

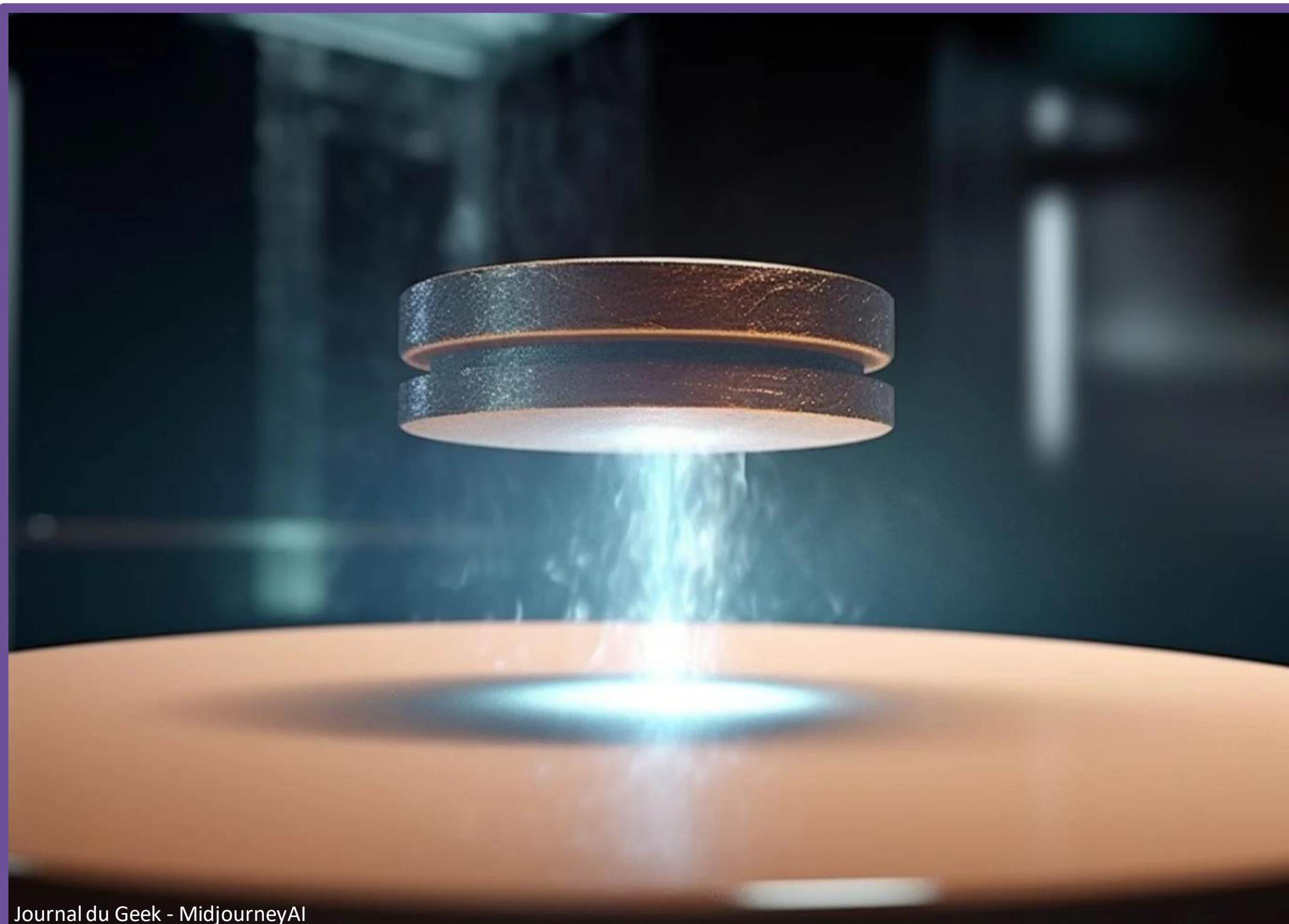
## Les mystères de la supraconduction

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES - FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Tommaso ABSIL DOGA, Nafiz AHMED, Lila GALLAND, Elia PINNA, Pierre SAVINIEN

### Supraconducteur ?

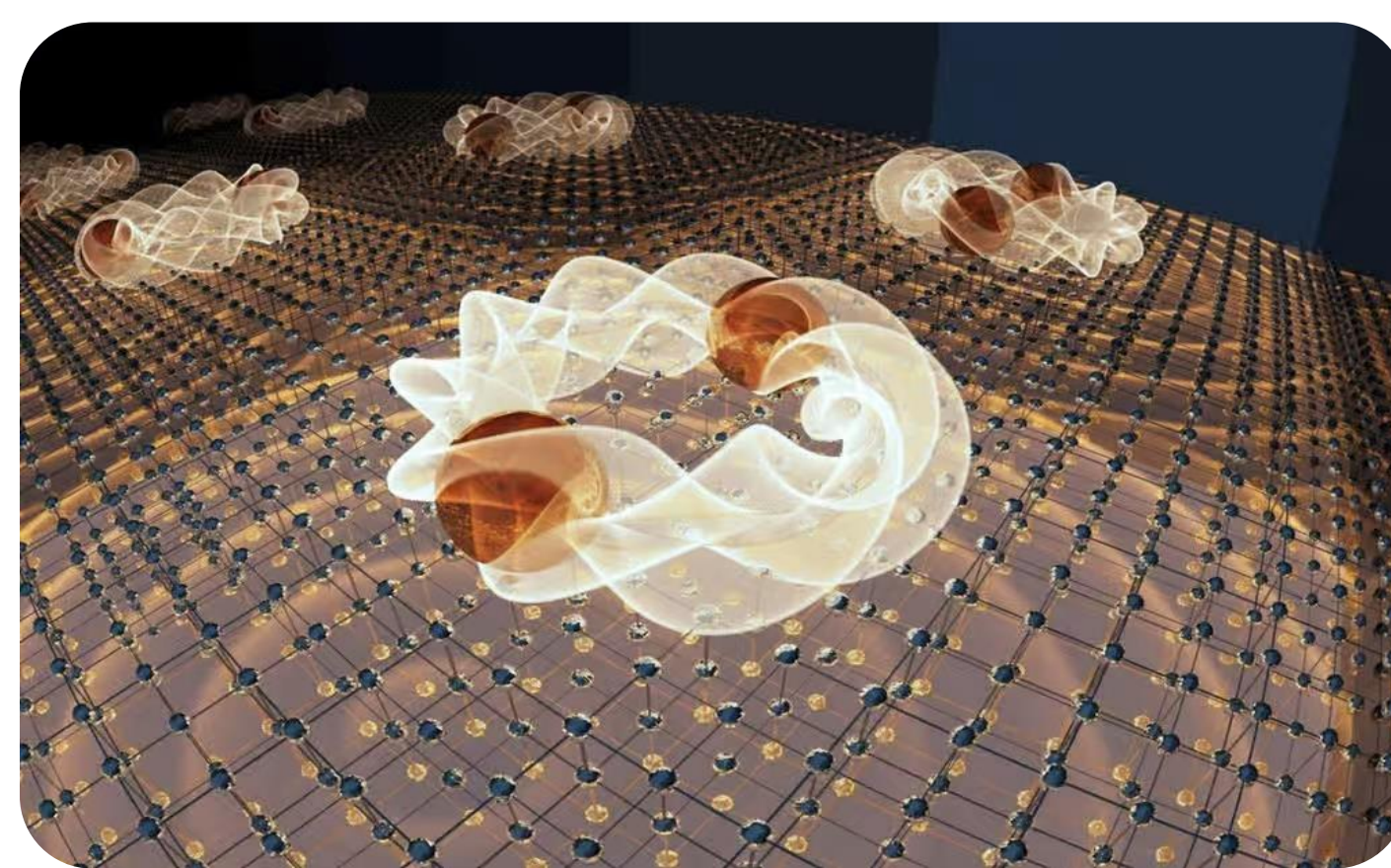


- Découverte de matériaux sans aucune résistance électrique
  - ↳ seulement à températures très basses
- Absence d'effet Joule dans les supraconducteurs
- Deux types :
  - ↳ conventionnels (1911) : Température critique « basse » (autour de  $-260^{\circ}\text{C}$ )
  - ↳ non-conventionnels (1986) : Température critique « haute » (plus de  $-250^{\circ}\text{C}$ )
- Phénomène fondamentalement quantique, reposant sur des interactions de Coulomb
- Un des grands problèmes de la physique théorique d'aujourd'hui

### Deux mécanismes différents expliquant la supraconductivité

#### ➤ Théorie Bardeen Cooper Schrieffer (BCS):

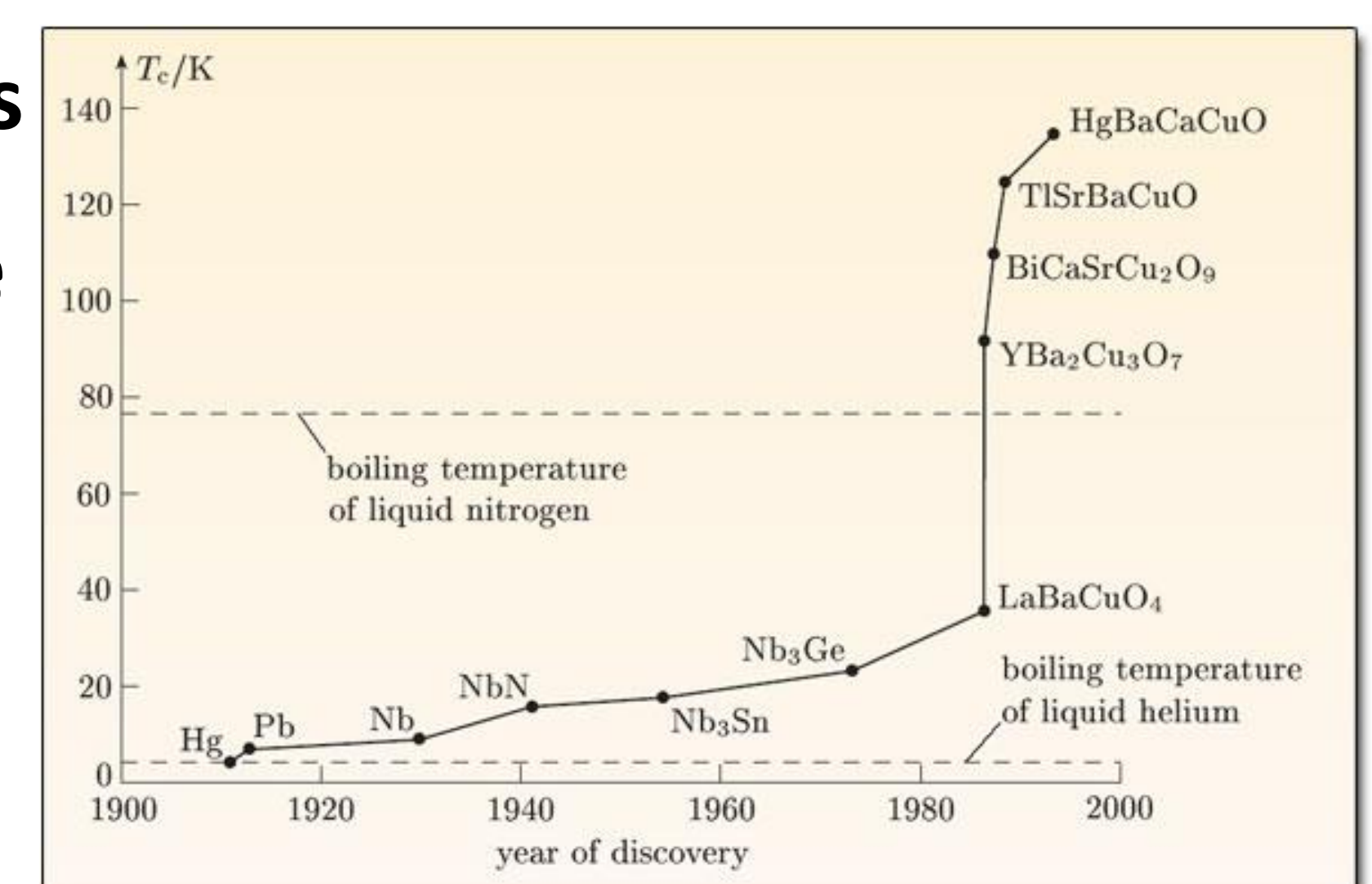
- Explique les supraconducteurs conventionnels
- Faibles interactions
- Paires de Cooper
- Description individuelle des électrons est possible
- Impossibilité d'avoir des supra « haute » température critique



Emily Edwards, University of Maryland

#### ➤ Mécanismes « haute » température critique:

- Electrons très fortement corrélés
  - ↳ Impossible de parler de particules individuelles
- Infiniment plus complexes
- Pas de théorie concluante à l'heure actuelle
- Effets collectifs à l'origine de la supraconductivité

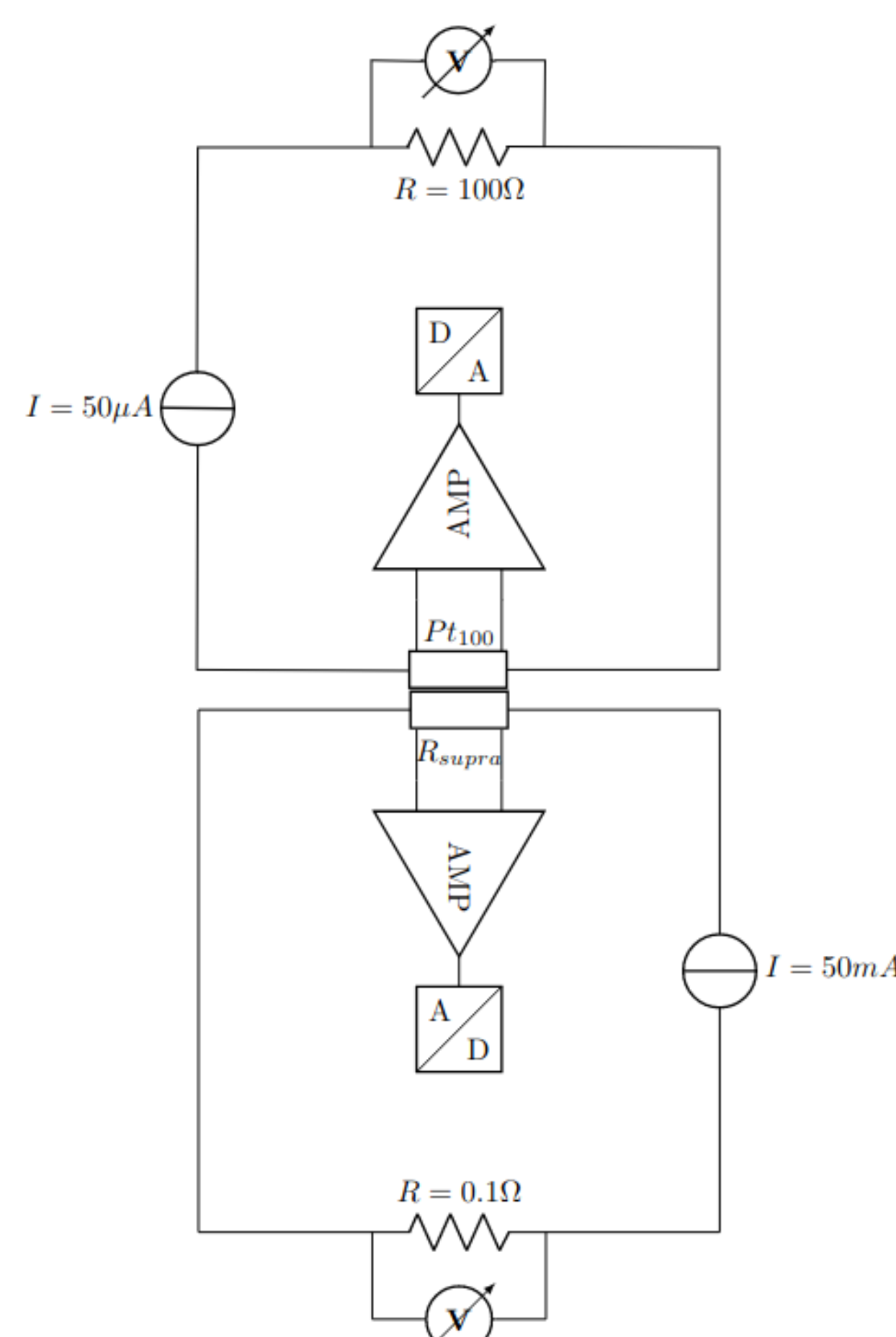


University of Cambridge

### Mesure résistance en fonction de la température

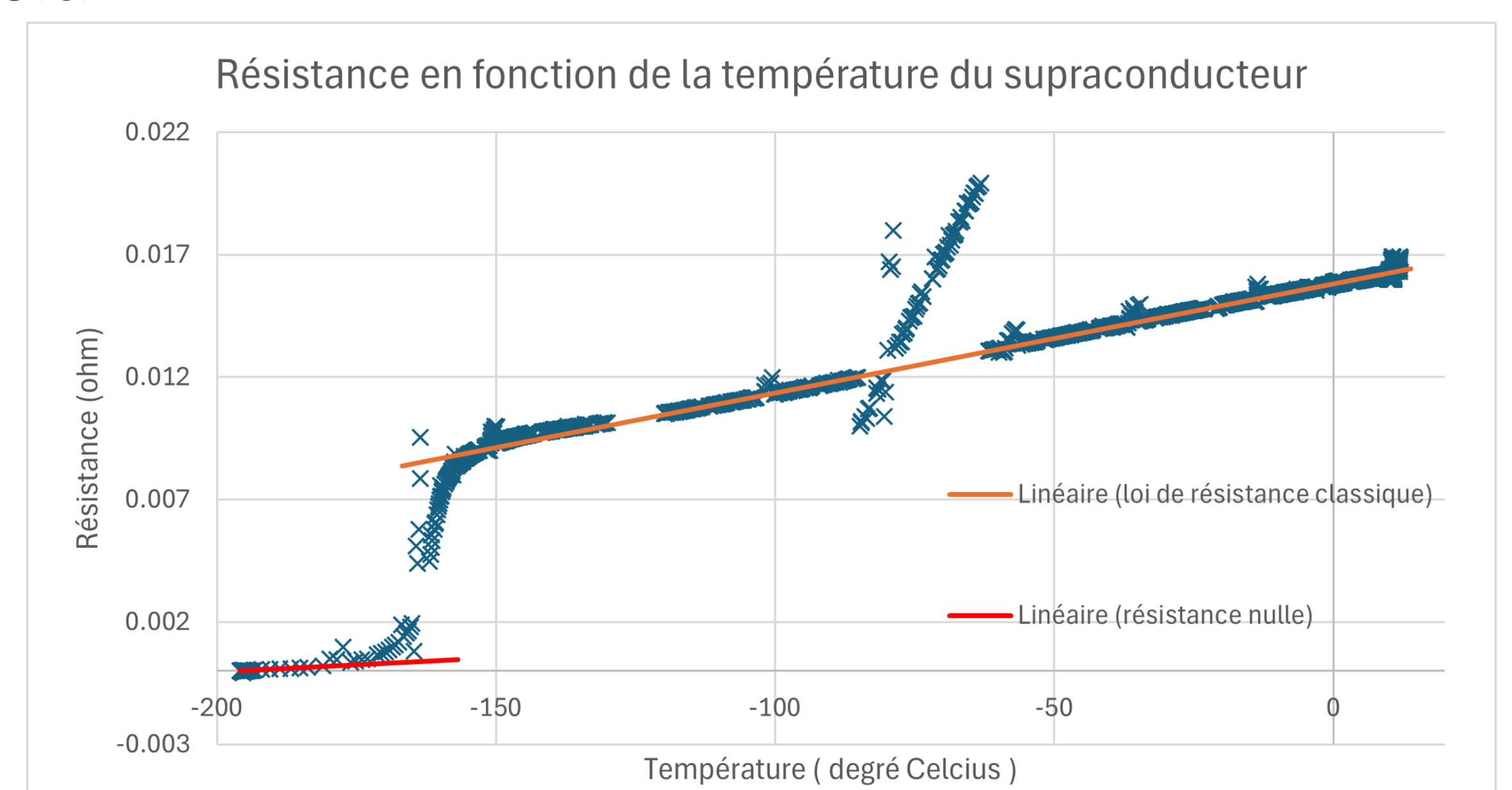
#### ➤ Dispositif :

- Montages 4 fils
- Mesures prises par PCB
- PT 100 pour la température
- Amplificateurs pour lire signaux faibles



#### ➤ Résultats :

- Suit la loi de résistance classique à  $T > T_c$
- Résistance chute à  $T < T_c$
- Résistance pas exactement nulle, incertitudes liées au dispositif



- La résistance chute à une température de  $-164 \pm 7^{\circ}\text{C}$

## Les mystères de la supraconduction

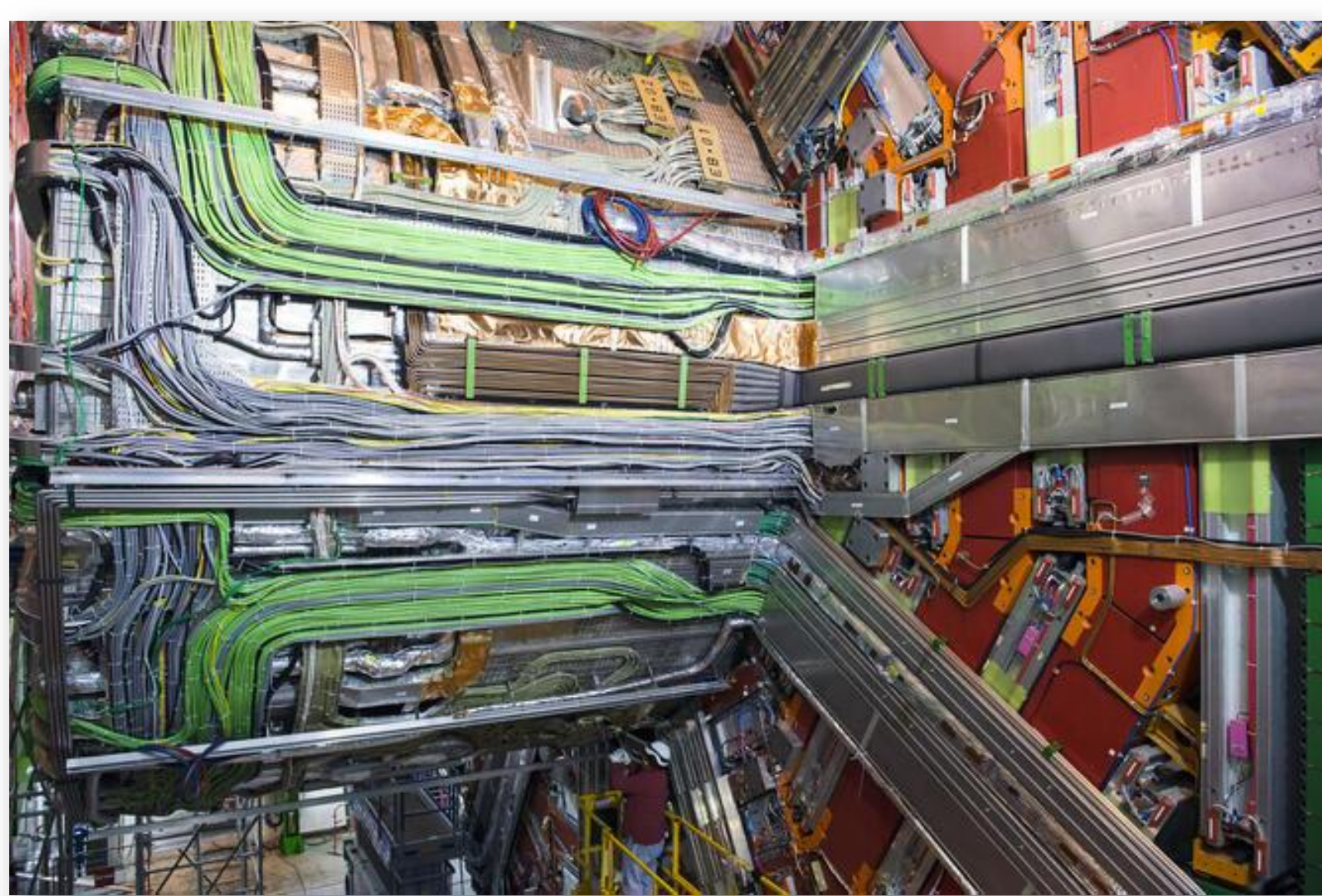
UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES - FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Tommaso ABSIL DOGA, Nafiz AHMED, Lila GALLAND, Elia PINNA, Pierre SAVINIEN

### Applications du principe de résistance nulle

- Création de champs magnétiques en faisant passer du courant dans une bobine
  - Champ magnétique puissant nécessite courant puissant
  - Courant puissant entraîne surchauffe par effet Joule
  - Utilisation de bobines supraconductrices, pour supprimer l'effet Joule
- ↳ Génération de forts champs magnétiques sans perte d'énergie



Cyril FRESILLON/LHC/CNRS Images

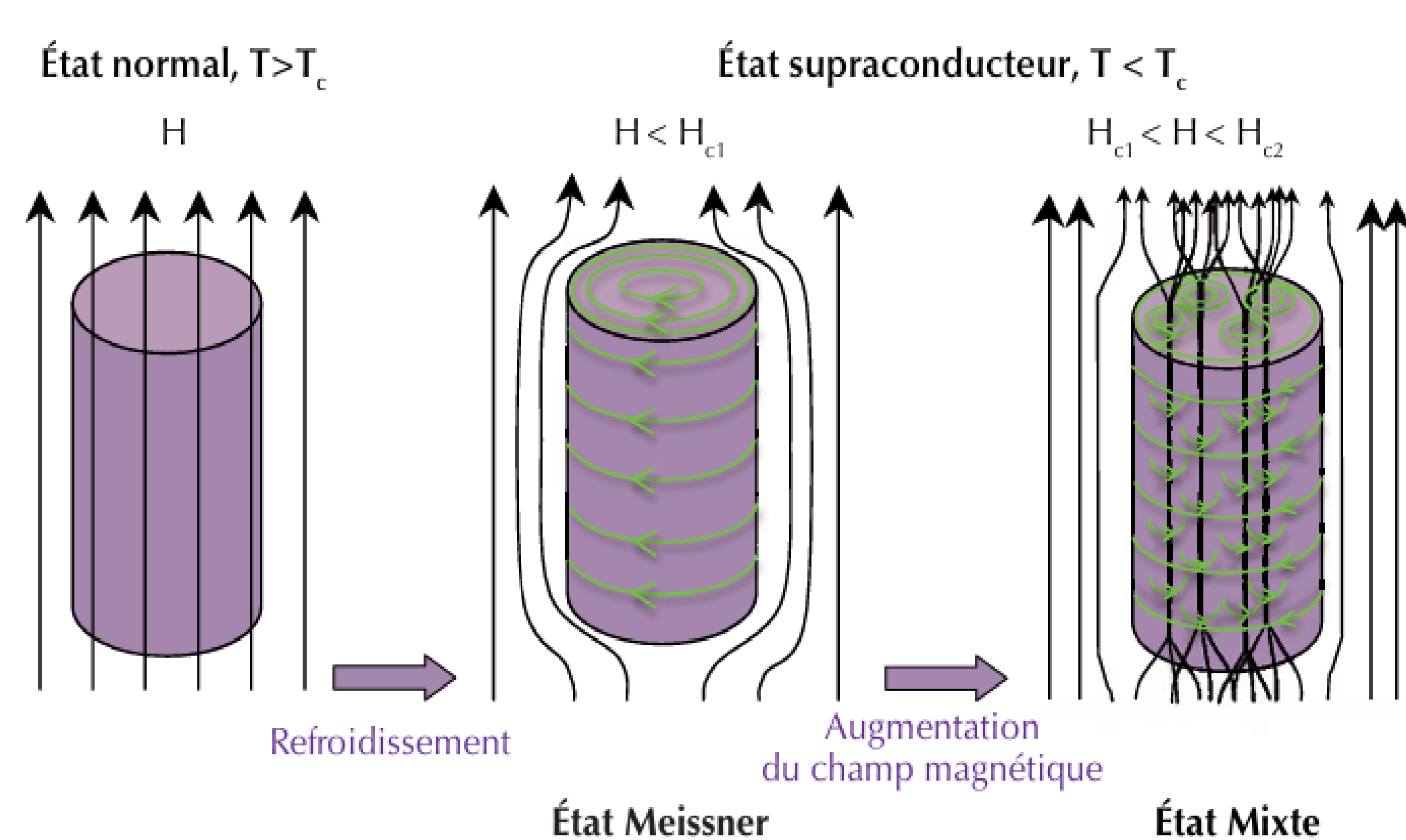


Phillips



Li Zheng/Xinhua/Xinhua via AFP

### Effet Meissner



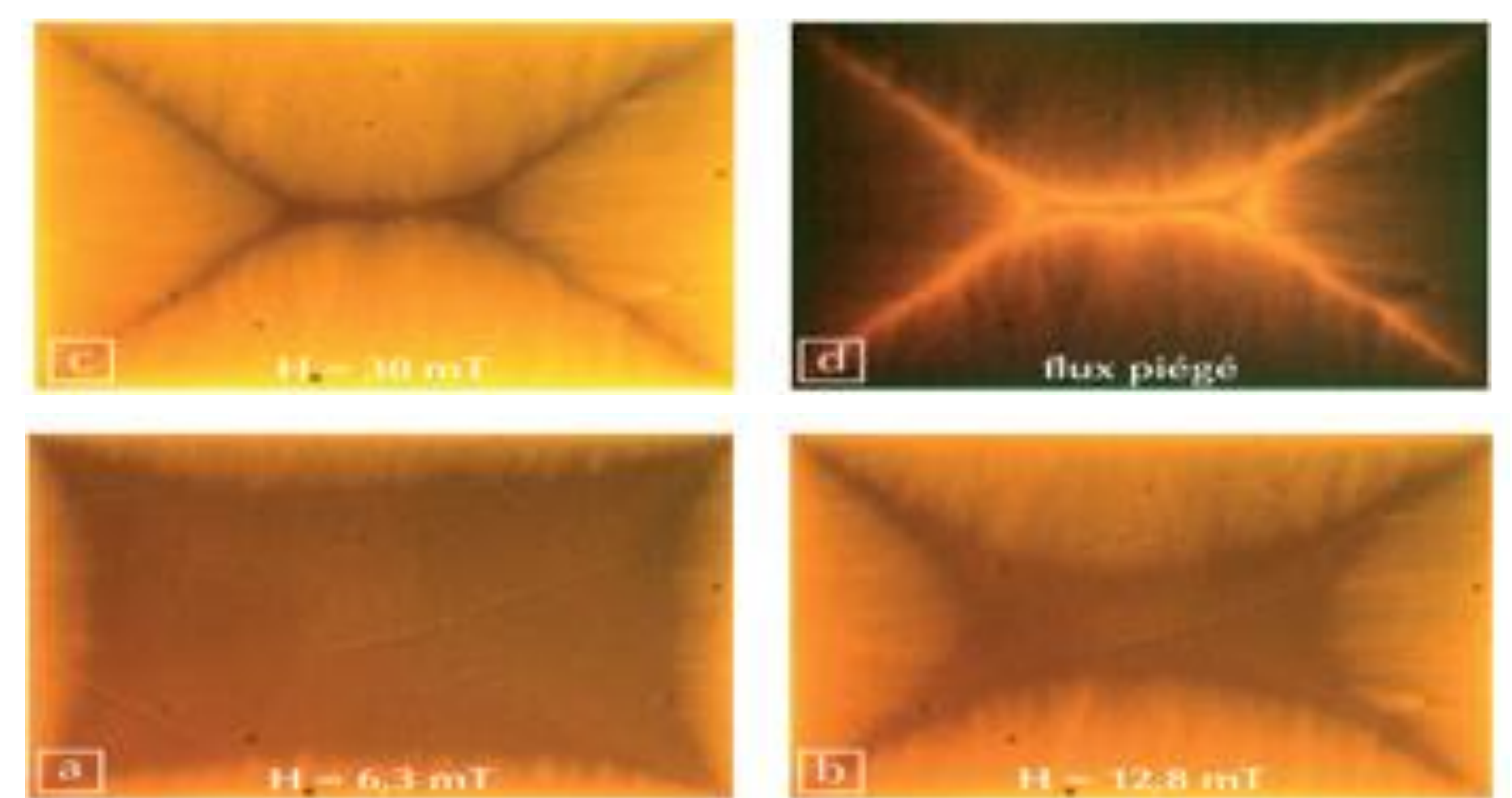
Reflets de la Physique n° 28

- Création d'un champ magnétique pour annuler le champ magnétique extérieur (diamagnétique parfait)

↳ Champ magnétique nul à l'intérieur du supraconducteur

- Sous certaines conditions, de faibles flux magnétiques traversent le supraconducteur

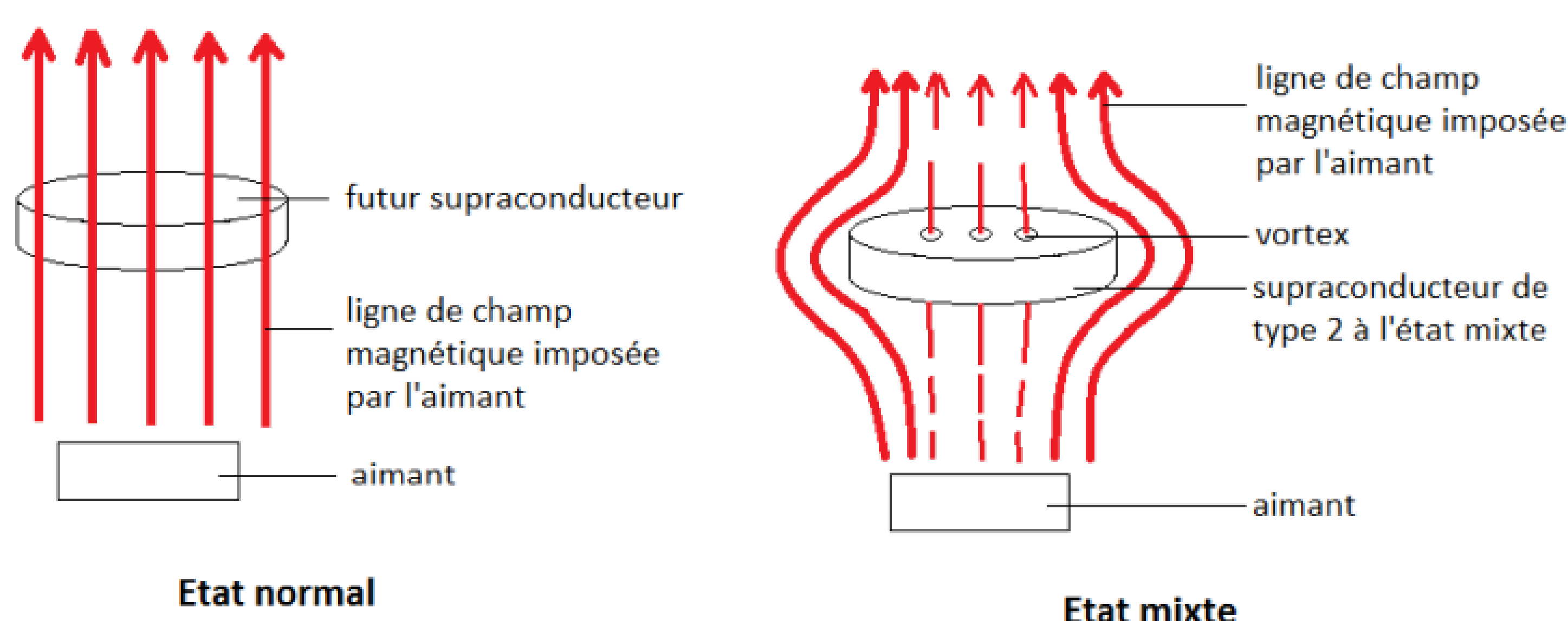
↳ « Vortex d'Abrikosov »



Reflets de la Physique n° 28

### Application de l'effet Meissner

### Rail magnétique



Kamel Attar, The Ginzburg-Landau model with a variable magnetic field

- Les deux champs magnétiques opposés créent des forces magnétiques répulsives → lévitation
- Vortex d'Abrikosov permettent un ancrage de l'aimant sur le rail: force qui le ramène au centre du rail magnétique