

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

*Analyse &
Assimilation de
données*

Analyse & Assimilation de données

cours M2 SOAC:

- contact: francois.bouttier@meteo.fr
- docs sur web <https://assim.chocolate.fr/>

contrôle: rapport sur article scientifique en anglais, instructions sur le site web:

- travail individuel, pas plus de 2 étudiant(e)s par article
- choix dans une liste d'articles (fournis sur le site)
- résumer en **~4 pages** la problématique, la méthode, et **faire des commentaires personnels** (critiques, idées pour la suite...)
- se concentrer sur les idées de l'article, éviter les banalités à la chatGPT
- envoi par mail, max 6Mo (sinon utiliser partage de fichier)
- rapport écrit à rendre avant le **5 novembre**

Cours d'assimilation de données M2

contact: 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.

But de l'analyse de données ?

- Préparer l'**état initial** d'un modèle numérique pour faire une simulation
- Aider à l'**interprétation** des mesures: *séparer le signal du bruit, analyser l'évolution du climat...*
- *détecter/filtrer les **mauvaises données** : le "contrôle qualité"*
- **Visualiser** les données pour mieux communiquer
- Pour **entraîner des modèles IA** : **données sous forme homogène** dans l'espace et dans le temps (sur une "grille")
- optimiser des réseaux d'observation, etc...

But de l'analyse de données ?

Spécificités du domaine M2SOAC :

- observations de qualité variable
- irrégulièrement disposées et souvent rares
- difficiles à comparer à un modèle (ex: satellites)
- grands modèles numériques (ex: 3D météo, oceano)

Jargon :

- **Analyse** = synthèse des données à un instant précis
- **Assimilation** = succession d'analyses avec un modèle numérique d'évolution physique (= fusion modèle + observations)
- **Réanalyse** = assimilation longue d'une période passée, pour retracer l'histoire du climat

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

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

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.

<https://scipy.org/> # outils numériques de base (python)

<https://scikit-learn.org/stable> # librairies d'apprentissage (python)

<https://docs.pytorch.org/tutorials/> # environnement IA pytorch (python)

<https://www.fidle.cnrs.fr/> # cours d'IA en vidéos, gratuit et en français

Plan du cours (~11h)

- 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, prévision d'ensemble, filtres à particule
- Introduction aux outils d'IA

A dramatic sunset over the ocean. The sky is filled with large, dark, billowing clouds that are illuminated from below by the setting sun, creating a golden glow. The sun is positioned low on the horizon, casting a bright, shimmering reflection across the water's surface. In the foreground, a wooden pier with a railing extends from the bottom left towards the center of the frame. A small boat is visible on the water in the middle distance. The overall scene is serene and captures the beauty of a late afternoon coastal view.

*Merci pour votre
attention*