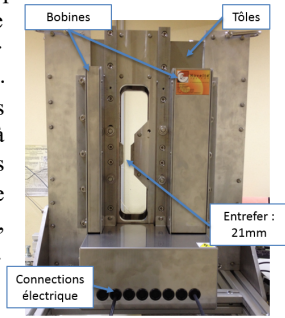


# Banc de test pour la réfrigération magnétique : Prise en compte du comportement non linéaire du gadolinium dans la modélisation multiphysique

A. Plait, S. Giurgea, C. Espanet, T. de Laroche Lambert, P. Nika

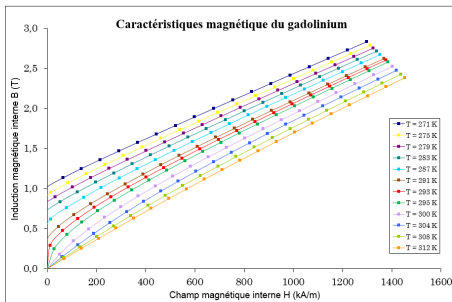
## Contexte et objectifs

■ L'analyse du cycle de réfrigération magnétique actif pour différentes formes d'onde à la fois du champ magnétique et de la vitesse du fluide caloporteur est un problème essentiel pour concevoir et mettre en œuvre des applications de chauffage et de refroidissement basées sur l'utilisation de l'effet magnétocalorique. La modélisation des phénomènes multiphysiques qui se produisent à l'intérieur des régénérateurs magnétocaloriques nécessite le couplage de modèles magnéto-statiques, magnétocaloriques et thermo-fluidiques.



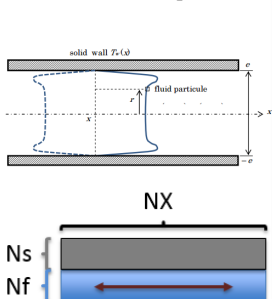
## Modélisation

■ Une modélisation analytique des phénomènes magnéto-statiques est développée en tenant compte du comportement non linéaire du circuit externe ferromagnétique ainsi que du matériau magnétocalorique actif (MCM). Le modèle magnéto-statique calcule les valeurs du champ magnétique et de la densité du flux magnétique en chaque point du volume du régénérateur. Pour cela un réseau de réluctances et la loi de Kirchhoff ont été utilisés.

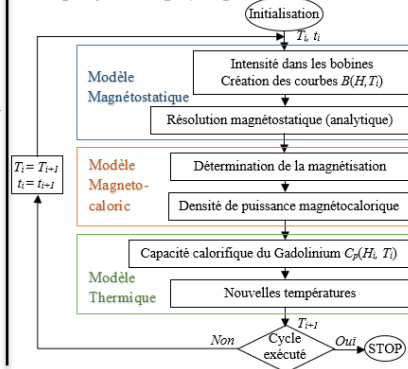


■ Le modèle magnéto-statique a été réalisé de manière à pouvoir être facilement couplé à d'autres modèles. En effet après avoir été couplé dans un premier temps à un modèle thermo-fluidique 1D résolu par différence finie de manière explicite, il a ensuite été couplé à un modèle 2D résolu par différence finie de manière implicite donnant une précision des résultats bien plus importante.

Paramètres fluidique :



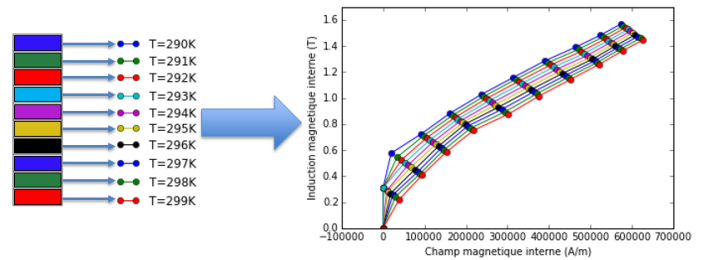
Couplage multiphysique :



## Résultats et comparaison

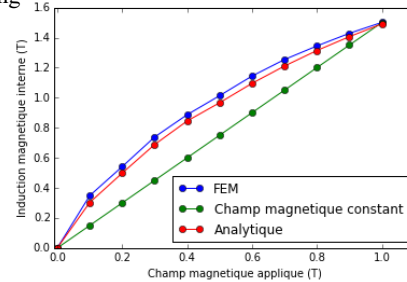
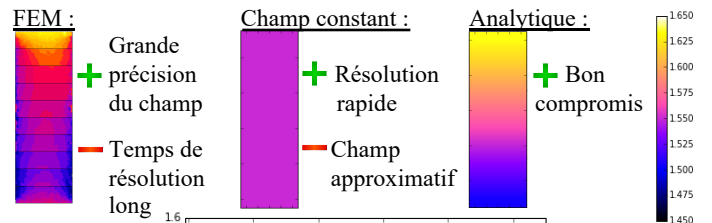
### 1. Induction et champ magnétique

■ Les résultats ont été obtenus pour le calcul du champ magnétique et de la densité de flux magnétique dans une plaque de gadolinium découpée en 10 segments avec des températures comprises entre 290K (côté froid) et 299K (côté chaud). L'induction magnétique et le champ magnétique dépendent clairement de la température, en particulier autour de la température de Curie (293K).



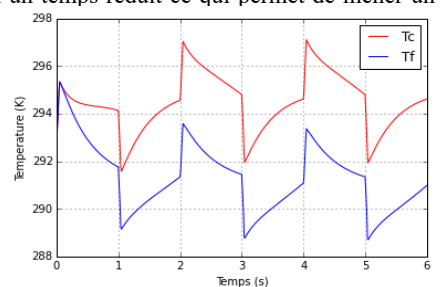
### 2. Comparaison de modèles magnéto-statiques

■ Trois différents modèles magnéto-statiques ont été successivement développés afin de déterminer les caractéristiques internes du gadolinium, par méthode des différences finies, en considérant le champ magnétique constant en tout point du régénérateur et pour finir analytiquement.



### 3. Résultats du couplage multiphysique

■ Le modèle multiphysique qui intègre le modèle magnéto-statique analytique est exécuté en un temps réduit ce qui permet de mener un processus d'optimisation des résultats. On peut observer en exemple, sur la figure ci-contre, l'évolution de la température à chaque extrémités de la plaque.



## Contact

Antony PLAIT  
Tél. 03 84 57 82 20 – E-mail : antony.plait@utbm.fr