



HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITÉ

Spécialité : *Physique computationnelle*

Par

Romain Noël

Des algorithmes particuliers pour la surveillance de santé des structures

Quand les particules tapent dans le mille

Travaux présentés et soutenus à Nantes, le 02 avril 2026

Unité de recherche : Université Gustave Eiffel, laboratoire CoSys/SII

Rapporteur avant soutenance :

Michel BERTHIER	Professeur	Université de La Rochelle
Yann FAVENNEC	Maitre de Conférences	Nantes Université
Benjamin GRAILLE	Maitre de Conférences	Université Paris Saclay

Devant le Jury composé de :

Président :			(à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Michel BERTHIER	Professeur	Université de La Rochelle
	Yann FAVENNEC	Maitre de Conférences	Nantes Université
	Benjamin GRAILLE	Maitre de Conférences	Université Paris Saclay
	Bastien CHAPUIS	Chercheur	CEA
	Laurent MEVEL	Directeur de Recherches	Inria
	Laurent NAVARRO	Professeur	Mines St-Étienne
Invité(s) :	Nicolas HAUTIERE	Ingénieur en Chef des Ponts	Université Gustave Eiffel

Titre : Des algorithmes particuliers pour la surveillance de santé des structures

Mot clés : Methode de BOLTZMANN sur réseau, Surveillance de santé des structures, Méthodes numériques, Multi-physique, Multi-échelles

Résumé :

Ce manuscrit d'Habilitation à Diriger des Recherches présente un parcours scientifique consacré au développement et à l'application de la Lattice BOLTZMANN Method (LBM) pour la modélisation numérique de phénomènes physiques multi-échelles. Les travaux menés portent à la fois sur les fondements théoriques de la méthode, son extension à de nouveaux régimes physiques (écoulements complexes, solides) et sa mise en œuvre dans des contextes appliqués relevant du calcul scientifique et du génie des systèmes.

L'ensemble de ces travaux s'accompagne d'une activité d'encadrement, de gestion de

projets, de valorisation et d'animation scientifique, marquant une volonté de structurer et de fédérer une recherche interdisciplinaire autour des méthodes cinétiques pour la simulation numérique.

Le document aborde le renforcement du cadre méthodologique de la LBM par des approches hybrides et multi-régimes, et l'ouverture vers de nouvelles directions, telles que la projection sur des bases multi-résolution, le couplage avec des méthodes particulières, le flux optique ou la mécanique des solides. Une réflexion prospective est également engagée sur l'usage de l'informatique quantique pour la conception de nouveaux algorithmes LBM.

Title: Toward new particles algorithms for structural health monitoring

Keywords: Lattice BOLTZMANN method, structural health monitoring, Numerical methods, Multi-physics, Multi-scale

Abstract:

This Habilitation to supervise Research (HDR) manuscript presents a scientific trajectory devoted to the development and application of the Lattice BOLTZMANN Method (LBM) for the numerical modeling of multiscale physical phenomena. The work carried out focuses on the theoretical foundations of the method, its extension to new physical regimes (complex flows, solids) and its implementation in applied contexts in scientific computing and systems engineering.

All of this work is accompanied by supervision, project management, valorization, and

scientific leadership activities, reflecting a desire to structure and unite interdisciplinary research around kinetic methods for numerical simulation.

The document addresses the enhancement of the LBM methodological framework through hybrid and multi-regime approaches, and the opening up of new directions, such as projection onto multi-resolution bases, coupling with particle methods, optical flow, and solid mechanics. Prospective thinking is also underway on the use of quantum computing for the design of next-generation LBM algorithms.

