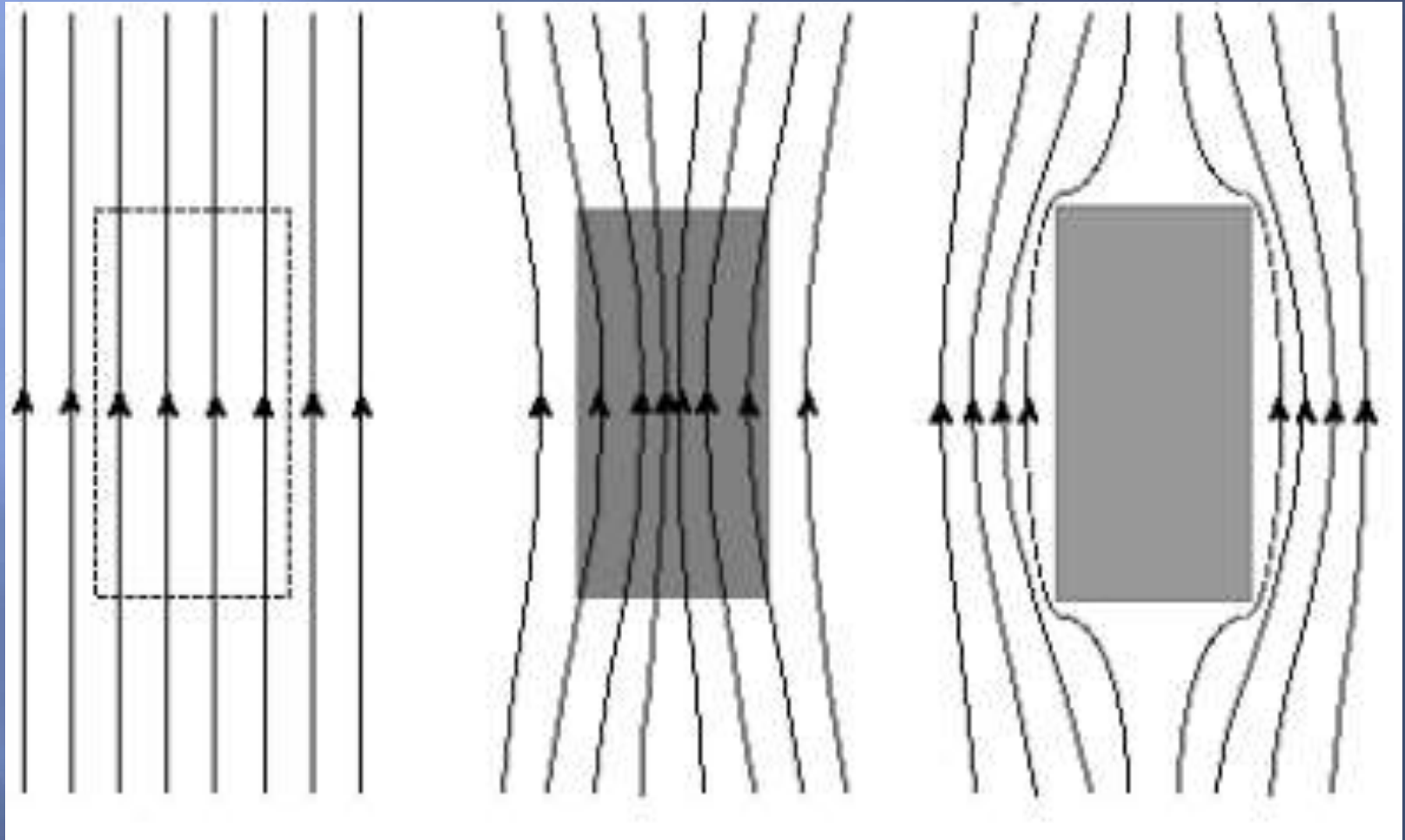
Les atomes ne portent pas de moments magnétique permanents



Paramagnétique

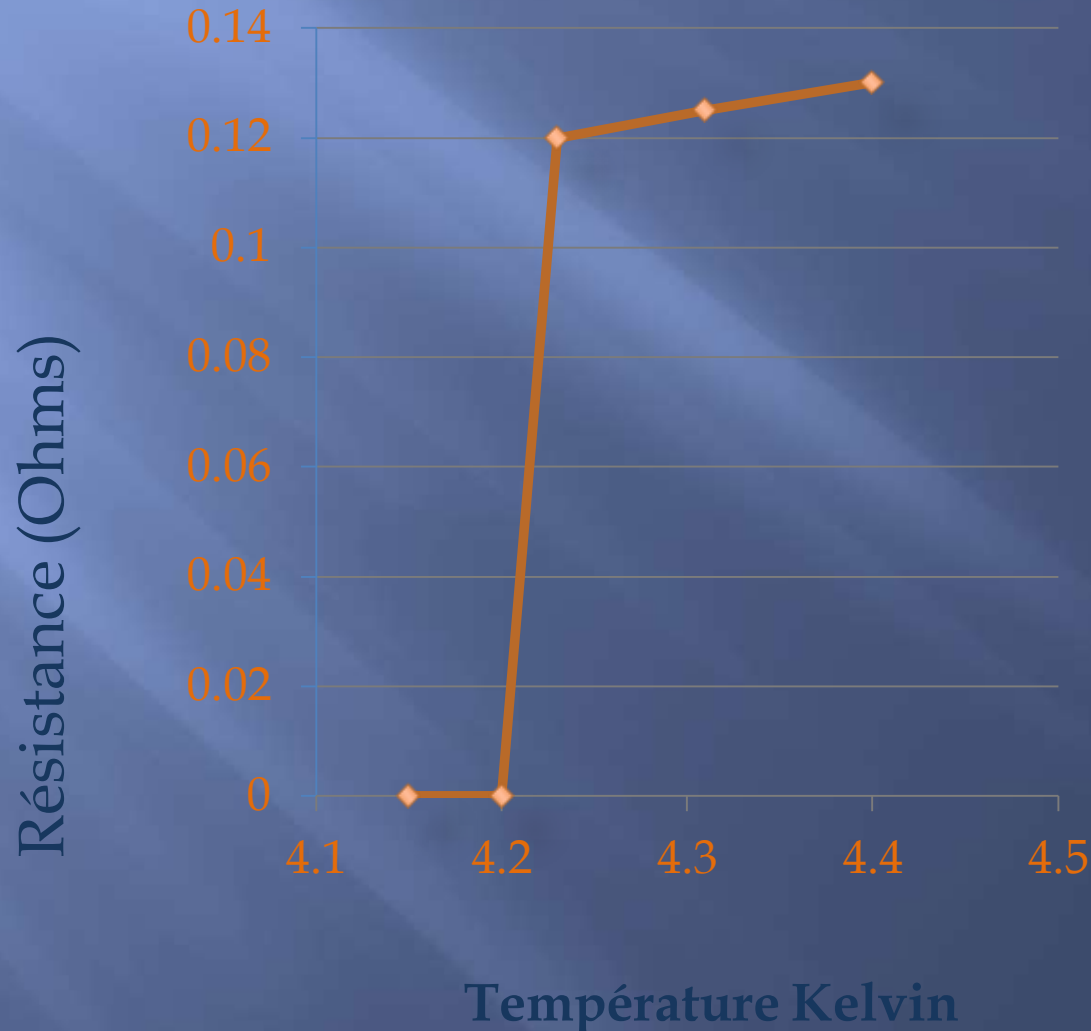
ferromagnétique

diamagnétique

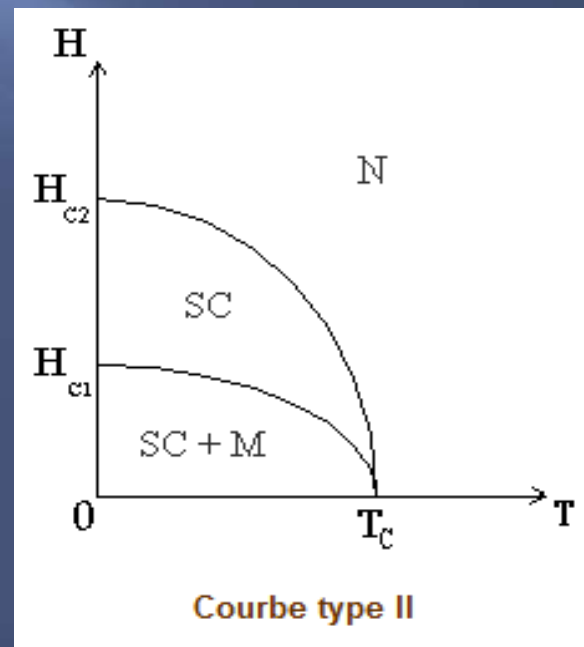
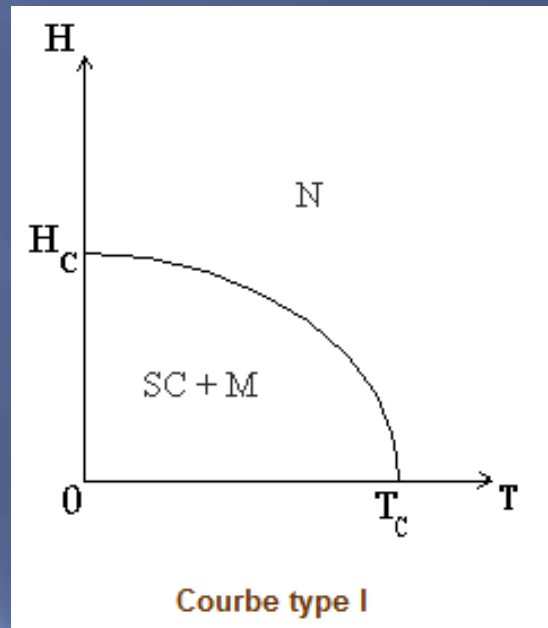
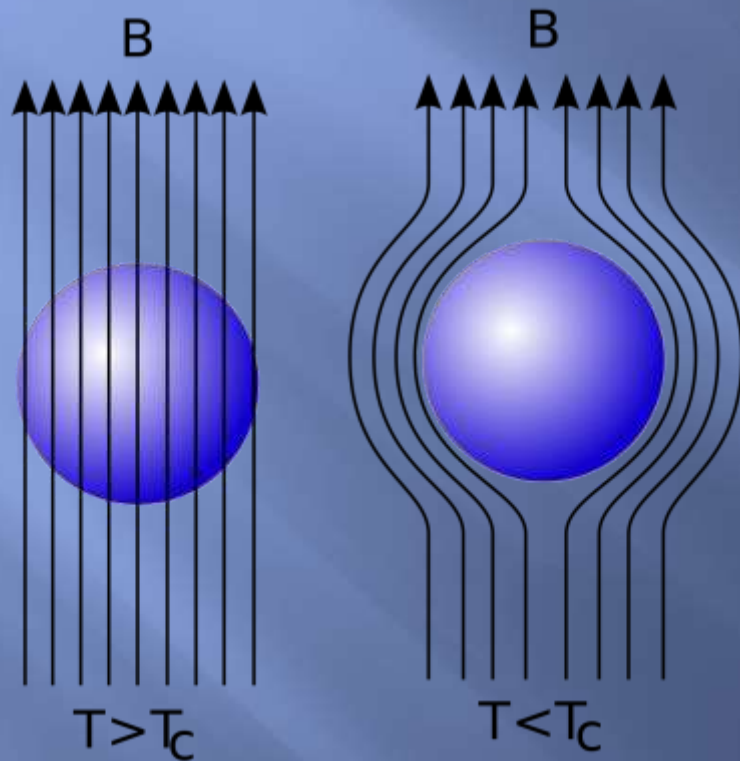


# Milieux conducteurs et supraconducteurs

Exemple : mercure



# Effet Meissner



# Etude phénoménologique de la théorie de London

## Etude phénoménologique

la loi fondamentale de la mécanique  
appliquée à l'un des porteurs soumis  
à l'action d'un champ magnétique

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

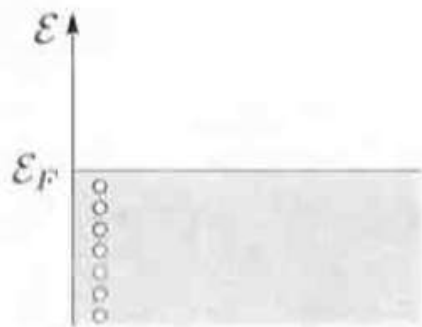
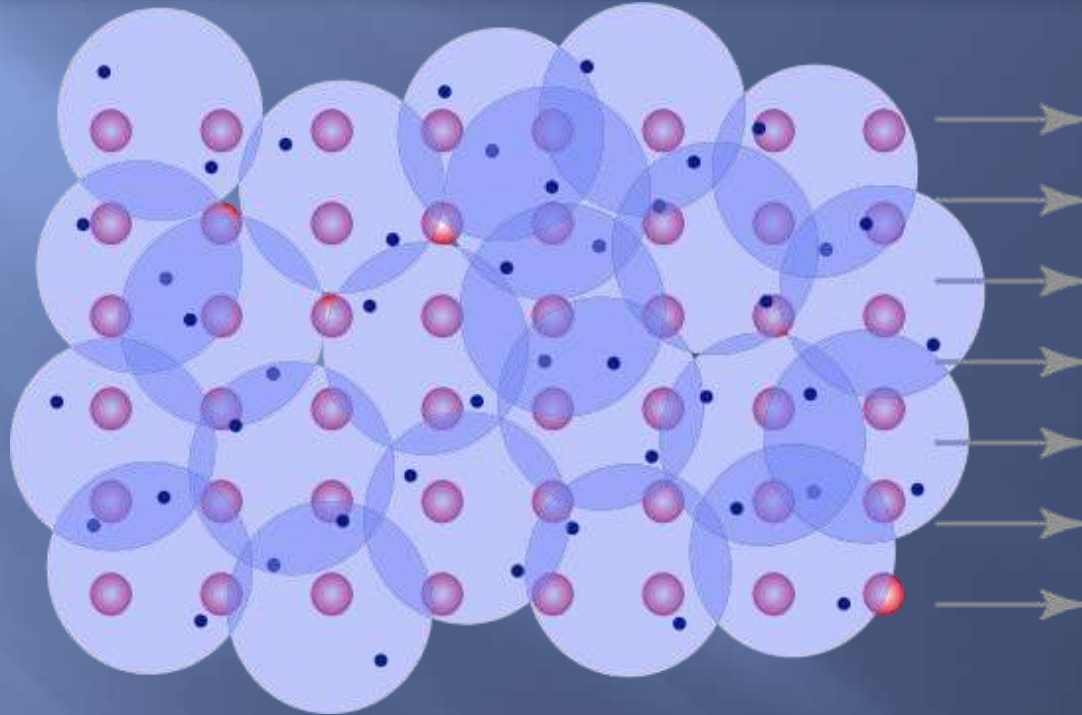
## Régime quasi-stationnaire

$$\Delta \mathbf{B} = \frac{1}{\lambda_L^2} \mathbf{B}$$

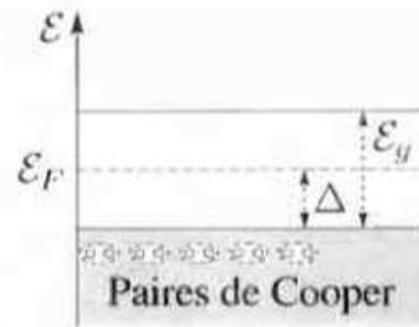


# Théorie BCS : Introduction de l'approche quantique

Paires de Cooper



a) État normal



b) État supraconducteur

# Résolution numérique des équations trouvées

## Théorie de London

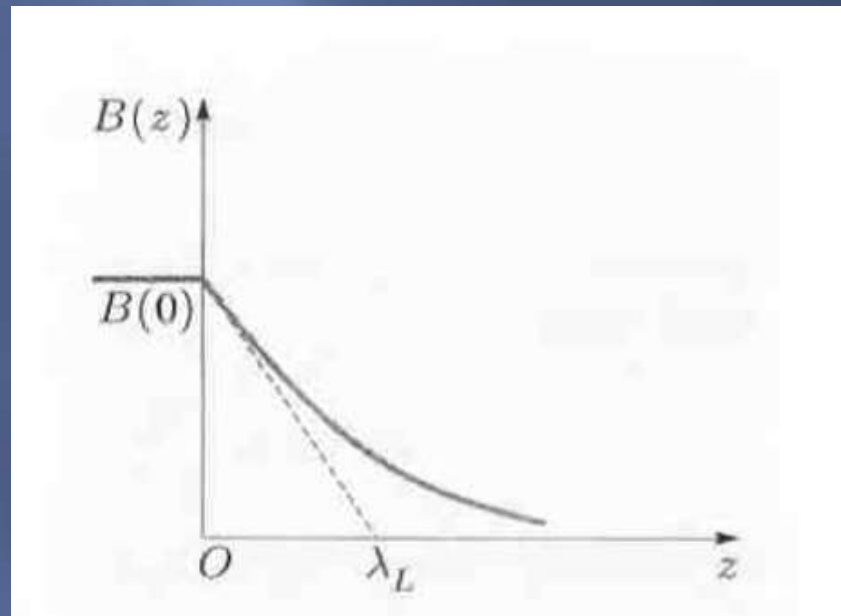
L'invariance du système, au cours d'une translation effectuée parallèlement à  $Oxy$ , permet d'écrire l'équation différentielle à laquelle satisfait  $\mathbf{B}$  sous la forme :

$$\frac{d^2 \mathbf{B}}{dz^2} - \frac{1}{\lambda_L^2} \mathbf{B} = 0$$

Quel que soit  $Z$  :

$$\mathbf{B}(z) = \mathbf{B}(0) \exp\left(-\frac{z}{\lambda_L}\right)$$

Le champ s'atténue  
donc exponentiellement  
à une profondeur de  
quelques  $\lambda_1$  il est  
pratiquement nul et  
l'effet Meissner total



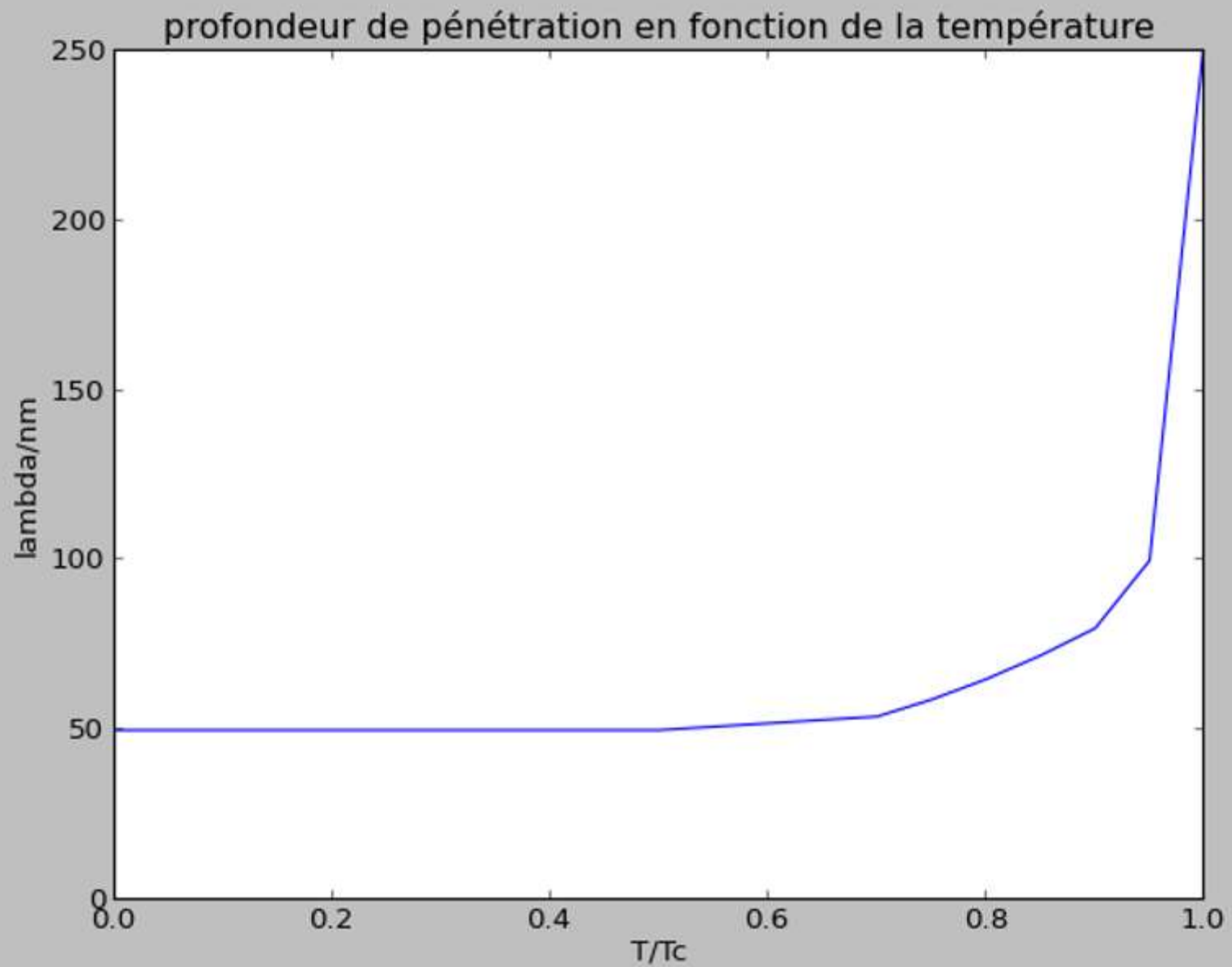
## Ordre de grandeur

$$\lambda_L^2 = \frac{m}{\mu_0 n q^2}$$



$$\lambda_L = \left( \frac{m_e}{\mu_0 n_s e^2} \right)^{1/2}$$

$$\left( \frac{0,91 \times 10^{-30}}{4\pi \times 10^{-7} \times 10^{28} \times 1,6^2 \times 10^{-38}} \right)^{1/2} = 53 \text{ nm}$$





## Annexe:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

t0 = 0.
tmax = 1.
dt = 1e-04
T = np.arange(t0,tmax,dt)

N = T.shape[0]

X = np.zeros((N))
V = np.zeros((N))

X[0] = 0.
V[0] = 0.

def F(t,w,F0):
    return F0*np.cos(np.pi*w*t)

k = 10.
w = 1000.
F0 = 0.01
r = 0.0001
m = 0.01

for i in range(N-1):

    X[i+1] = X[i] + dt*V[i]
    V[i+1] = V[i] + dt * (F(T[i],w,F0) - k*X[i]+r*V[i]).

plt.plot(T,X)
```

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Initialisation
a = 0.
b = 10.
n = 100
ydumb = np.zeros((2), float);
y = np.zeros((2), float)
fReturn = np.zeros((2), float);
k1 = np.zeros((2), float)
k2 = np.zeros((2), float);
k3 = np.zeros((2), float)
k4 = np.zeros((2), float)

y[0] = 3.;
y[1] = -5.
t = a;
h = (b-a)/n;
```

# Ici on définit l'équation différentielle d'ordre 2 à résoudre

def f(t,y):

    fReturn[0] = y[1]

    fReturn[1] = -100.\*y[0]-2.\*y[1] + 10.\*np.sin(3.\*t)

    return fReturn

def rk4(t,h,n):

    k1 = [0]\*(n)

    k2 = [0]\*(n)

    k3 = [0]\*(n)

    k4 = [0]\*(n)

    fR = [0]\*(n)

    ydumb = [0]\*(n)

    fR = f(t, y)

    for i in range(0, n):

        k1[i] = h\*fR[i]

    for i in range(0, n):

        ydumb[i] = y[i] + k1[i]/2.

    k2 = h\*f(t+h/2., ydumb)

    for i in range(0, n):

        ydumb[i] = y[i] + k2[i]/2.

    k3 = h\*f(t+h/2., ydumb)

    for i in range(0, n):

        ydumb[i] = y[i] + k3[i]

    k4 = h\*f(t+h, ydumb)

    for i in range(0, 2):

        y[i] = y[i] + (k1[i] + 2.\*(k2[i] + k3[i]) + k4[i])/6.

    return y

Y = []

YY = []

T = []

while (t < b):

# Boucle sur le temps

    if ((t + h) > b):

        h = b - t

# Dernière étape

    y = rk4(t,h,2)

    t = t + h

    Y.append(y[0])

    YY.append(y[1])

    T.append(t)

plt.plot(T,Y)

# CONCLUSION

