

Spectroscopie et imagerie par résonance magnétique nucléaire

Application des méthodes RMN & IRM en sciences de l'ingénieur



Activité

Un ensemble de dispositifs RMN et IRM est dédié à l'étude de fluides complexes, de phénomènes de transfert et d'écoulements en milieux poreux.

Spécificités

- Imagerie de concentrations (2D & 3D)
- Vélométrie IRM (2D & 3D)
- Mesures de diffusion et de dispersion
- Écoulements en milieux poreux
- Rhéologie des fluides complexes
- Développement d'antennes RF

Secteurs d'application

- Énergie et efficacité énergétique (hydrogène, stockage de la chaleur)
- Industrie pétrolière, production électrique

Mots-clés

- Vélométrie
- Transferts
- Dispersion
- Fluides complexes
- Milieux poreux
- Antennes RF

Savoir-faire

Conception de dispositifs adaptés à la mesure RMN en sciences de l'ingénieur :

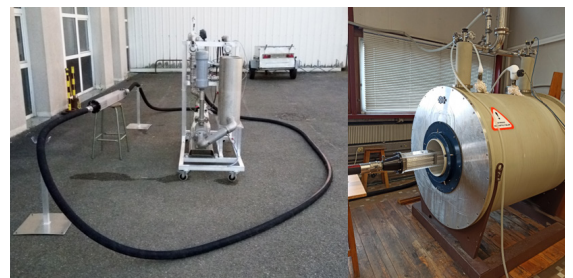
- Boucles fluides, mise en place d'écoulements à travers l'appareil d'IRM
- Applications de contraintes contrôlées à l'échantillon : cellules de compression, hygrométrie et température contrôlées, dispositifs de rhéologie

Conception d'antennes radiofréquences dédiées :

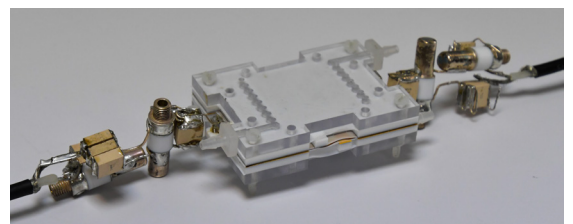
- Simulations électromagnétiques, dimensionnement
- Réalisations adaptées à la taille et à la géométrie de l'application : bobines de surface, de volume, micro-bobines

Développement de méthodes pour la détermination de paramètres physiques :

- Cartes de densité, de vitesse, de température
- Coefficient de diffusion et de dispersion
- Porosité et distribution de taille de pores
- Paramètres rhéologiques de fluides complexes



Boucle fluide à haut débit (pour la caractérisation de l'écoulement dans des assemblages de crayons combustibles)



Résonateur RF plan intégré dans une cellule de pile à combustible

Nos équipements phares

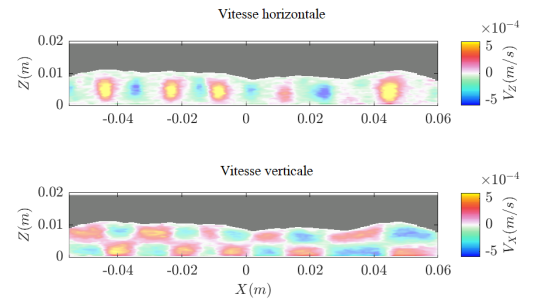
- **Imageur vertical à 600 MHz** (14 T, Bruker Avance III), ouverture maximale 38 mm, accessoires : sonde de diffusion (Diff30), sonde de micro-imagerie (MICWB40), dispositif de rhéologie (cellules de Couette et cônes-plan)
 - **Imageur horizontal à 100 MHz** (2,4 T, Bruker Biospec), ouverture maximale 200 mm, accessoires : boucles fluides, insert de gradient de champ (1 T/m, diamètre 6 cm)
 - **Spectromètre bas champ à 20 MHz** (0.47 T, Bruker Minispec), équipé d'un système de gradient de champ 1 axe (400 G/cm)
- Les deux imageurs font partie de la plateforme RMN de l'Insitut Jean Barriol.

Nos dernières réalisations

Conception de dispositifs et développement de méthodes RMN adaptés à la caractérisation d'écoulements et transferts en milli-canaux :

- Augmenter la sensibilité par le développement de bobines RF et dimensionnement grâce à des simulations sous COMSOL Multiphysics
- Optimisation de séquences et du traitement d'images
- Application de ces méthodes à différents cas d'étude : phénomènes de mélange, suspensions de bactéries

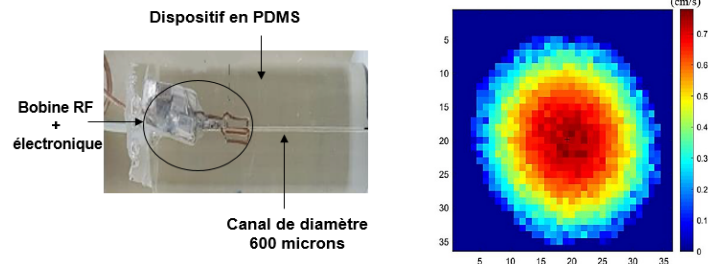
Cartographie de vitesse d'une coupe verticale lors de la fusion d'un matériau à changement de phase dans des conditions de Rayleigh Bénard >



Étude de la convection naturelle dans les matériaux à changement de phase

- Conception d'une cellule de type Rayleigh Bénard
- Cartographie de vitesse dans la phase liquide avec une précision allant jusqu'à 10-5 m/s
- Suivi de l'interface liquide/solide au cours du temps et dans tout le volume : Image 3D

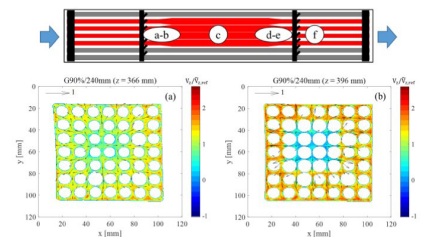
Carte de vitesse (résolution 20 µm) écoulement d'un fluide dans un capillaire de 200µm >



Écoulement dans un assemblage de combustible nucléaire pour la simulation d'un accident de refroidissement

- Vélocimétrie IRM à hautes vitesses (> 3 m/s)
- Géométrie réelle des crayons de combustible endommagés à l'échelle 1
- Observation de zones de sous-vitesses et/ou de zones de recirculation de l'écoulement

Cartes de vitesse dans un assemblage avant (à gauche) et dans la zone de déformation (à droite) [A. V. S. Oliveira, 2020] >



Contact

Jean-Christophe PERRIN
jean-christophe.perrin@univ-lorraine.fr
03 72 74 42 35

Localisation

LEMETA
2 avenue de la Forêt de Haye
BP 90161
54505 VANDOEUVRE CEDEX

Faculté des sciences
Campus boulevard des aiguillettes
BP 70239
546506 VANDOEUVRE CEDEX
Accès : entrée 4A niveau 2