

# THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes

Spécialité : « Mécaniques des solides, des matériaux, des structures et des surfaces »

Par

**Céline DROUET**

## Développement de méthodes innovantes au service de la sécurité en mer et de la performance environnementale du maritime

De la prévision météo-océan au monitoring intelligent des mouvements de navires

Thèse présentée et soutenue à Saint-Nazaire, le 6 mai 2026

Unité de recherche : GeM

### Rapporteurs avant soutenance :

Jean-François SIGRIST  
Mehmet ERSOY

Ingénieur de recherche, HDR, MEET 2050  
Professeur, HDR, Institut Mathématiques de Toulon (IMAT)

### Composition du Jury :

Président : Prénom Nom Fonction et établissement d'exercice (8) (à préciser après la soutenance)

Examineurs :	Corine MIRAL	Professeur, HDR, Nantes Université
	Stéphanie BARILLON	Chargée de Recherche, HDR, Aix Marseille Université -MOI
	Jean-François SIGRIST	Ingénieur de recherche, HDR, MEET 2050
	Mehmet ERSOY	Professeur, HDR, Institut Mathématiques de Toulon (IMAT)

Dir. de thèse : Pascal CASARI Professeur, HDR, Nantes Université - GeM

### Invité(s)

Bruno COURANT  
Sonia ARROYO GALVEZ  
Jérôme VEDRENNE

Maître de conférence, HDR, Nantes Université - GeM  
Chargée de coordination VAE, Nantes Université  
Directeur Adjoint, CRAIN Technologies, La Rochelle

**Titre :** Développement de méthodes innovantes au service de la sécurité en mer et de la performance environnementale du maritime

**Mots clés :** sécurité en mer, prévision météorologique, vagues, mouvement du navire, IoT, périodes d'accalmie, « waves group », nowcasting

**Résumé :** Les émissions de gaz à effet de serre du secteur maritime sont en hausse continue depuis 2010, contribuant au réchauffement climatique et à l'intensification probable des phénomènes météorologiques extrêmes, avec des conséquences directes sur la sécurité des navires. Ce constat soulève deux questions centrales : comment affiner les prévisions météorologiques ainsi que la compréhension du comportement des vagues et des navires, et dans quelle mesure ces avancées peuvent-elles renforcer la sécurité des opérations tout en contribuant à l'amélioration de la performance environnementale du secteur maritime ?

Une première piste réside dans la réduction de l'écart entre prévisions et observations météorologiques, grâce à l'utilisation de technologies IoT permettant de densifier le maillage d'observation.

Les données collectées en temps réel alimentent directement des outils d'aide à la décision, tels que le nowcasting, et contribuent à améliorer les performances du routage.

Une deuxième piste consiste à effectuer un monitoring de la surface de la mer à proximité du navire et, grâce à des méthodes numériques, à détecter et anticiper la survenue de périodes d'accalmie favorables aux opérations maritimes, ainsi que des groupes de vagues susceptibles de présenter un danger pour leur conduite.

Une troisième piste, visant à mieux maîtriser les risques liés aux opérations maritimes et à limiter indirectement la consommation de carburant, repose sur le monitoring des mouvements du navire et le développement de méthodes numériques permettant d'anticiper la dynamique future du navire ainsi que l'état de mer auquel il est confronté.

**Title :** Development of innovative methods for maritime safety and environmental performance

**Keywords :** maritime safety, weather forecast, , ship dynamics, waves, IoT, quiescent period, waves group, nowcasting

**Abstract:** Greenhouse gas emissions from the maritime sector have been rising continuously since 2010, contributing to climate change and the likely intensification of extreme weather events, with direct consequences for vessel safety. This observation raises two central questions: how can weather forecasting and the understanding of wave behavior and vessel dynamics be refined, and to what extent can these advances strengthen operational safety while contributing to the improvement of the environmental performance of the maritime sector?

A first idea lies in reducing the gap between weather forecasts and observations, through the use of IoT technologies to densify the observation network. Data collected in real time directly feeds decision-support tools.

such as nowcasting and contributes to improving routing performance.

A second idea involves monitoring the sea surface in the vicinity of the vessel and, through numerical methods, detecting and anticipating the occurrence of calm periods favorable to maritime operations, as well as wave groups that may pose a danger to their conduct.

A third idea, aimed at better managing the risks associated with maritime operations and indirectly limiting fuel consumption, is based on monitoring vessel motions and developing numerical methods to anticipate the future dynamics of the vessel as well as the sea state it encounters.