

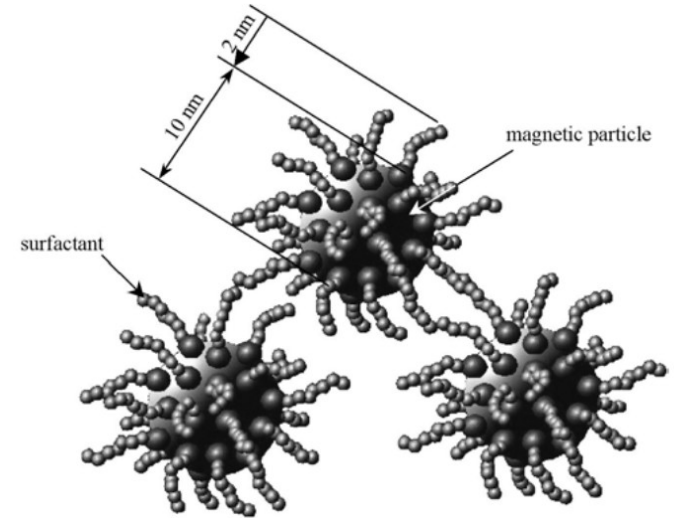
# Etude numérique de l'impact de la magnétoconvection sur le refroidissement d'une bobine par du ferrofluide

Huile minérale aujourd'hui majoritairement utilisée dans les transformateurs électriques

Problèmes environnementaux : toxicité, non-biodégradable, inflammabilité

Idee : la substituer par de l'huile végétale, plus visqueuse,ensemencée de nanoparticules magnétiques

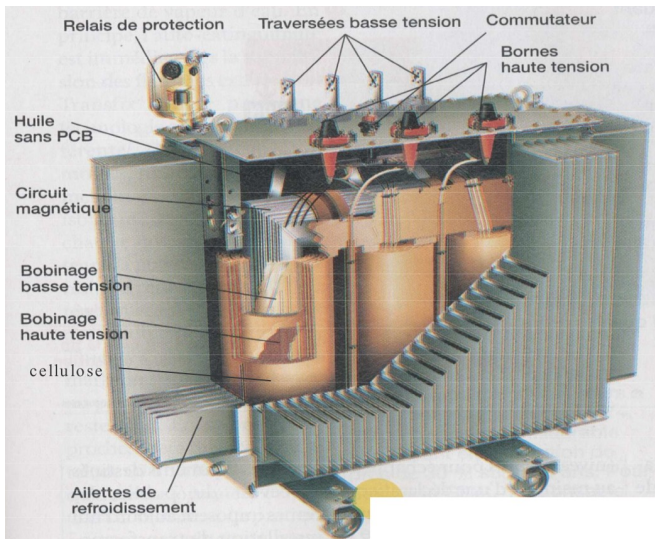
Nanoparticules => magnétoconvection => amélioration du transfert de chaleur



## Nanoparticules dans un ferrofluide

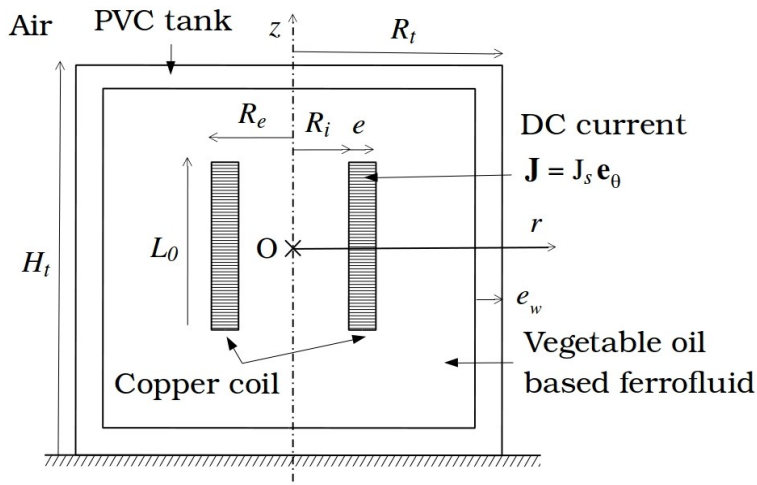
S. Odenbach, Magnetic fluids - suspensions of magnetic dipoles and their magnetic control, J. Phys.: Condens. Matter 15, 2003

Viscosité cinématique à 40°C  
 huile minérale : 10 mm<sup>2</sup>/s  
 huile végétale : 40 mm<sup>2</sup>/s  
 (Y. Bertrand, 22nd International Conference on Electricity Distribution, 2013)



**Transformateur immergé**  
 C. Perrier, Thèse de doctorat, 2005

# Résultats



Modèle simplifié de transformateur

Calcul couplé : magnétostatique –  
fluidique – thermique

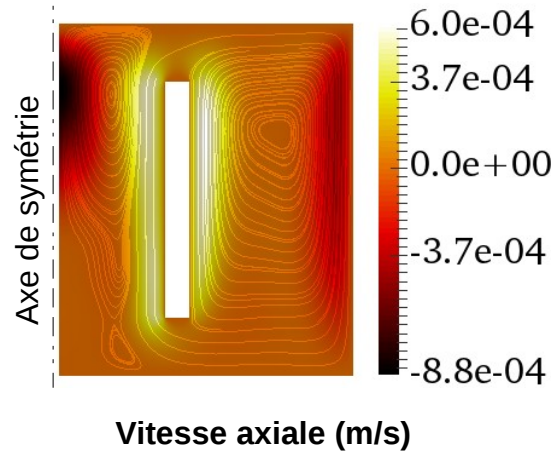
Prise en compte de la force magnétique  
sur le ferrofluide

Observation d'un régime stationnaire et  
d'une axisymétrie de la solution

Abaissement de la température grâce  
aux nanoparticules magnétiques :  
meilleur transfert thermique

Comparaison des champs dans un plan  
méridien en régime stationnaire ( $t = 5000$  s) :

*Huile végétale seule*



*Huile végétale avec  
nanoparticules*

