



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Geoscience 337 (2005) 1065–1074



COMPTES RENDUS

GEOSCIENCE

<http://france.elsevier.com/direct/CRAS2A/>

Océanographie

Assimilation de données dans un modèle d'écosystème marin de la mer Ligure

Stéphanie Magri^a, Pierre Brasseur^{b,*}, Geneviève Lacroix^c

^a Ifremer, BP 70, 29280 Plouzané, France

^b LEGI/CNRS, BP 53X, 38041 Grenoble, France

^c MUMM, 100 Gulledele, 1200 Bruxelles, Belgique

Reçu le 18 août 2004 ; accepté après révision le 3 mai 2005

Disponible sur Internet le 21 juillet 2005

Présenté par Lucien Laubier

Résumé

L'objectif de ce travail consiste à explorer les potentialités de méthodes d'estimation statistique séquentielle afin d'assimiler des observations dans un modèle biologique de production primaire, couplé à un modèle hydrodynamique unidimensionnel vertical, caractérisé par une fermeture turbulente de type $k-l$. La méthode d'assimilation est dérivée du filtre SEEK (*Singular Evolutive Extended Kalman filter*), qui utilise pour la statistique d'erreur une base réduite représentée par des fonctions empiriques orthogonales (EOFs) multivariées. Des expériences d'assimilation de données réelles collectées en mer ont été réalisées afin de reconstruire de façon réaliste la variabilité de l'écosystème de la mer Ligure durant les campagnes FRONTAL. **Pour citer cet article :** S. Magri et al., C. R. Geoscience 337 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Data assimilation in a marine ecosystem model of the Ligurian Sea. The objective is to explore the potentialities of sequential statistical estimation methods to assimilate observations in a primary production biological model coupled to a vertical 1D hydrodynamical model characterised by a $k-l$ turbulent closure. The assimilation method is derived from the SEEK filter (*Singular Evolutive Extended Kalman filter*), which uses an error subspace represented by multivariate empirical orthogonal functions (EOFs). Real data assimilation experiments collected at sea have been realised to reconstruct the variability of the Ligurian Sea ecosystem during the FRONTAL field experiment. **To cite this article:** S. Magri et al., C. R. Geoscience 337 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Océanographie physique/biogéochimique ; Modélisation numérique ; Assimilation de données ; Filtre de Kalman ; Mer Ligure

Keywords: Physical/biogeochemical model; Numeric modelling; Data assimilation; Kalman filter; Ligurian Sea

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : pierre.brasseur@hmg.inpg.fr (P. Brasseur).

Abridged English version

Data assimilation has been conducted in a one-dimensional, coupled physical–ecosystem model of the upper ocean in order to improve the realism of the simulations and to predict the biogeochemical state of the ocean in a realistic way.

The coupled model (*Modèle d'Écosystème du GHER et du LOV* – MODECOGeL) simulates the primary production in a coastal zone of the Ligurian Sea in the northwestern Mediterranean Sea, where oligotrophic conditions prevail. The ecosystem dynamics is represented by twelve compartments expressed in nitrogen units. The model takes into account nitrate and ammonium to distinguish new production from regenerated production, three compartments of phytoplankton (pico-, nano- and micro-phytoplankton) and three compartments of zooplankton (nano-, micro- and mesozooplankton), two types of particulate organic nitrogen, dissolved organic nitrogen and bacteria for a representation of the microbial loop. The coupling with a hydrodynamic model determines the physical constraints associated to the development of a seasonal mixed layer. The stratification of the water column and the associated vertical turbulent diffusivities, are key parameters of the evolution of the marine ecosystem. The model is constrained by heat fluxes and wind stress at the air–sea interface according to real meteorological data. The coupled system has been developed and validated on the basis of field data collected during the FRONTAL campaigns between 1984 and 1988 at two stations located along a transect between Nice and Calvi.

The assimilation method is based on the Singular Evolutive Extended Kalman (SEEK) filter, which is a reduced-order assimilation scheme. The error subspace is decomposed into multivariate Empirical Orthogonal Functions (EOFs) of the system's variability. The SEEK filter computes sequential corrections of the model trajectories, taking into account the balance between the confidence of the model prediction and the accuracy of the observed quantities. The experiment presented here concerns nitrate and chlorophyll *a* profiles assimilation. In the usual case, the error subspace EOFs are evaluated using the model variability as a proxy of the system variability. But in this work, the originality is to use EOFs deduced from observations. This approach permits to introduce processes

that could not be represented by a vertical 1D model alone.

1. Introduction

Le modèle MODECOGeL (MODèle d'ÉCOsystème du GHER et du LOV) [10] a été développé en vue de représenter l'écosystème marin de la mer Ligure, située en Méditerranée occidentale. Il s'agit d'un modèle unidimensionnel vertical de production primaire, couplé à un modèle de couche de mélange océanique. Ce dernier a fait l'objet d'une validation détaillée [10, 12] à partir de données prélevées le long d'une radiale reliant Nice à Calvi au cours des différentes missions FRONTAL [16] réalisées entre le 12 mars 1984 et le 19 décembre 1988. Des conditions de vent et de flux de chaleur, évaluées sur la base de données météorologiques réelles, sont imposées au modèle hydrodynamique. Le modèle biologique est, quant à lui, basé sur le cycle de l'azote, décrit par douze variables d'état, incluant plusieurs classes de taille planctoniques et une description explicite de la boucle microbienne.

Bien que le modèle MODECOGeL simule de façon satisfaisante l'écosystème de la mer Ligure, ce dernier présente un certain nombre de limitations, résultant de l'hypothèse d'homogénéité horizontale, de l'usage de forçages atmosphériques imparfaits ou encore de paramétrisations approximatives des processus dynamiques. Ainsi, Lacroix [10] a pu identifier une tendance généralisée au réchauffement ainsi qu'une dérive en sel sur cinq années consécutives de simulation, une sous-estimation des concentrations en nitrate, ou encore des maxima chlorophylliens trop élevés. Lacroix et Grégoire [12] mettent également en évidence une surestimation de la profondeur de la nitracline dans les simulations, probablement due à l'absence de processus d'advection verticale dans le modèle 1D.

Une piste pour corriger ces tendances consiste à appliquer, parallèlement au modèle, une méthode d'assimilation de données qui a pour objectif de fournir une représentation plus réaliste du système, en utilisant de manière optimale toutes les informations provenant du modèle et des observations. L'assimilation de données est réalisée au moyen du filtre SEEK (*Singular Evolutive Extended Kalman filter*) [17], méthode dérivée du filtre de Kalman, qui utilise un principe de réduction d'ordre afin de rendre l'algorithme praticable sur

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/9462059>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/9462059>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)