

A dramatic sunset over the ocean. The sky is filled with large, dark clouds that are illuminated from below by the setting sun, creating a golden glow. The sun is low on the horizon, and its light reflects on the water's surface. In the foreground, a wooden pier extends into the water, and a small boat is visible on the horizon.

*Assimilation de  
données*

# Analyse & Assimilation de données

## **cours M2 SOAC:**

- poser les questions à: francois.bouttier@meteo.fr
- docs sur web <http://assim.chocolate.fr/>

## **contrôle:** rapport sur article scientifique en anglais,

Lire les instructions sur le site web:

- travail individuel
- choix dans une liste d'articles (liste sur web)
- pas plus de 2 étudiants par article
- résumer la problématique, la méthode, discuter les limites, en quelques pages.
- rapport écrit à rendre avant le **30 novembre**

## Cours d'assimilation de données M2

contact: [francois.bouttier@meteo.fr](mailto:francois.bouttier@meteo.fr)

Diapos du M2-OTSU ISAE

[Introduction](#)

[Météo: les bases](#)

[Météo: exemple de prévision](#)

[Atmosphère: prévision](#)

[Atmosphère: modèles numériques](#)

[Climat: simulation](#)

[Assimilation: Réseaux d'observation](#)

[Assimilation: Comparaison modèle/observation](#)

[Assimilation: Opérateur d'observation](#)

[Assimilation: Analyse Objective](#)

[Assimilation: Cycle d'Assimilation](#)

[Assimilation: algos BLUE, 3D/4DVar](#)

[Assimilation: Covariances R et B](#)

[Assimilation: KF et méthodes stochastiques](#)

[Prévision d'ensemble](#)

Diapos du M2-SOAC Univ de Toulouse

[Introduction](#)

[Assimilation: Réseaux d'observation](#)

[Assimilation: Comparaison modèle/observation](#)

[Assimilation: Opérateur d'observation](#)

[Assimilation: Analyse Objective](#)

[Assimilation: Cycle d'Assimilation](#)

[Assimilation: algos BLUE, 3D/4DVar](#)

[Assimilation: Covariances R et B](#)

[Assimilation: KF et méthodes stochastiques](#)

Compléments

[Compléments sur le BLUE](#)

[TP analyse BLUE: diapos](#)

[TP analyse BLUE: code python](#)

[Résumé du cours "sans équations"](#)

[Rappels mathématiques](#)

[Cours écrit long](#)

Contrôle par commentaire d'article:

- [Instructions et mot de passe](#) (lecture réservée aux étudiants du M2SOAC et ISAE)
- [Articles](#) (76Mb)
- [Articles \(lien de secours\)](#) (76Mb)

Les articles sont dans un fichier zip protégé par mot de passe. Ce dernier est dans le texte des Instructions ci-dessus.

# offre de sujets 2021

prendre contact: francois.bouttier@meteo.fr

lieu: laboratoire CNRM, Toulouse (cotutelle Météo-France/CNRS "université de Toulouse")

- **prévision immédiate** (0-3h) des pluies intenses: fusion modèle de prévision et obs radar, production d'alertes aux inondations. Sujet de stage orienté R&D (prolongeable par une thèse)
- prévisibilité du **système couplé océan-atmosphère** à l'échelle régionale. Sujet de thèse orienté physique (collab. Météo-France / Mercator)
- détection des **erreurs de modélisation météo** par des simulations de référence "LES" de la couche limite à ultra-haute résolution. Sujet de stage orienté physique (prolongeable par une thèse)
- autres thèmes de stage ou thèse, montables selon intérêt:
  - **inondations méditerranéennes**: post-mortem et prévision
  - prévision de **phénomènes à fort impact**: grêle, transition pluie/neige, brouillard...

# Pourquoi un cours d'analyse de données ?

- Préparer l'*état initial* d'un modèle numérique pour faire une simulation
- Pour aider à l'interprétation des mesures: "*séparer le signal du bruit*"
- Pour visualiser des données, les présenter sous forme *homogène* dans l'espace et dans le temps (sur une "grille")
- et aussi: détecter les mauvaises données, analyser l'évolution du climat, optimiser des systèmes d'observation...
  
- Dans ce M2:
  - observations de qualité variable
  - irrégulièrement disposées
  - pas faciles à comparer à un modèle
- **Analyse** = synthèse des données à un instant précis
- **Assimilation** = fusion modèle/observation = succession d'analyses à l'aide d'un modèle numérique d'évolution physique.

## Bibliographie

Fondamentaux de météorologie - S. Malardel

Ed. Cépadues ISBN 978-2854-286311

Eugenia Kalnay - Atmospheric modeling, data assimilation and predictability

Cambridge University Press ISBN 0-521-79179

Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing

W. Press, S. Teukolsky, W. Wetterling, B. Flannery

Cambridge University Press ISBN 978-0-521-88068-8

Wilks DS. 2006. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, 2nd Ed., London, Academic Press, 627 pp.

Hastie and Tibshirani. Elements of statistical learning. Stanford University.

<http://www.ecmwf.int> -> Learning -> Education material

# Plan du cours

- Introduction: but, état de modèle, opérateur d'observation
- Analyse objective, interpolation, régression, covariance de champs, analyse en composantes principales
- Cycle d'assimilation
- Estimateur optimal aux moindres carrés: BLUE, 3DVar, 4DVar, filtre de Kalman
- Modélisation des erreurs: d'observation, d'ébauche, de modèle
- Méthodes stochastiques: statistiques, prévision d'ensemble, filtres à particule
- Aspects pratiques

A dramatic sunset over the ocean. The sky is filled with large, dark clouds, with bright sunlight breaking through, creating a golden glow and long rays of light. The sun is low on the horizon, reflecting on the water. In the foreground, a wooden pier extends into the water. A small boat is visible on the water in the distance.

*Merci pour votre  
attention*