

Introduction

- Les blindages magnétiques créent en leur sein un environnement pratiquement exempt de champs magnétiques extérieurs tels que le champ magnétique terrestre.
- Ils sont nécessaires pour l'étude des champs magnétiques ultra-faibles en médecine (cerveau / cœur) ou pour les mesures paléomagnétiques des roches.
- Pour le blindage statique de grands volumes ou chambres, des matériaux à perméabilité magnétique élevée (conductivité magnétique) sont utilisés pour dévier le champ ambiant autour d'une structure, ce que l'on appelle la déviation de champ (field shunting).
- Le mu-métal (alliage nickel/fer) est le matériau de blindage statique le plus performant.
- L'acier électrique est une alternative économique (perméabilité plus faible ; beaucoup moins cher).
- Champ géomagnétique ambiant à Dourbes : environ 49 000 nT (nanotesla).
- Le champ résiduel requis pour les mesures paléomagnétiques est < 500 nT ; pour les mesures cérébrales < 50 nT.

Introductie

- Magnetische afschermingen creëren binnenin een omgeving die praktisch vrij is van externe magnetische velden zoals het aardmagnetisch veld.
- Ze zijn nodig om ultra-zwakke magnetische velden te bestuderen in de geneeskunde (hersenen/hart) of voor paleomagnetische gesteente metingen.
- Voor de statische afscherming van grotere volumes of kamers worden materialen met een hoge magnetische permeabiliteit (magnetische geleidbaarheid) gebruikt om het veld rond een structuur te leiden, veldafscherming (field shunting) genoemd.
- Mu-metaal (nikkel/ijzer legering) is het beste hoogwaardige statische afschermingsmateriaal.
- Elektrisch staal is een kostenefficiënt alternatief (lagere permeabiliteit; veel goedkoper).
- Het aardmagnetisch omgevingsveld in Dourbes ca. 49 000 nT (nanotesla).
- Het residuele veld dat nodig is voor paleomagnetische metingen is < 500 nT; voor hersenmetingen < 50 nT.

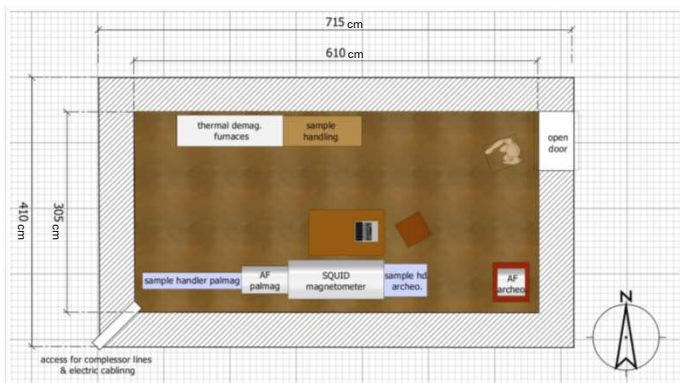


Fig. 2: Plan d'ensemble chambre amagnétique / Algemeen plan magnetische afschermdende kamer

Objectif

- Construction d'une chambre amagnétique avec un champ résiduel < 500 nT.
- Utilisation d'acier électrique et de mu-métal dans une structure à 3 couches :
 - Couche extérieure en acier électrique
 - 2 couches intérieures en mu-métal
- Simulations
 - Prévoir et valider les mises en œuvre
 - Combinaison des effets de la déviation du champ externe (perméabilité) et de l'aimantation rémanente de l'acier électrique
- Explorer les applications dans d'autres domaines (par exemple la médecine)
- Documentation pour des futurs projets similaires

Doel

- Bouw van een groot magnetisch afgeschermd kamer met restveld < 500 nT.
- Gebruik van elektrisch staal en mu-metaal in een 3-lagenstructuur :
 - Buitenste laag: elektrisch staal
 - 2 binnenlagen: mu-metaal
- Simulaties
 - Implementaties voorspellen en valideren.
 - Combineren van effecten van field shunting (permeabiliteit) en remanente magnetisatie van elektrisch staal.
- Onderzoeken van toepassingen op andere gebieden (bijv. geneeskunde).
- Documentatie voor toekomstige soortgelijke projecten.

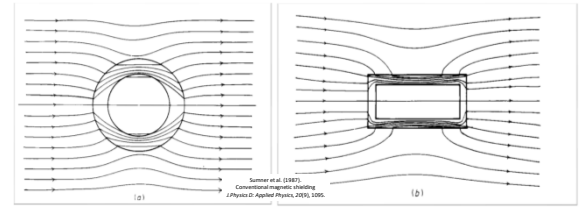


Fig. 1: Field shunting, gauche : blindage cylindrique, droite : blindage cubique / Field shunting, links: cilindervormige afscherming, rechts: kubusvormige afscherming

Simulation informatique et validation sur modèle réel

- L'efficacité du blindage magnétique est simulée à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics, qui fonctionne sur la base de la méthode des éléments finis (MEF).
- La simulation est validée en utilisant plusieurs (petit) configurations physiques.
- Contribue à prévoir le facteur de blindage et à évaluer l'impact de certains choix de conception lors de la construction de la chambre.

Computersimulatie en validatie op echte modellen

- De efficiëntie van de magnetische afscherming wordt gesimuleerd met de COMSOL Multiphysics software, die werkt op basis van eindige-elementenmethode (e.e.m.).
- Simulatie wordt gevalideerd a.d.h.v. meerdere (kleinere) fysieke opstellingen.
- Draagt bij aan het voorspellen van de afschermingsfactor en het beoordelen van de impact van bepaalde ontwerpkeuzes bij de bouw van de kamer.

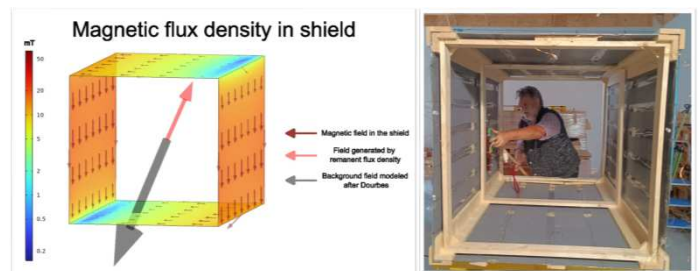


Fig. 3: Simulation / Simulatie

Validation / Validatie



Fig.4: Chambre amagnétique en construction / Magnetische afschermdende kamer onder constructie (08/2024)

État des lieux et perspectives

- La couche extérieure est installée.
- Le mu-métal pour deux couches intérieures est envisagé pour novembre 2024.
- Achèvement prévu pour février 2025.
- Performance attendue : champ résiduel < 50 nT.

Stand van zaken en vooruitzichten

- De buitenste laag is geïnstalleerd.
- Het mu-metaal voor twee binnenlagen is gepland voor november 2024.
- Voltooiing gepland voor februari 2025.
- Verwachte prestaties: restveld < 50 nT.

