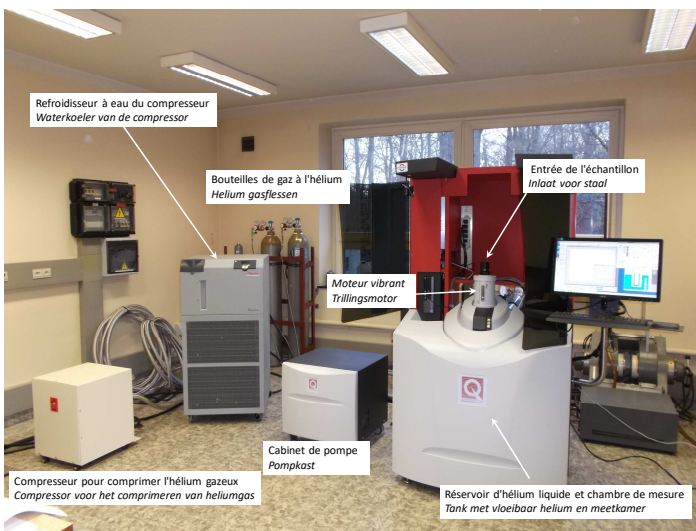
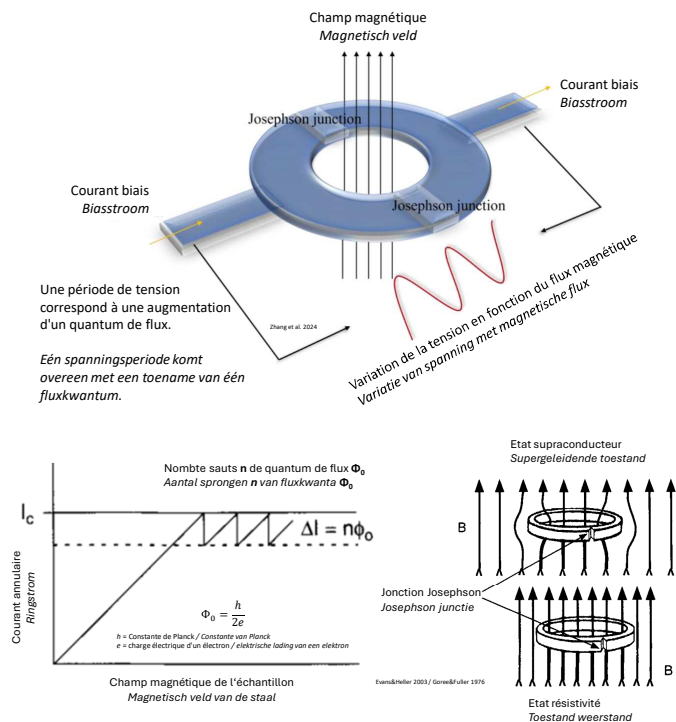


Introduction

Le fer est l'un des éléments les plus abondants de la croûte terrestre et, en combinaison avec l'oxygène et le soufre, il forme des minéraux magnétiques omniprésents dans notre environnement. Les processus environnementaux contrôlent le type, la taille et la forme des minéraux magnétiques. Les mesures des propriétés magnétiques peuvent donc être utilisées pour caractériser l'environnement.

Pour mesurer les propriétés magnétiques, l'IRM de Dourbes utilise un appareil très moderne et hautement spécialisé, un magnétomètre vibrant équipé de capteurs SQUID (superconducting quantum interference device).



Le MPMS3 - magnétomètre vibrant équipé de capteurs SQUID de l'IRM de Dourbes
Het MPMS3 - vibrerende magnetometer uitgerust met SQUID - sensoren van het KMI te Dourbes



Introductie

Ijzer is een van de meest voorkomende chemische elementen in de aardkorst en vormt in combinatie met zuurstof en zwavel magnetische mineralen die alomtegenwoordig zijn in onze omgeving. Omgevingsprocessen bepalen het type, de grootte en de vorm van magnetische mineralen. Metingen van magnetische eigenschappen kunnen daarom worden gebruikt om het omgevings te karakteriseren.

Om magnetische eigenschappen te meten gebruikt het KMI in Dourbes een heel modern en zeer gespecialiseerd apparaat, een vibrerende magnetometer uitgerust met SQUID - sensoren (superconducting quantum interference device).

Capteur SQUID

Un tel capteur est constitué d'un anneau conducteur interrompu en un ou deux points par un matériau non conducteur (jonction Josephson). Un courant biais est connecté au capteur SQUID. Lorsque le capteur se trouve dans des conditions de supraconductivité, les champs magnétiques externes sont piégés par un courant annulaire qui apparaît spontanément et qui empêche la pénétration de flux supplémentaires par le champ.

Le champ magnétique de l'échantillon rend l'anneau résistif, dès que le courant annulaire critique I_c est atteint. Le flux magnétique pénètre dans l'anneau et le courant saute à des valeurs quantiques. En fonction de l'intensité du champ de l'échantillon, l'anneau passe plusieurs fois de la supraconductivité à la résistivité (commutation de résistivité) et inversement, aussi souvent que l'intensité du champ magnétique de l'échantillon nécessite un saut de flux. Le nombre de sauts de flux est utilisé pour mesurer l'intensité du champ de l'échantillon.

S'il n'y a pas de matière dans le capteur (vide), le flux magnétique ne change pas. Cependant, si un échantillon se trouve dans le capteur, son champ magnétique provoque une commutation de résistivité. Le nombre de pics de tension comptés lorsque l'échantillon est inséré dans le capteur SQUID est proportionnel au moment magnétique de l'échantillon, respectivement à son aimantation.

Pour augmenter la sensibilité de la mesure, l'échantillon est mis en vibration dans le capteur, c'est-à-dire que l'échantillon est périodiquement à l'intérieur et à l'extérieur du capteur SQUID. L'état supraconducteur est obtenu en refroidissant le capteur SQUID avec de l'hélium liquide à des températures très basses, telles que 4 K ou -269°C.

SQUID sensor

Zo'n sensor bestaat uit een geleidende ring die op één of twee punten is onderbroken door een niet-geleidend materiaal (Josephson junctie). Op de SQUID-sensor is een biasstroom aangesloten. Wanneer de sensor zich in een supergeleidende toestand bevindt, worden externe magnetische velden opgevangen door een ringstroom die spontaan optreedt en het binnendringen van extra fluxen in het veld voorkomt.

Het magnetische veld van een staal maakt de ring resistent zodra de kritieke ringstroom I_c wordt bereikt. De magnetische flux dringt de ring binnen en de stroom springt naar kwantumwaarden (flux jumping). Afhankelijk van de veldsterkte van het staal schakelt de ring meerdere keren tussen supergeleiding en weerstand (resistivity switching) telkens wanneer de magnetische veldsterkte van het staal een fluxsprong vereist. Het aantal fluxsprongen wordt gebruikt om de veldsterkte van het staal te bepalen.

Wanneer er geen materiaal in de sensor aanwezig is (vacuüm), verandert de magnetische flux niet. Als er zich echter een staal in de sensor bevindt, veroorzaakt het magnetische veld van het staal een resistivity switching. Het aantal getelde spanningspieken van het staal in de SQUID-sensor is evenredig aan het magnetisch moment of de magnetisatie van het staal.

Om de gevoeligheid van de meting te vergroten, wordt het staal in de sensor in beweging gebracht, d.w.z. het staal wordt periodiek in en uit de SQUID-sensor bewogen. De supergeleidende toestand wordt bereikt door de SQUID-sensor af te koelen met vloeibaar helium tot zeer lage temperaturen, zoals 4 K of -269°C.

