

La supraconductivité est un phénomène microscopique visible résultant d'un état quantique cohérent.

Matériaux Supraconducteurs

Type I

- Température de transition proche de 0 Kelvin
- Plomb
- Mercure

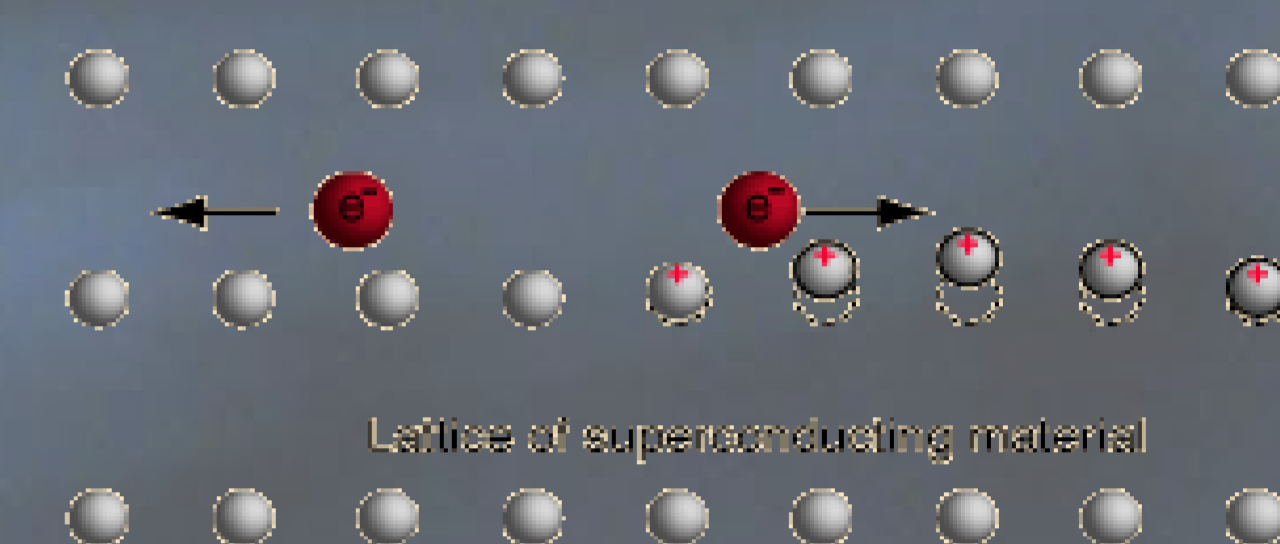
Type II

- Température de transition supérieure à 77 Kelvin
- YBaCuO
- BiCaCuO

Théorie quantique - Paires de Cooper

Attraction via des échanges de phonons virtuels avec le réseau cristallin
L'attraction devient plus forte que la répulsion
Les électrons s'apparient en paires (de Cooper)

Les paires échappent au **principe d'exclusion de Pauli**
→ existence d'un état unique et cohérent pour l'ensemble du système

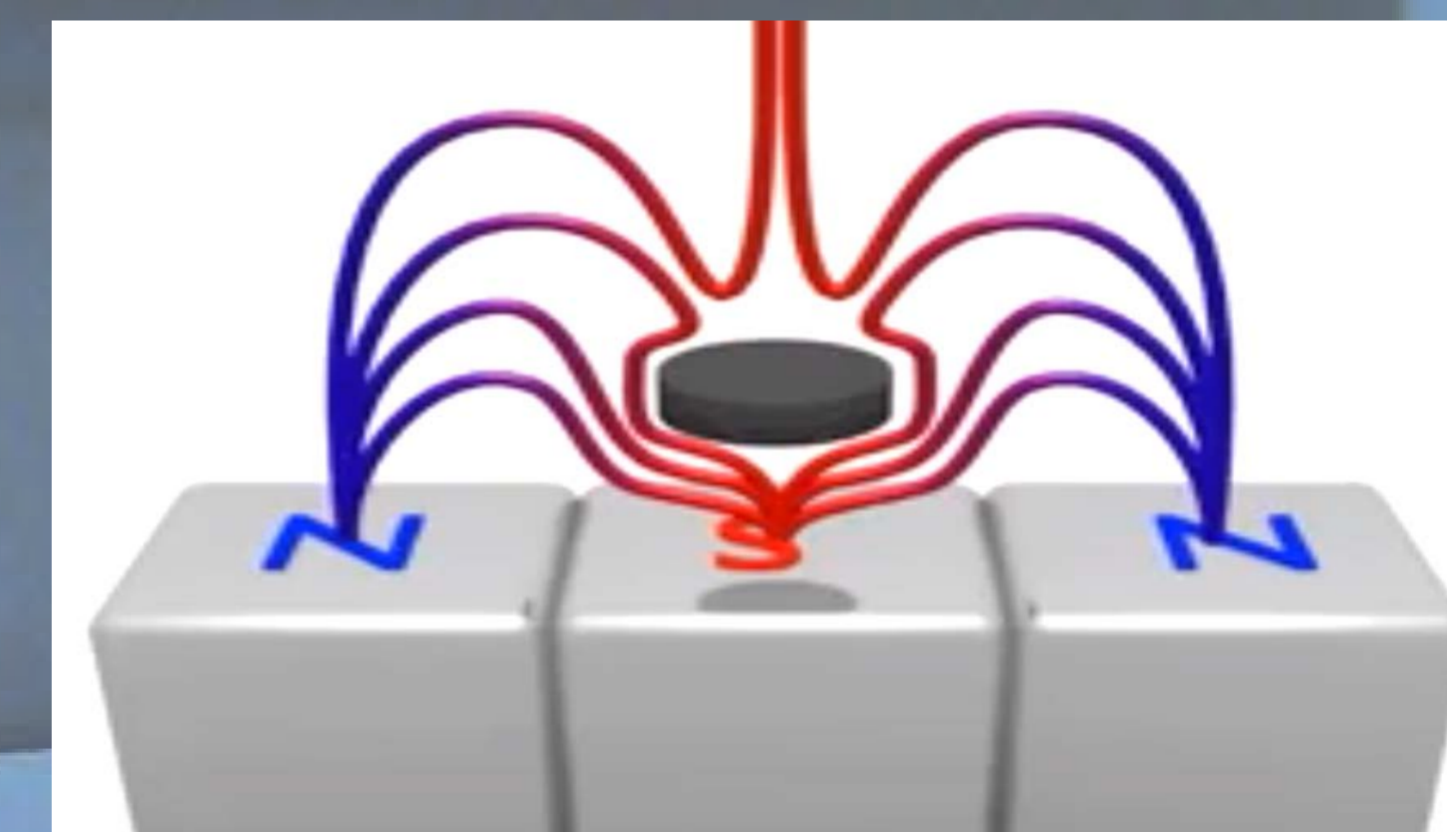


(1)

Effet Meissner - Train à lévitation magnétique

Principe

Le diamagnétisme parfait compense le champ magnétique extérieur
Une force magnétique apparaît : le supra et les aimants se repoussent
À cause des impuretés, certaines lignes de champ le traversent : le supra est piégé



(2)

Application

On retrouve cet effet dans le train à lévitation magnétique (MAGLEV):
- La lévitation limite le frottement
- L'emprisonnement empêche le train de dérailler

Résistance nulle

Effets observés

En dessous de la température limite, la résistance chute aux environs de 0 Ohm

Loi d'Ohm $V = RI$ → $V = 0$ et donc une valeur de courant libre

Pertes par effet Joules $P = RI^2$ → $P = 0$ et donc aucun échauffement

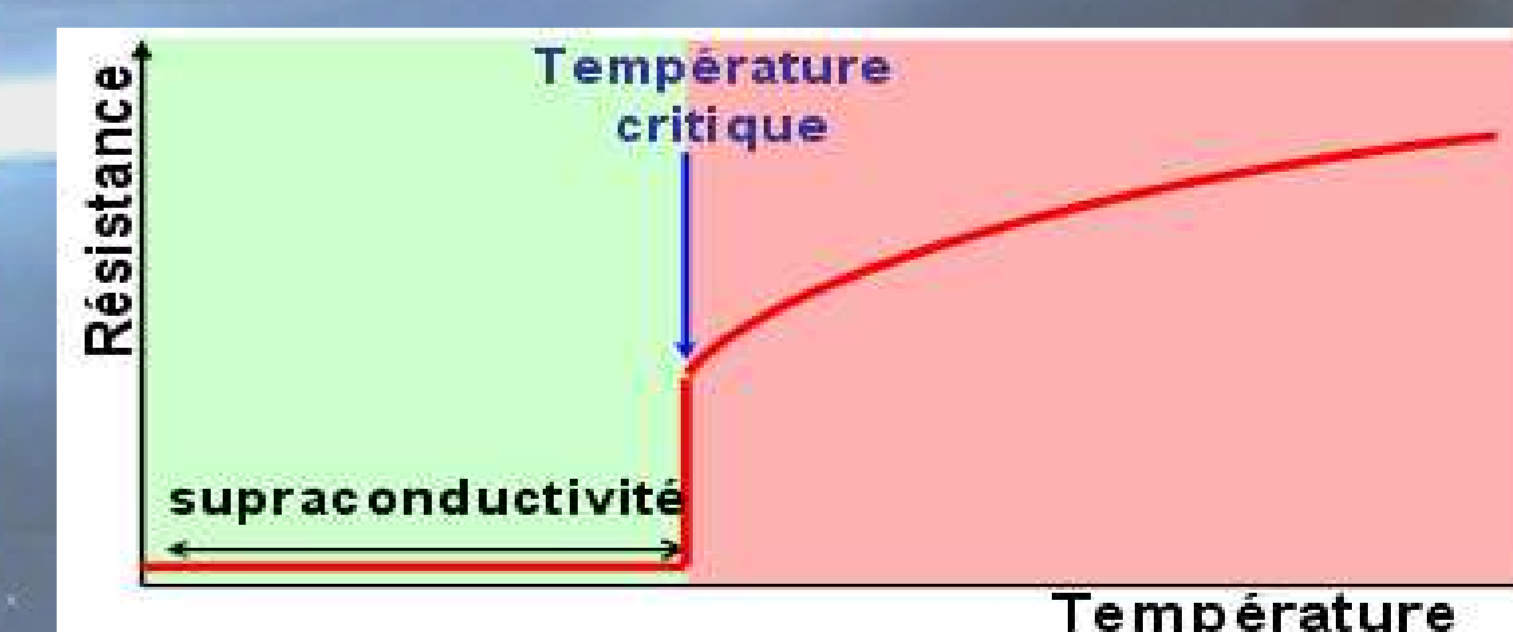
Applications

L'énergétique :

- Permet de transporter l'électricité à haute puissance
- L'absence de pertes permet un excellent stockage de l'électricité

L'imagerie médicale :

- Création d'un champ magnétique puissant et homogène grâce à des supracourants



(3)

(1) <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/coop.html> dernière consultation 18/03

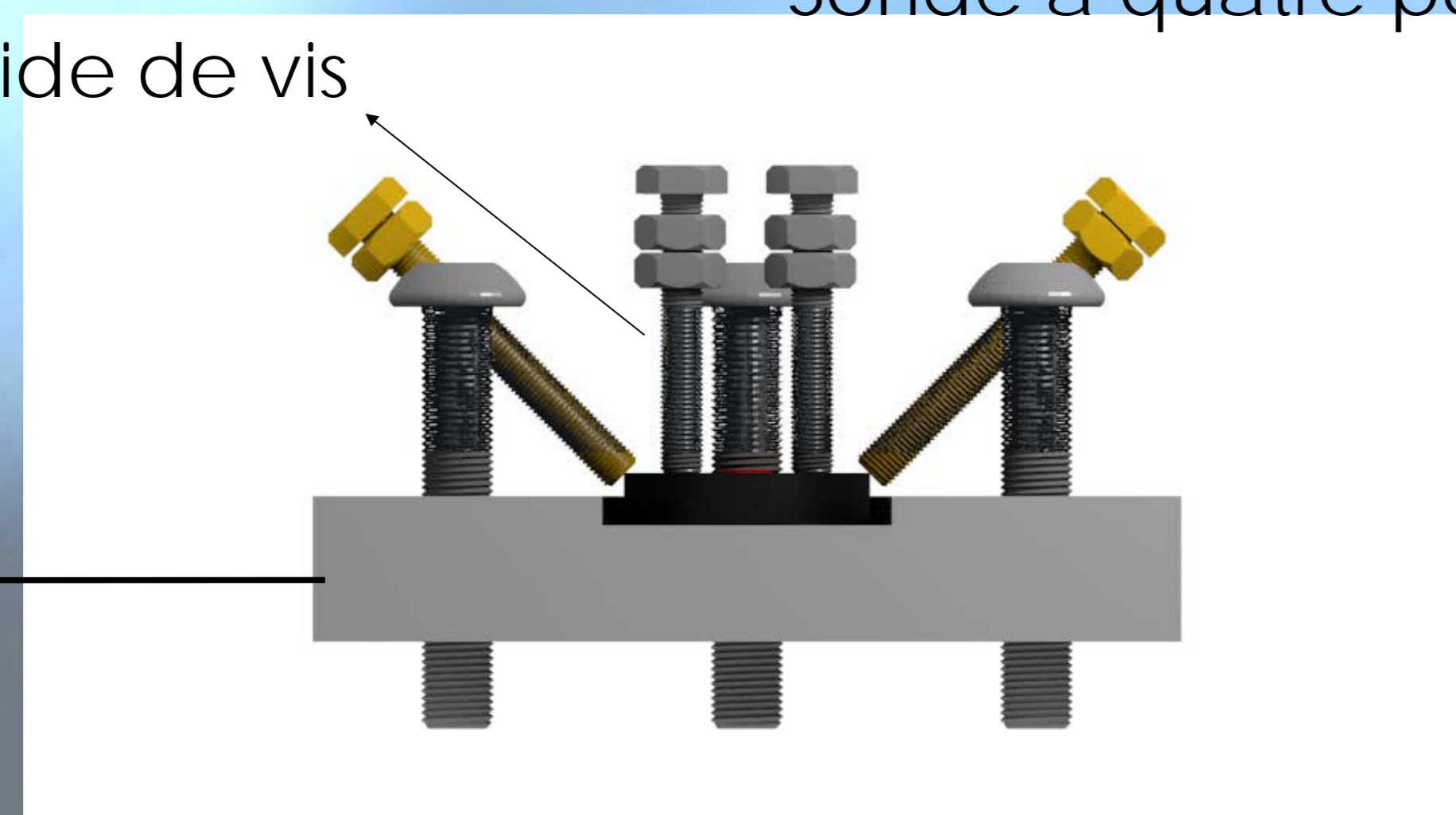
(2) <http://levitation-magnetique-trains.e-monsite.com/pages/qu-est-ce-que-la-levitation/les-supraconducteurs.html> dernière consultation 18/03

(3) <http://geniorama.com/la-supraconductivite-100-ans-deja-et-encore-pleine-davenir>, dernière consultation 18/03

Expériences

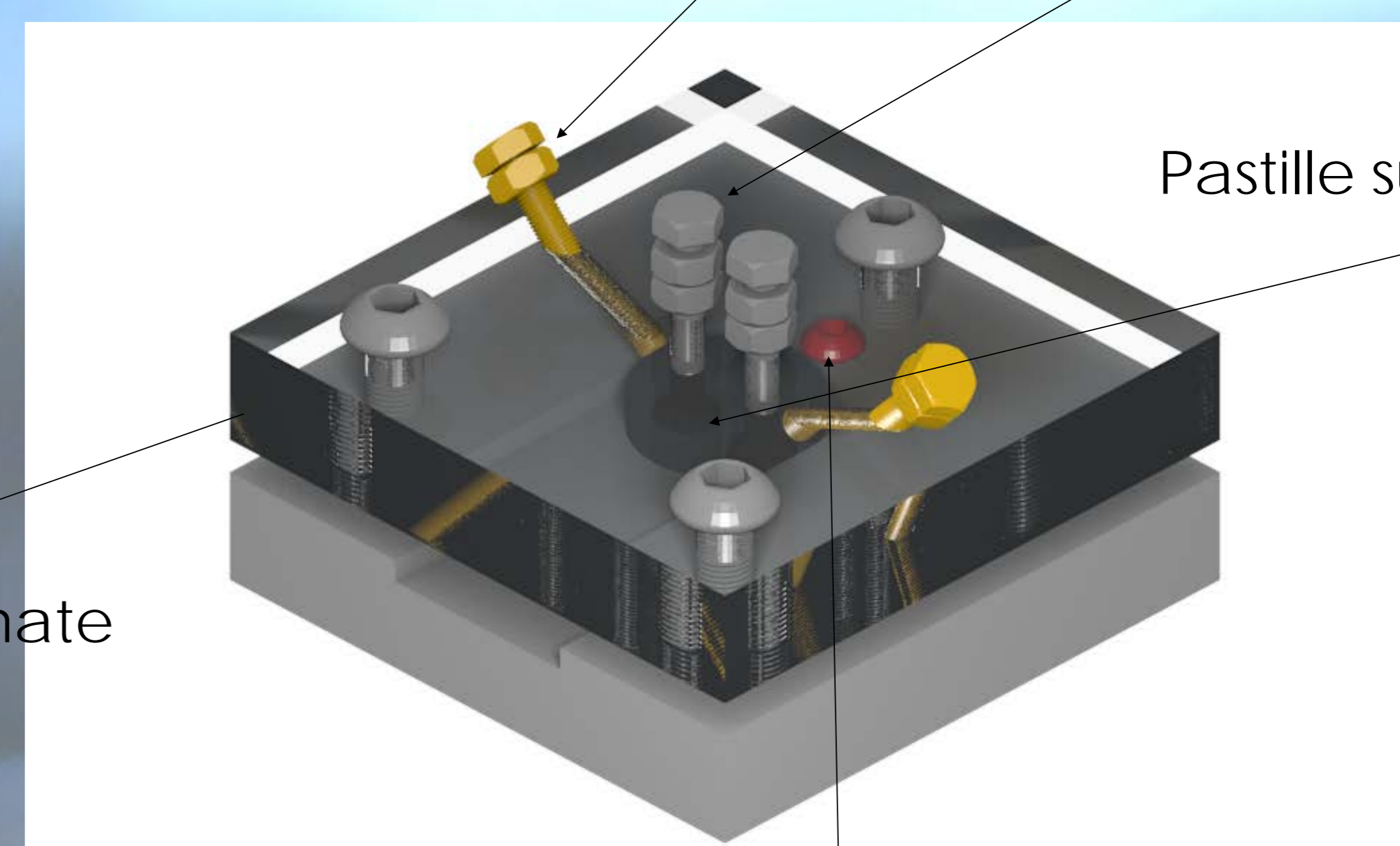
Dispositif de mesure

Contacts mécaniques à l'aide de vis



Support en aluminium

Sonde à quatre points pour prendre des mesures de courant et de tension



Pastille supraconductrice

Matériau isolant en polycarbonate

Ce dispositif a été créé pour permettre de bons contacts électriques sur la pastille afin d'obtenir une valeur de résistance correcte

Présence d'un thermocouple pour assurer une mesure de la température

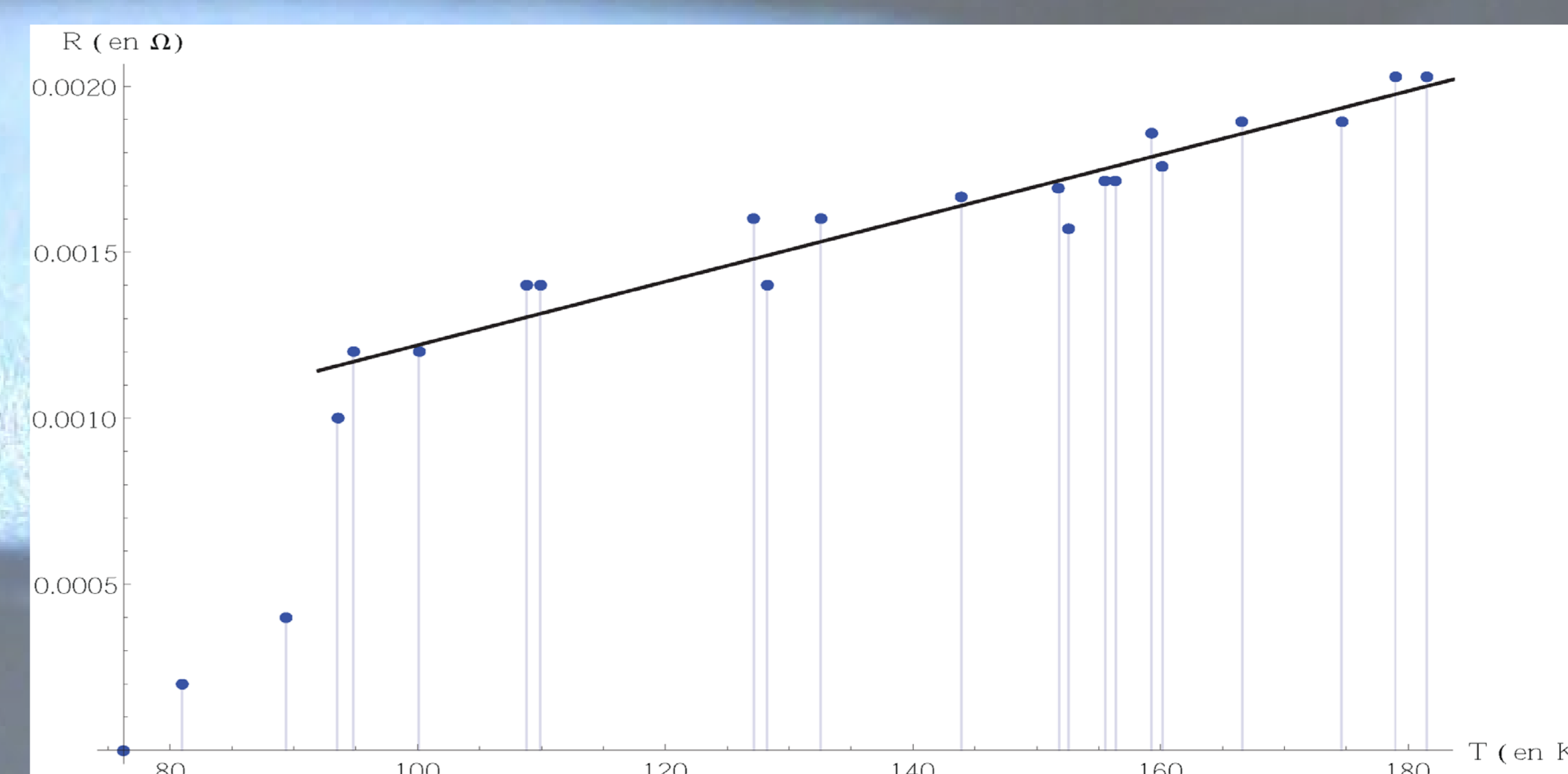
Résultats expérimentaux

Mode opératoire

On fait passer un courant à travers le supra de l'ordre d'un demi ampère et on récupère une ddp aux bornes de la pastille
La valeur de la résistance est déterminée à partir de la loi d'Ohm : $V = RI$

Conclusions

Nous avons observé une température critique de environ 93 Kelvin ainsi qu'une augmentation progressive de la résistance après cette température



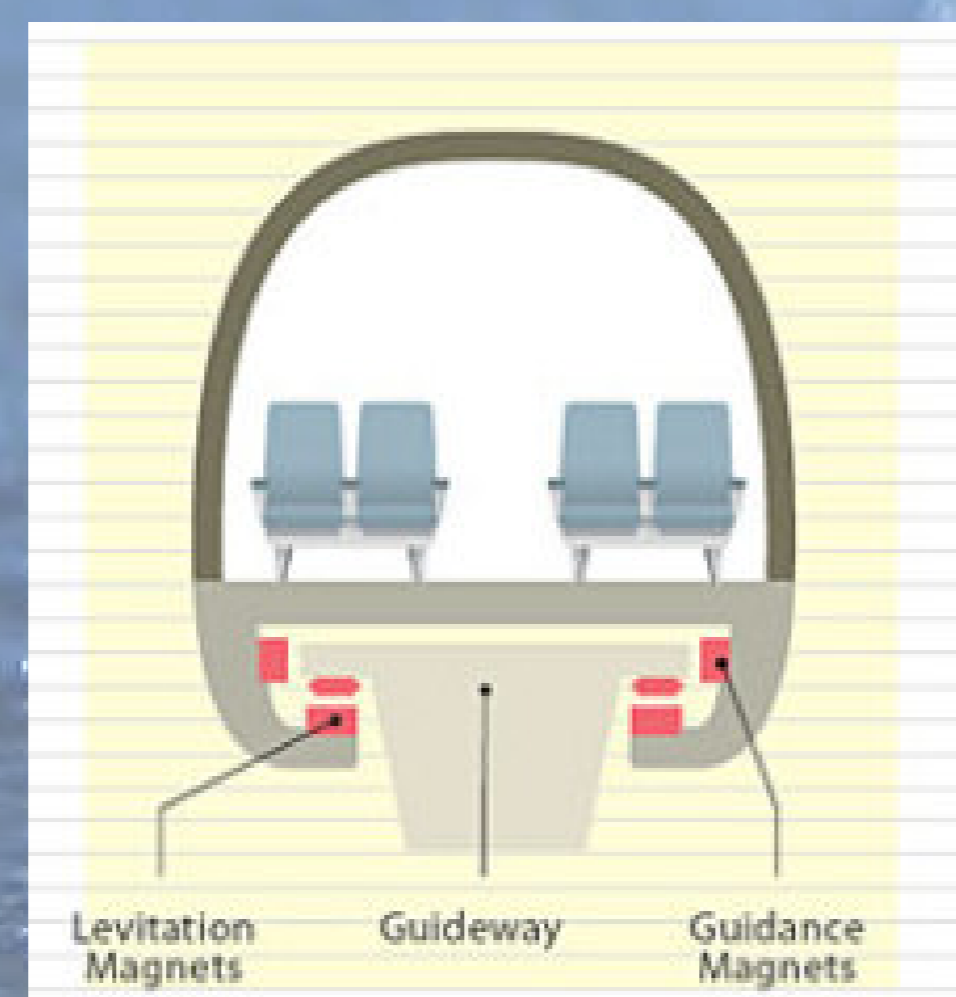
Graphique expérimental de la résistance en fonction de la température

Applications

Train à lévitation magnétique : le MAGLEV



(1)

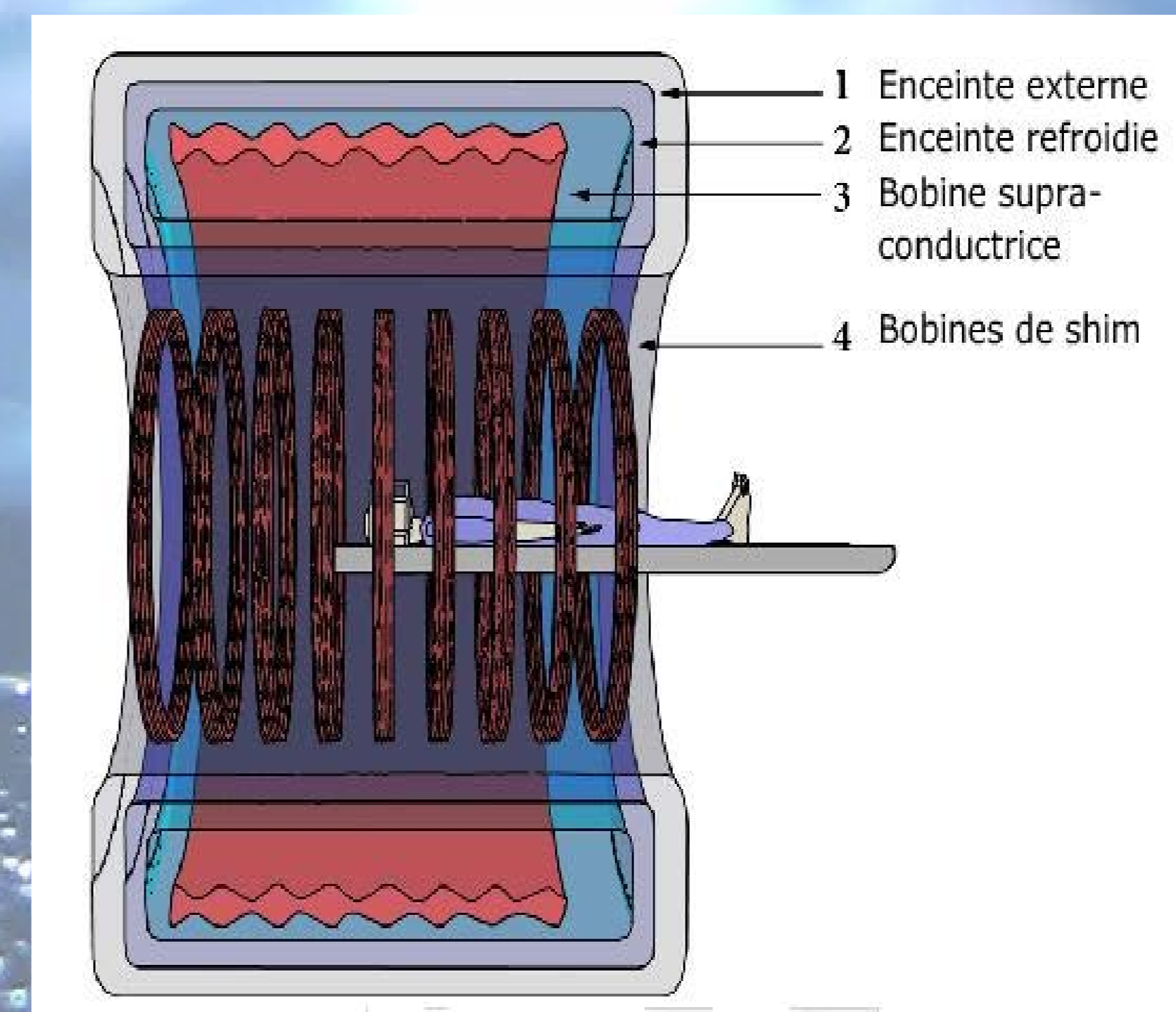


(2)

Shanghai



Résonance magnétique nucléaire (RMN)



(3)

L'imagerie à résonance magnétique nucléaire fonctionne à l'aide de longs solénoïdes maintenus à l'état supraconducteur grâce à de l'hélium liquide afin d'obtenir un champ magnétique conséquent