

## ABSTRACT

Nom – Prénom	<b>Fumeron Sébastien</b>
Laboratoire de rattachement	LPCT
Intitulé du diplôme HDR	Physique
Titre de l'HDR	Transport phenomena in the presence of curvature and torsion From cosmology to functional materials

### Abstract (français)

Ce manuscrit traite de la gravité analogue, un sujet émergent qui mélange cosmologie, physique de la matière molle et phénomènes de transport. Ce document est divisé en quatre parties principales. Le chapitre 2 établit le cadre conceptuel de la gravitation analogue : il est conçu comme un guide d'utilisation de la géométrie différentielle en présence de courbure et de torsion, illustré par plusieurs exemples tirés de la cosmologie et de la matière condensée. Un accent particulier est mis sur les défauts topologiques (cordes cosmiques, disclinaisons dans les nématiques...), qui serviront de fil d'Ariane tout au long de ce travail. Le chapitre 3 est consacré à des sujets relevant de la cosmologie, y compris les phénomènes de transport en présence d'objets compacts et dans l'univers primordial ; les analogues potentiels de la matière condensée sont discutés. L'idée principale qui anime le chapitre 4 est d'utiliser la courbure/torsion émergente affectant les phénomènes de transport en présence de défauts topologiques « terrestres » pour concevoir des matériaux fonctionnalisés, en particulier des diodes thermiques. L'ingénierie de la géométrie sera également abordée dans le cadre du transport d'électrons dans les nanotubes. Le chapitre 5 se concentre sur l'électrodynamique classique formulée à partir de l'algèbre extérieure. Le calcul extérieur fournit une formulation purement topologique de l'électrodynamique, dite « électrodynamique prémétrique », susceptible de mettre en évidence l'impact spécifique de la géométrie sur le champ électromagnétique.

### Abstract (anglais)

This manuscript is about analogue gravity, an emerging topic that intertwines cosmology, soft-matter physics and transport phenomena. This document divided in four main parts. Chapter 2 establishes the conceptual framework for analogue gravity: it is aimed as a user's guide to differential geometry in the presence of curvature and torsion, illustrated by several examples taken from cosmology and condensed matter. A special emphasis is put on topological defects (cosmic strings, disclinations in nematics...), which will serve as an Ariadne's thread all along this work. Chapter 3 is dedicated to topics arising in a cosmological context, including transport phenomena in the presence of compact objects and in the primordial universe; potential condensed-matter analogs are discussed. The main idea driving Chapter 4 is to use the emerging curvature/torsion affecting transport phenomena in the presence of "terrestrial" topological defects to design functionalized materials, in particular thermal diodes. Engineering of geometry will also be discussed in the framework of electron transport in nanotubes. Chapter 5 focuses on classical electrodynamics formulated from exterior algebra. Exterior calculus provides a purely topological formulation of electrodynamics, known as "premetric electrodynamics", likely to single out the specific impact of geometry on the electromagnetic field.