

# **Dossier Scientifique**

## **Introduction**

Du point de vue de la recherche scientifique, l'unité est structurée en cinq thèmes et un projet transversal. Les thèmes et le projet des mathématiques sont :

**1 M4SF** : METHODES MATHÉMATIQUES EN MODELISATION DES MATERIAUX, DES STRUCTURES ET DES FLUIDES

**2 AOPSAN** : PROBLEMES SPECTRAUX, ALGÈBRE NUMÉRIQUE ET METHODES INTEGRALES

**3 FBP** : PROBLEMES A FRONTIERE LIBRE ET APPLICATIONS AUX PHENOMENES DE LUBRIFICATION ET DE VIBRO-IMPACT

**4 ANCEGQ** : ALGÈBRE NON-COMMUTATIVE ET GROUPES QUANTIQUES

**5 TNCPD** : THEORIE DES NOMBRES, COMBINATOIRE ET PROBLEMES DIOPHANTIENS

**6 TRAS** : TRANSFERT RADIATIF DANS LES ATMOSPHERES STELLAIRES (projet transversal)

En mathématiques appliquées, les thèmes de recherche décrits ci-dessous concernent la modélisation mathématique des processus suivants :

1. la formation des matériaux composites,
2. l'extrusion des polymères,
3. la conductivité thermique et les déformations élastiques, visco-élastiques et plastiques des matériaux et des structures,
4. les écoulements à travers les milieux poreux, les écoulements de faible épaisseur,
5. le transfert d'énergie en astrophysique,
6. le frottement et la lubrification,
7. les problèmes de vibro-impact en dynamique.

Nous nous intéressons à la modélisation de ces phénomènes, à des résultats d'existence, d'unicité, de régularité, ainsi qu'au développement de méthodes numériques et asymptotiques. Parmi ces outils nous avons développé, justifié et appliqué :

- la méthode de l'homogénéisation permettant d'effectuer le passage de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique dans la description du phénomène physique ou chimique, comprenant à la fois l'analyse asymptotique d'équations différentielles ou intégrales et la résolution numérique des problèmes auxiliaires, ainsi que du problème homogénéisé ;

- la méthode asymptotique de la réduction de dimension permettant d'effectuer le passage d'un modèle à un modèle de dimension plus petite (passages 3D-1D, 3D-2D, 2D-1D) ; la méthode de décomposition asymptotique du domaine permettant d'effectuer la réduction de dimension pour une partie du domaine et de trouver une conjugaison appropriée entre les modèles des différentes dimensions ; la méthode de l'homogénéisation partielle permettant de passer de l'échelle "micro" à l'échelle "macro" dans une partie du domaine et garder un zoom dans la partie restante du domaine.

- quelques méthodes numériques des volumes finis, des éléments finis et les schémas aux différences finies ainsi que les codes efficaces ;

- les méthodes spectrales de résolution de systèmes d'équations linéaires de grande dimension qui permettent de résoudre les schémas numériques pour plusieurs équations différentielles ou intégrales.

- les techniques de pénalisation pour l'approximation des contraintes unilatérales.

- des méthodes numériques spécifiquement adaptées aux problèmes de vibroimpact, traitant de manière directe les contraintes unilatérales, sans pénalisation.

Ces travaux intéressent les entreprises concernées par la récupération du pétrole, la fabrication de matériaux composites et d'objets plastiques, EDF et le Groupe Transfert de l'Observatoire de Lyon.

Les thèmes de recherche en mathématiques fondamentales font partie de la théorie des nombres et de l'algèbre non commutative. Il y a aussi quelques activités vers la topologie, la combinatoire et la théorie des graphes. En algèbre non-commutative, les études sont consacrées aux problèmes suivants:

- Propriété de Koszul généralisée

- Algèbres enveloppantes quantifiées et classiques. Recherche d'invariants

- Régularité d'anneaux de co-invariants quantiques

- Cohomologies et représentations des algèbres de Hopf et des algèbres de dimension finie

En arithmétique, les thèmes sont :

- Théorie additive des Nombres

- Approximation Diophantienne

- Théorie des Graphes

- Géométrie arithmétique