



**université PARIS-SACLAY**

# « MODÉLISATION D'ÉLÉMENTS TRACES (T, $^3\text{H}$ , ND, $^{14}\text{C}$ ) EN MER MÉDITERRANÉE POUR L'ÉTUDE DES CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES ET DE LA CIRCULATION OCÉANIQUE » PAR MOHAMED AYACHE

**Discipline : météorologie, océanographie, physique de l'environnement /  
Laboratoire de recherche LSCE - Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement**

## **Résumé :**

Dans cette thèse nous avons simulé la distribution d'éléments traces en Méditerranée, dans le but de mieux contraindre la circulation thermohaline et les cycles biogéochimiques. Pour cela, nous avons utilisé le modèle dynamique à haute résolution NEMO-MED12 couplé avec le modèle de biogéochimie marine PISCES. La Méditerranée offre un cadre particulièrement attrayant pour l'étude des traceurs géochimiques. Il s'agit d'une mer semi-fermée, ce qui permet de mieux contraindre les différentes sources et puits des éléments (poussières atmosphériques, fleuves ...). Plus particulièrement, nous avons modélisé le tritium ( $^3\text{H}$ ), traceur transitoire couramment utilisé pour l'étude de la

variabilité interannuelle de la circulation thermohaline. Nous avons aussi simulé les isotopes de l'hélium ( $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ), traceurs conservatifs injectés par l'activité volcanique sous-marine et les sédiments, pour contraindre la circulation profonde. Nous nous sommes intéressés également à la composition isotopique du Néodyme (Nd), traceur permettant d'étudier les échanges de matière avec les marges continentales, ainsi qu'à la modélisation du radiocarbone ( $^{14}\text{C}$ ), qui permet d'avoir des informations uniques sur les variations de la circulation thermohaline et des processus de mélange sur les périodes récentes et passées. Cette ensemble de simulations nouvelles et la confrontation avec des observations récentes d'éléments traces issues de différents programmes d'observation (GEOTRACES, METEOR, PALEOMEX), a apporté une expertise nouvelle et supplémentaire sur la dynamique et les cycles biogéochimique en mer Méditerranée. Ce travail contribue à améliorer le modèle régional NEMO/Med12 /PISCES développé pour ce bassin, apporte une expertise essentielle pour développer notre aptitude à prévoir l'évolution future de ce bassin sous la pression du changement anthropique.

#### **Abstract :**

Useful diagnostics of the ventilation of the ocean's interior are derived from geochemical tracers characterized by simple boundary conditions at the ocean's surface, and a conservative behavior in marine waters. In this thesis, we simulated explicitly some trace elements distribution in the Mediterranean to better constrain the thermohaline circulation and biogeochemical cycles. We used a high resolution physical/biogeochemical model NEMO-MED12-PISCES. The Mediterranean offers a particularly attractive setting for studying geochemical tracers. It's a semi-enclosed basin, which makes it easier to quantify the various sources and sinks of the elements (atmospheric dust, rivers ...). In particular, we modeled tritium ( $^3\text{H}$ ), a transient tracer currently used for the study of the interannual variability of the thermohaline circulation. We also simulated helium isotopes ( $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ), useful tracers for investigating the deep ocean circulation. We have simulated the isotopic composition of neodymium (Nd), tracer adapted to investigate the exchanges between dissolved/particulate phases, with the continental margins, and to constrain the modern and paleo thermohaline circulation, as well as radiocarbon ( $^{14}\text{C}$ ), an ideal tracer for studying air-sea gas exchange and for assessing the ventilation rate of the deep water masses over very long timescales. This study is part of the work carried out to assess the robustness of the NEMO-MED12 model, which will be used to study the evolution of the climate and its effect on the biogeochemical cycles in the Mediterranean Sea, and to improve our ability to predict the future evolution of the Mediterranean Sea under the increasing anthropogenic pressure.

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**M. Jean-Claude DUTAY**, Directeur de recherche, CEA - Directeur de these

**M. Philippe JEAN-BAPTISTE**, Directeur de recherche, CEA - CoDirecteur de these

**Mme Melika BAKLOUTI**, Professeur, MIO - Rapporteur

**Mme kazuyo TACHIKAW**, Directeur de recherche, CEREGE - Rapporteur

**Mme Karine BERANGER**, Directeur de recherche, LTHE -HMCIS - Examineur

**M. Paolo MONTAGNA**, Chercheur, Istituto di Scienze Marine (ISMAR) - Examineur

**M. Matthieu ROY-BARMAN**, Professeur, LSCE-UVSQ - Examineur

**Contact :**

DREDVAL - Service FED : [theses@uvsq.fr](mailto:theses@uvsq.fr)