

# Deuxième journée "Méthodes statistiques spatio-temporelles en environnement"

Le 03 octobre 2008  
Salles 004-006, Bâtiment 22  
Campus de Beaulieu, Rennes  
<http://pagesperso.univ-brest.fr/~ailliot/journee2.html>

## Programme

**09h30-09h45** Accueil, café

**09h45-10h15** Nicolas RAILLARD (IFREMER-IRMAR)

**10h15-10h45** Bertrand SAULQUIN (IFREMER)

**10h45-11h00** Pause

**11h00-11h30** Anne CUZOL (Université de Bretagne Sud)

**11h30-12h00** Myriam VIMOND (ENSAI)

**12h00-13h30** Déjeuner à la cafétéria du bâtiment 27

**13h30-14h00** Mohamed Bassam BEN TICHAN (IFREMER-Telecom Bretagne)

**14h00-14h30** Bertrand CHAPRON (IFREMER)

**14h30-14h45** Pierre LE BORGNE (Météo-France)

**14h45-15h30** Discussion

## Résumés

### **Fusion de données de différentes sources pour l'émulation de champs de vent à haute résolution spatiale et temporelle.**

Mohamed Bassam Ben Ticha, IFREMER-Telecom Bretagne

Résumé : De nombreuses applications nécessitent l'alliance d'une haute résolution spatiale et d'une haute résolution temporelle pour les champs de vent. On peut citer comme exemple la cartographie de la ressource éolienne offshore. Actuellement, les données à haute résolution spatiales sont associées à une basse résolution temporelle. Le travail proposé ici, consiste à tirer avantage des différentes sources de données existantes et les combiner pour générer une nouvelle série de donnée alliant la haute résolution spatiale de certaines données disponibles et la haute résolution temporelle d'autres données. Le schéma de fusion de données se base sur l'hypothèse que deux champs de vent similaires à basse résolution spatiale sont similaires à haute résolution spatiale. Pour un ensemble de champs de vent similaires, on peut donc associer un champ de vent à haute résolution spatiale. Ce dernier contient les structures à haute résolution spatiale qui peuvent être injectées dans les champs de vent à basse résolution spatiale. Le regroupement des champs de vent similaires se fait au travers d'une classification. Le but de la classification est de former des groupes distincts de champs de vent. Chaque groupe contient des champs de vent ayant le même comportement spatial. A chacun de ces groupes on associe une mesure à haute résolution spatiale. Cette mesure à haute résolution spatiale sert à établir une fonction de transfert pour chaque classe. Une fois qu'une fonction de transfert est associée à chaque classe, cette fonction est appliquée sur les autres mesures de la classe pour la synthèse de la haute résolution spatiale. On obtient ainsi une série de champs de vent à haute résolution spatiale et haute résolution temporelle.

### **Estimation et suivi de champs de vitesses d'écoulements fluides à partir de séquences d'images**

Anne Cuzol, Université de Bretagne Sud

Le problème d'estimation de champs de vitesses à partir d'une séquence d'images est formulé comme un problème de filtrage stochastique. Le filtre combine un processus de diffusion issu d'une formulation stochastique de l'équation de Navier-Stokes 2D sous sa forme vorticité-vitesse, et des observations discrètes extraites de la séquence d'images. Le problème de filtrage non linéaire associé est résolu par la technique du filtrage particulaire. Des résultats sont présentés sur des séquences synthétiques et des applications réelles en mécanique des fluides et météorologie.

### **Ajustement des champs de températures de surface de la mer d'origine satellitaire sur l'Atlantique**

Pierre Le Borgne, Météo-France  
Françoise Orain, Météo-France  
Hervé Roquet, Météo-France

Le calcul de la Temperature de Surface de la Mer (TSM) à partir de mesures radiométriques effectuées à partir de plateformes satellitaires a atteint une maturité opérationnelle depuis plus de 10 ans. De nombreux produits, issus de mesures effectuées dans l'InfraRouge, ou en hyperfréquences (microondes) sont produits et diffusés, généralement en temps réel, par des agences telles qu'EU-METSAT, NOAA, ESA, etc.. Le CMS, en tant que membre du SAF (Satellite Application Facility) Ocean et Glace de Mer d'EUMETSAT est l'une des agences produisant opérationnellement des TSM, à partir des satellites météorologiques Européens (MSG et METOP). Les données de TSM sont maintenant bien plus abondantes que celles produites classiquement par les bouées ou navires. Issues de capteurs ou de chaînes de traitement divers, elles sont cependant parfois incohérentes. La communauté internationale dans ce domaine, organisée au sein du GHRSSST-PP (Godae High Resolution Sea Surface Pilot Project) a défini des normes concernant le format des données et la caractérisation simple des erreurs de chaque produit. Un premier pas technique essentiel a donc été effectué avec succès, puisque toutes les agences se conforment maintenant à ces normes. Ceci a facilité l'utilisation conjointe de toutes les données disponibles de TSM, en particulier dans des schémas d'analyses objectives. Des études de cette nature ont été réalisées au niveau Européen dans le cadre du projet ESA Medspiration (couverture de la Méditerranée à 2km de résolution), relayé par le projet EU MERSEA (couverture de l'Atlantique à 5 km et de l'océan mondial à 10 km de résolution). L'utilisation conjointe des données a montré l'existence de biais intercapteurs, qui peuvent atteindre localement quelques K. Cette situation était jusqu'à présent mal décrite par les méthodes classiques de validation sur des mesures de bouées. Ces biais posent des problèmes aux schémas d'analyses, mais constituent également une source d'information sur les erreurs de chaque capteur. Le problème général posé est donc de corriger ces biais intercapteurs, mais aussi de les caractériser pour en comprendre l'origine. Les capteurs utilisés pour le calcul de la TSM sont les suivants :

- Capteurs IR sur des plateformes géostationnaires : MSG/SEVIRI, imageurs de GOES-E et -W, imageur de Mtsat
- Capteurs IR sur des satellites à défilement : NOAA/AVHRR, METOP/AVHRR, TERRA/MODIS, AQUA/MODIS, ENVISAT/AATSR
- Capteurs microondes sur des satellites à défilement : AQUA/AMSRE, TRMM/TMI

Parmi ces radiomètres, l'AATSR joue un rôle singulier, puisqu'il a été conçu spécialement pour la mesure de la température de surface de la mer. Ses caractéristiques de visée (double visée d'un même point de la surface) ainsi que son faible bruit radiométrique garantissent la restitution de la TSM avec une précision de 0.3K. Il peut donc servir de référence pour corriger les biais des autres capteurs. Dans le cadre de MERSEA, le CMS a développé une méthode élémentaire de correction de biais basée sur la comparaison des données de chaque capteur avec la TSM déduite de l'AATSR. Cette méthode donne des résultats à peu près satisfaisants, mais elle demande à être reprise et optimisée. C'est le but de cette étude. Une base de données a été constituée au CMS dans le cadre de MERSEA, de Mars 2007 à Avril 2008 (elle se poursuit actuellement) comportant sur un domaine Atlantique (100W-45E, 60S-60N) les données de températures de surface issues de AATSR, SEVIRI, NOAA/AVHRR, AMSRE, TMI ainsi que les mesures bouées. Les données se présentent sous la forme de fichier netcdf contenant une synthèse quotidienne des données (par source), associée au terme correctif calculé par la méthode prototype du CMS. Le CMS propose une étude s'appuyant sur cette base de données pour

1. déterminer les caractéristiques spatio-temporelles des erreurs de TSM déterminées par différences avec AATSR
2. faire un examen critique de la méthode prototype
3. proposer une méthode alternative
  - basée sur une utilisation simultanée de toutes les sources de données,
  - utilisant une autre approche statistique

## **Modèles géostatistiques spatio-temporels pour la hauteur des vagues dans l'atlantique Nord**

Nicolas Raillard, IFREMER-IRMAR

Une spécificité de nombreuses bases de données environnementales est leur caractère spatio-temporel : on s'intéresse en effet aux niveaux de variables et à leur évolution (vent, vagues, pollution, température...) sur un maillage plus ou moins fin et régulier de capteurs. On sait qu'il existe des modèles déterministes d'évolution, pour la plupart des modèles de dynamique des fluides, mais ces modèles sont complexes, et on en connaît que des solutions approchées, obtenues par des méthodes numériques lourdes. Ce caractère numérique est un obstacle à la prévision, et surtout à l'interpolation sur une grille plus fine. D'où l'idée de modéliser le processus sous-jacent de génération des données par un processus aléatoire. La question centrale de cette modélisation aléatoire est la prise en compte de la structure de dépendance du processus générateur.

Lors de cette présentation, nous nous intéresserons aux données de hauteur de vagues dans l'atlantique nord. Après un rappel sur les outils de la géostatistique dans le cadre spatio-temporel dont nous disposons, nous étudierons leurs facultés respectives à modéliser le comportement des états de mer.

## **Constitution de champs de données température et chlorophylle sur dix ans par interpolation d'images satellite**

Bertrand Saulquin, IFREMER  
Francis Gohin, IFREMER

Une base considérable de données quotidiennes de la température de surface de la mer et de la chlorophylle (biomasse du phytoplancton) a été accumulée depuis respectivement vingt et dix ans. Les capteurs en jeu ont la même résolution, de l'ordre du kilomètre, et la même sensibilité aux nuages (opacité). Les images sont donc partiellement masquées. L'interpolation de ces données pour reconstituer des champs réguliers sans trous se fait par krigeage (géostatistique) de l'anomalie par rapport à une moyenne historique. La méthode fonctionne particulièrement bien pour la température mais du fait de la forte variabilité de la chlorophylle sur le plateau continental une approche différente pourrait peut-être mieux rendre la finesse des structures. On peut donc imaginer à l'avenir tirer une meilleure information de l'immense archive pour, par exemple, extraire du passé des structures locales basées sur des ressemblances entre situations sans émettre l'hypothèse forte du krigeage imposant la stationnarité des accroissements.

## **Estimation des paramètres de translation, de rotation et d'échelles entre des images bruitées utilisant la transformée de Fourier Mellin.**

Myriam Vimond, ENSAI  
avec J. Bigot (Université de Toulouse) et F. Gamboa (Université de Toulouse)

Nous considérons le problème de l'alignement semi-paramétrique d'un ensemble d'images bruitées. Après avoir défini un modèle statistique approprié pour ce type de modèle, un nouveau critère basé sur des transformations de type Fourier est présenté afin d'estimer les paramètres de translation, de rotation et d'échelle afin d'aligner ces images. Ce critère est une procédure en deux pas qui ne nécessite pas d'une image de référence. Notre approche est basée sur la  $M$ -estimation, et nous prouvons la convergence de nos estimateurs. A la fin de l'exposé, des simulations et des exemples réels sont présentés afin d'illustrer les performances numériques de la procédure d'estimation.