

# HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialité : Constituants élémentaires

Par

**Nicolas THIOLLIÈRE**

**De la simulation des réacteurs nucléaires à la modélisation du mix électrique**

Travaux présentés et soutenus à IMT Atlantique, Amphithéâtre Pascal, le 10 octobre 2024  
Unité de recherche : SUBATECH

## Rapporteurs avant soutenance :

Madame Annick BILLEBAUD	Directrice de recherche, Université Grenoble Alpes
Monsieur Cheikh DIOP	Directeur de recherche, CEA, Université Paris-Saclay
Monsieur Robert JACQMIN	Directeur de recherche, CEA Cadarache

## Composition du Jury :

*Attention, en cas d'absence d'un des membres du jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture*

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (6) (à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Monsieur Adrien BIDAUD	Professeur, Grenoble INP, Université Grenoble Alpes
	Monsieur Patrick BLAISE	Directeur de recherche, CEA Cadarache, Framatome Lyon
	Madame Muriel FALLOT	Professeure, Nantes Université

## Invité(s)

Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice
------------	--------------------------------------

**Titre :** De la simulation des réacteurs nucléaires à la modélisation du mix électrique.

**Mots clés :** réacteurs nucléaire, cycle nucléaire, mix électrique, simulation

**Résumé :** L'invariant des travaux présentés dans ce mémoire est le recours à la modélisation et simulation de systèmes variés.

Les codes de simulation dynamique du cycle permettent de modéliser une grande variété de parcs nucléaires en évolution via une approche centrée sur la représentativité fine des installations et de leurs interactions.

Nous avons développé au laboratoire Subatech le code CLASS qui a permis de faire progresser notre connaissance de la physique du cycle. Ainsi, de nombreux scénarios nucléaires ont pu être réalisés.

Nous présentons dans ce manuscrit les innovations méthodologiques qui nous ont permis de produire des analyses physiques concernant le multi-recyclage du plutonium dans les Réacteurs à Eau sous Pression (REP).

L'électrification des usages, pierre angulaire de la stratégie française pour décarboner le mix énergétique pourrait s'appuyer sur la production d'Énergies Renouvelables et de nucléaire de 3<sup>ème</sup> génération.

L'échelle du mix électrique apparaît également comme pertinente pour aborder les scénarios d'évolution du nucléaire. Les problématiques d'intérêt concernent alors sur la manœuvrabilité des réacteurs et la gestion avancée des combustibles usés.

Les modèles de mix électrique représentent usuellement le nucléaire de manière simplifiée. Nous montrerons qu'une démarche interdisciplinaire basée sur une modélisation fine du système nucléaire peut fournir de bons indicateurs de résilience du futur mix électrique.

**Title :** From nuclear reactor simulation to power mix modeling

**Keywords :** Nuclear reactors, nuclear fuel cycle, electricity mix, simulation

**Abstract:** The invariable feature of the work presented in this thesis is the use of modeling and simulation of a wide variety of systems.

Dynamic cycle simulation codes can be used to model a wide variety of evolving nuclear plants, using an approach that focuses on the fine representativeness of facilities and their interactions.

At the Subatech laboratory, we have developed the CLASS code, which has advanced our knowledge of cycle physics. As a result, many nuclear scenarios have been realized.

In this manuscript, we present methodological innovations that lead us to produce physical analyses of plutonium multi-recycling in Pressurized Water Reactors (PWRs).

The electrification of end-use consumption, one of the key points of the French strategy to decarbonize the energy mix, could be based on the production of Renewable Energies and on the 3rd generation of nuclear reactors.

The scale of the electricity generation mix also appears to be relevant for nuclear evolution scenarios. The issues of interest here concern reactor flexibility and advanced spent fuel management.

Electricity mix models usually represent nuclear power in a simplified way. We will show that an interdisciplinary approach based on detailed modeling of the nuclear system can provide good indicators of the resilience of the future electricity mix.