



Séminaire Thésards 1A

Programme 2011



Juin 2011

Programme

Jeudi 9 juin 2011

- | | |
|-------------|---|
| 14h00-14h15 | Alan Hally
Prévisibilité des épisodes méditerranéens de précipitations intenses :
Propagation des incertitudes liées aux paramétrisations de la physique. |
| 14h15-14h30 | Pauline Martinet
Apport des observations IASI en présence de nuages dans le modèle
AROME pour la prévision des systèmes fortement précipitants pendant
HyMeX. |
| 14h30-14h45 | Anaïs Vincensini
Assimilation de données IASI sur terre. |
| 14h45-15h00 | Emmanuel Poan
Intraseasonal Variability of the West African Monsoon : Modes detec-
tion and physical Interpretation. |
| 15h00-15h15 | Pause |
| 15h15-15h30 | Roland Séférian
Impact du Changement Climatique sur les Flux de Carbone vers
l'Océan. Rôle de la Variabilité Décennale. |
| 15h30-15h45 | Céline Klein
Conception et prototypage d'un lidar pour la mesure du contenu en eau
liquide dans le brouillard. |
| 15h45-16h00 | Cécile Lafont-de Munck
Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour
l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en
ville |
| 16h00-16h15 | Marie Parrens
Assimilation des données SMOS dans un modèle de surface continen-
tale : mise en oeuvre et évaluation sur la France. |
| 16h15-16h30 | Siliang Liu
Modelling radiative transfer in ISBA for the assimilation of a satellite-
derived albedo : forests and Mediterranean vegetation. |

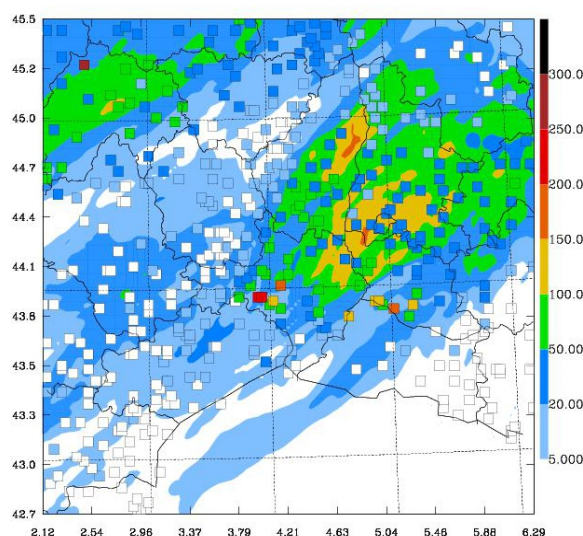
Prévisibilité des épisodes méditerranéens de précipitations intenses : Propagation des incertitudes liées aux paramétrisations de la physique

Alan Hally sous la direction d'**Evelyne Richard** (Laboratoire D'Aérodologie) et **Véronique Ducrocq** (Météo France)

Résumé

Les phénomènes de fortes précipitations sont une menace pour les populations et les activités économique. En conséquence, il est important d'améliorer leur prévision. Malgré de nombreux progrès, la prévision de ces événements reste encore médiocre. Les approches les plus prometteuses pour aborder les problèmes de prévisibilité et de propagation des incertitudes dans les modèles de prévision du temps reposent sur la mise en œuvre de système de prévisions d'ensemble dont l'optique est de prévoir la fonction de distribution de probabilité (PDF) d'un événement plutôt que d'en fournir une seule et unique prévision déterministe. De tels systèmes sont utilisés avec succès depuis une vingtaine d'années dans les modèles d'échelle globale. Leur emploi à moyenne-échelle demeure encore marginal et se heurte à l'absence de concept théorique permettant de construire de manière rationnelle une prévision d'ensemble à ces échelles. Le sujet du travail proposé vise à contribuer à l'élaboration d'un tel système de prévision probabiliste en se focalisant sur les incertitudes liées aux paramétrisations physiques du modèle MESO-NH. Méso-NH est un modèle de recherche développé conjointement par le Laboratoire d'Aérodologie et Météo-France. Ce modèle est doté d'un ensemble de paramétrisations physiques. La construction de l'ensemble s'effectuera dans un premier temps en perturbant de manière aléatoire les termes décrivant l'évolution des nuages et précipitations. Un ensemble construit sur des variantes des paramétrisations physiques pourra être également envisagé. Le système sera évalué et testé sur un jeu de situations météorologiques passées ayant donné lieu à de fortes précipitations sur la zone méditerranéenne. L'image ci-dessous montre le total de précipitations après 24 heures de simulation comparé aux observations pour le cas du 6-7 Septembre 2010. Il apparaît MESO-NH ne tient pas compte de la bonne localisation des fortes précipitations ce qui peut justifier la nécessité d'un système de prévisions d'ensemble. L'objectif in fine du travail est de pouvoir disposer d'un système aussi calibré que possible pour une évaluation en vraie grandeur lors des phases d'observations intensives de la campagne HYMEX dédiée à l'étude du cycle hydrologique en Méditerranée qui est prévue pour 2012.

Precip total after 24hrs CTRL



Apport des observations IASI en présence de nuages dans le modèle AROME pour la prévision des systèmes fortement précipitants pendant HyMeX

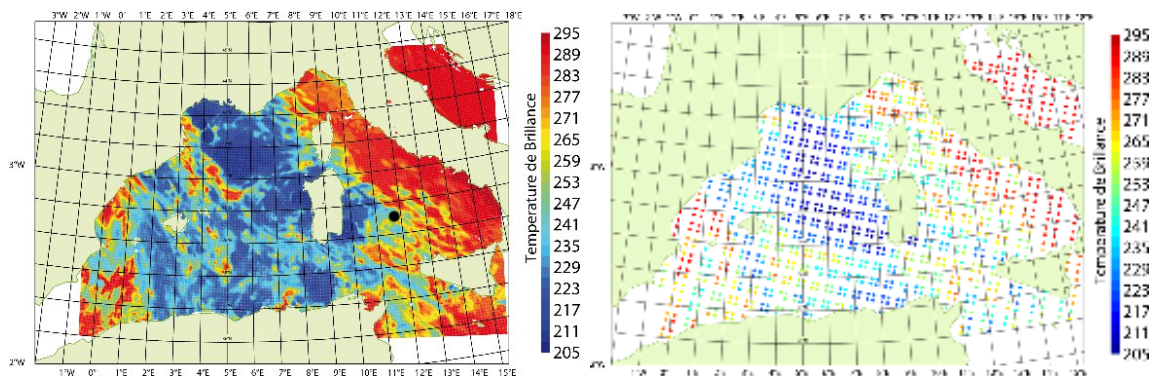
Pauline Martinet sous la direction de Nadia Fourrié, Vincent Guidard et Florence Rabier

Résumé

Les événements de précipitations intenses dans le bassin Méditerranéen peuvent avoir des impacts dramatiques en termes économique, social et environnemental. Cette thèse s'inscrit dans le cadre de la campagne expérimentale HyMex qui a pour but d'étudier le cycle hydrologique et les processus associés sur le bassin Méditerranéen. Une version recherche du modèle de méso-échelle AROME a été développée dans ce cadre : AROME W MED. De même résolution qu'AROME (2.5 km), AROME W MED est centré sur le bassin Méditerranéen et contient une large proportion de mer. La principale source d'observations sur la Méditerranée provient des satellites météorologiques. Parmi la nouvelle génération de sondeurs infrarouges avancés à haute résolution spectrale, IASI permet d'obtenir des profils verticaux de température et d'humidité avec une très bonne résolution verticale grâce à ses 8461 canaux. Cependant le rayonnement infrarouge est fortement affecté par la présence de nuages et le nombre d'observations nuageuses représente 75 à 90% du total. La non-linéarité des nuages dans le système d'assimilation ainsi que leur mauvaise modélisation dans les modèles de transfert radiatif et de prévision numérique rendent difficile l'utilisation des observations nuageuses. C'est pour cela qu'actuellement, seules les observations IASI claires sont assimilées dans les modèles de prévision numérique. Le but de cette thèse est de proposer de nouveaux traitements des observations nuageuses IASI afin de les assimiler directement dans le système 3D-Var d'AROME W MED et d'améliorer ainsi les prévisions des systèmes fortement précipitants.

Dans un premier temps, notre travail porte sur la simulation de la radiance observée à partir des profils modèles, étape indispensable du processus d'assimilation. La trace au sol de IASI contenant 20 à 100 points de grille AROME, de nouveaux opérateurs d'observation agrégeant toute l'information contenue dans le spot ont été testés. Les simulations sont réalisées avec le modèle de transfert radiatif RTTOV CLD permettant une meilleure modélisation des nuages grâce à l'utilisation des profils nuageux fournis par AROME : contenu en eau liquide (q_l), eau solide (q_i) et fraction nuageuse (N_e).

Dans la suite, nous évaluerons si AROME est capable de garder l'information nuageuse par une approche d'assimilation variationnelle unidimensionnelle (1D-Var). Le but final sera d'initialiser le système d'assimilation 3D-Var d'AROME à partir des analyses issues du 1D-Var. On se questionnera sur l'addition des paramètres nuageux (q_l, q_i) dans la variable de contrôle du 3D-Var ainsi que sur l'utilisation d'une matrice de covariances d'erreurs de prévision (**B**) dépendant du flux atmosphérique.



Principal problème de l'assimilation à mésoéchelle : la différence d'échelle entre les températures de brillance simulées par AROME W MED (gauche) et celles observées par IASI (droite), canal 1046 (906.25 cm^{-1}) le 10/10/2010 à 09UTC.

Assimilation de données IASI sur terre

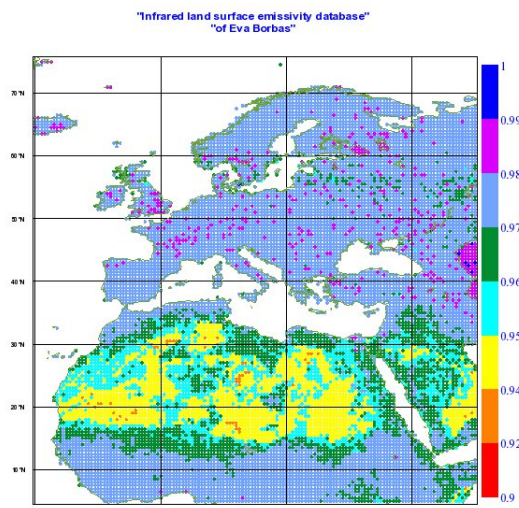
Anaïs Vincensini sous la direction de **Nadia Fourrié**, **Vincent Guidard** et
Florence Rabier

Résumé

Le sondeur infrarouge hyperspectral IASI, développé conjointement par le CNES et EUMETSAT et à bord du satellite européen MetOp, permet le sondage de la température, de l'humidité ainsi que la restitution de paramètres de surface. Il fournit des profils atmosphériques d'une précision jusque là inégalée : une résolution verticale d'1 km, une précision d'1°C pour la température et de 10% pour l'humidité. Bien que l'on tire le meilleur parti de ces données sur la mer, leur utilisation est encore limitée au dessus des terres, à cause de l'incertitude sur l'émissivité et la température de surface. L'émissivité varie dans le temps et dans l'espace et dépend d'autres paramètres comme la rugosité de la surface, de l'humidité du sol, du couvert végétal. La prise en compte de l'émissivité de surface pour l'assimilation des données de sondeurs micro-ondes (tels que AMSU-A et AMSU-B) ainsi que pour l'assimilation de certaines données infrarouges (tels que AIRS ou SEVIRI) en ciel clair a déjà été intégrée dans des modèles de prévision numérique. Cette thèse s'attachera à effectuer un travail similaire avec les données du sondeur IASI. La thèse s'inscrit dans le cadre de la future campagne expérimentale en Méditerranée appelée HyMeX dont l'objectif est d'améliorer la caractérisation et la compréhension du cycle de l'eau sur le bassin Méditerranéen, notamment par l'étude des événements cévenols.

Le modèle ARPEGE est privilégié dans ce travail puisqu'il nous permet d'accéder à un grand nombre de points d'observations IASI sur terre dans des conditions très variées et de réaliser des études à l'échelle globale. Nous commençons par une étude globale et nous nous concentrerons par la suite sur l'Europe et l'Afrique, en nous penchant tout particulièrement sur le cas des zones désertiques caractérisées par l'absence de nuage. En effet, nous nous intéresserons uniquement aux radiances satellitaires IASI en ciel clair. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir détecter les nuages. Contrairement aux sondeurs micro-ondes, le rayonnement infrarouge est fortement affecté par la présence de nuages. Le radiomètre imageur AVHRR permet de visualiser la couverture nuageuse et ainsi d'identifier les pixels IASI considérés comme clairs.

Actuellement, l'émissivité utilisée dans les modèles opérationnels est constante et égale à 0.98 sur terre et les canaux affectés par la surface ne sont pas assimilés. Ainsi, une première étape consistera à prendre en compte les variations spectrales de l'émissivité de surface pour l'assimilation des données IASI. Des atlas calculés à partir de MODIS par Eva Borbas (voir figure ci-dessous) et les produits Eumetsat seront évalués. Dans un second temps, nous étudierons l'impact de l'inversion de la température de peau (TS) et comparerons ces résultats avec différents produits de TS (base de données de Robert Knuteson, SEVIRI, Land-SAF, AVHRR). La méthode utilisée sera validée en appliquant les mêmes calculs sur mer et glace de mer.



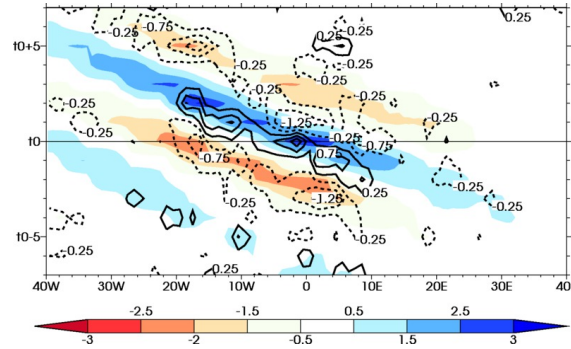
Atlas d'émissivité à 943 cm^{-1} pour janvier fourni par Eva Borbas.

Intraseasonal Variability of the West African Monsoon : Modes detection and physical Interpretation

Emmanuel Poan supervisors : Jean-Philippe Lafore, Fleur Couvreux, Romain Roehrig

Résumé

The objective of this study is to improve the understanding of the mechanisms involved in the intraseasonal variability of the West African Monsoon. We focus here on the precipitable water (PRW), which is a key variable for convective processes. To characterize the PRW variability, four datasets are used and compared : the two reanalyses ECMWF/ERA-Interim and NCEP/DOE AMIP-II, the ECMWF operational analysis, and the PRW retrieved from GPS observations during the AMMA field campaign. These datasets give very consistent results in terms of climatology and intraseasonal variability : PRW has a meridional structure marked by a strong North-South gradient, maximum in the Sahelian zone. Several cores of variance are located along this gradient. The consistency between the datasets allows us to focus subsequently on the ERA-Interim reanalysis, which presents a good compromise between spatial and temporal resolutions ($0.75^\circ/\text{day}$) and a large covered period (1997-2007). The intraseasonal variance represents 65 % of the total PRW variability in the Sahelian belt with a predominant variability at scales lower than 10 days in the West and a comparable weight of all scales in the East. We then focus on the 3-10-day timescale variability. A strong and robust westward propagating mode is identified (Figure bellow) with dynamical characteristics reminding those of African Easterly Waves (AEWs - Periodicity 6 days, wavelength 3000 km and propagating speed 8m/s). Nevertheless, there are some differences with AEWs traditionally identified using vorticity or the meridional wind. Indeed, this mode has a longer period and a larger spatial and temporal footprint than AEWs and shows different phase-lag relationships between precipitation, PRW and wind fields. The composite analysis of this PRW mode reveals a strong link with convective activity (OLR and GPCP rainfall). PRW and wind anomalies can also be tracked from the Eastern Sahel to the middle Atlantic during almost 10 days. These results suggest a strong source of predictability of convective activity over the Sahel at short and medium ranges.



Longitude-Time diagram of the 6-day mode averaged in 10N-20N : Precipitable Water in kg/m^2 is shaded and GPCP precipitation(mm/day) is contoured

Impact du Changement Climatique sur les Flux de Carbone vers l'Océan. Rôle de la Variabilité Décennale

Roland Séférian sous la direction de **Laurent Bopp** (IPSL/LSCE)

Résumé

La teneur en dioxyde de carbone (CO_2) au sein de l'atmosphère est un acteur majeur du changement climatique dont l'évolution depuis plusieurs décennies témoigne en grande partie de l'activité anthropique (e.g., combustion d'énergie fossiles). Sur les 6.3 GtC de carbone relâchées chaque année dans l'atmosphère, seul 1/3 y sont stockés ; les deux tiers sont captés par d'autres enveloppes externes du système climatique terrestre : la biosphère terrestre (i.e., les plantes par le biais de la photosynthèse) et l'océan. Parce que l'océan concentre près de 90% du carbone contenu dans les enveloppes externes de la planète et parce que l'océan absorbe chaque année près du tiers de émissions anthropiques de carbone, il exerce un rôle de régulateur de la teneur en dioxyde de carbone atmosphérique. Certaines observations et des résultats de modélisation montrent un affaiblissement potentiel du puits de carbone océanique en réponse au changement climatique, et donc démontre l'existence d'une amplification potentielle du forçage radiatif lié à la teneur de dioxyde de carbone atmosphérique. De nombreuses incertitudes subsistent néanmoins quant à la réponse des flux de carbone vers l'océan à la variabilité climatique, pour la quantification de ces flux au niveau régional mais aussi pour l'identification des mécanismes responsables de leur évolution.

Dans cette thèse, la compréhension de l'impact du changement climatique sur les flux de carbone océanique est abordée selon différentes approches : la première vise à comprendre le rôle du système climatique physique sur les cycles biogéochimiques et passe par le biais d'intercomparaison de modèles (celui de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) et du Centre National de Recherche de Météo-France (CNRM) , puis de la base de modèle du cinquième projet d'intercomparaison de modèles couplés climatiques (CMIP5)). La seconde vise à proposer de nouvelles méthodes de compréhension des mécanismes climatiques, comme le rôle de la circulation océanique -via les masses d'eau océaniques- dans les flux de carbone. La dernière, vise à comprendre le couplage siégeant entre la dynamique océanique et les flux de carbone océanique à l'échelle de la décennie (en se basant sur les nouvelles simulations décennales CMIP5).

Au cours de ce séminaire, je présenterai le premier état préindustriel et historique de la biogéochimie marine et du cycle du carbone océanique au sein du modèle de dernière génération du CNRM. Ensuite, je dresserai un tableau des différentes études réalisées : analyse des flux de carbone au sein de masses d'eaux océaniques, calcul pronostique de l'albédo océanique et prévision décennales des flux de carbone vers l'océan.

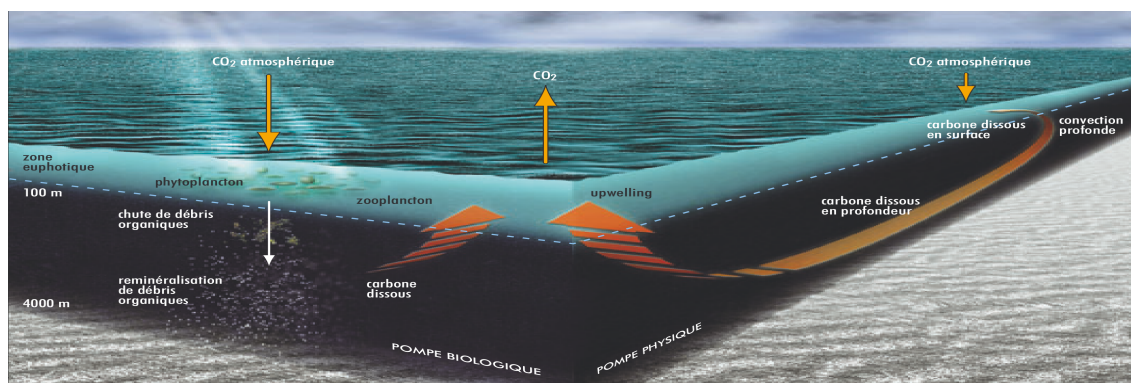


Schéma de principe expliquant le fonctionnement des différents processus d'échange de carbone entre l'océan et l'atmosphère. Figure issue de *Bopp et al. (2002)*.

Conception et prototypage d'un lidar pour la mesure du contenu en eau liquide dans le brouillard

Céline Klein sous la direction de **Alain Dabas**

Résumé

Le brouillard est un phénomène météorologique complexe gênant pour les transports en général et particulièrement pour les transports aériens. Lorsque le brouillard est présent sur un aéroport, la capacité des pistes est sensiblement réduite, d'où des retards et des annulations de vol (voir figure ci-dessous). Le brouillard est un phénomène difficile à prévoir car gouverné par des processus de petite échelle hautement non-linéaires. A Roissy Charles-de-Gaulle, premier aéroport français, un système d'observation spécifique a été mis en place. Il est composé de capteurs de température et d'humidité à différentes altitudes (de 2m à 45m), de rayonnement infrarouge et visible, et de vent. Deux variables dont on pense qu'elles peuvent avoir un impact sur le cycle de vie du brouillard une fois qu'il est formé ne sont pas mesurées : l'épaisseur de la couche et le contenu en eau liquide. Pour la première, des expériences récentes réalisées à l'aide d'un sodar semblent apporter une solution satisfaisante. Pour le contenu en eau liquide, aucun système de mesure n'existe aujourd'hui. Une étude menée dans les années 70 (voir Pinnick et al., *Journal of Atmospheric Sciences*, vol 35, pages 2020-2032) montre qu'une mesure de ce paramètre peut être réalisée à l'aide d'un lidar rétrodiffusion. Le principe est de mesurer l'atténuation d'un faisceau laser le long de son axe de propagation et de relier celle-ci au contenu en eau liquide. Les travaux de Pinnick (*Journal of Atmospheric Sciences*, vol 36, pages 1577-1586) ainsi que nos travaux récents montrent qu'il existe en effet une relation quasi-linéaire entre l'atténuation optique et le contenu en eau liquide pour peu que la longueur d'onde optique utilisée se rapproche de l'infrarouge. Une comparaison des performances des lidars à détection directe et des lidars hétérodynes a permis de déterminer que l'utilisation d'un lidar hétérodyne est la plus appropriée pour l'étude des brouillards. Un modèle numérique capable de simuler les signaux lidar est actuellement en cours de validation. Il servira à mettre au point la technique de traitement du signal de restitution de l'atténuation et paramétrer un futur instrument répondant au besoin de l'aéronautique.



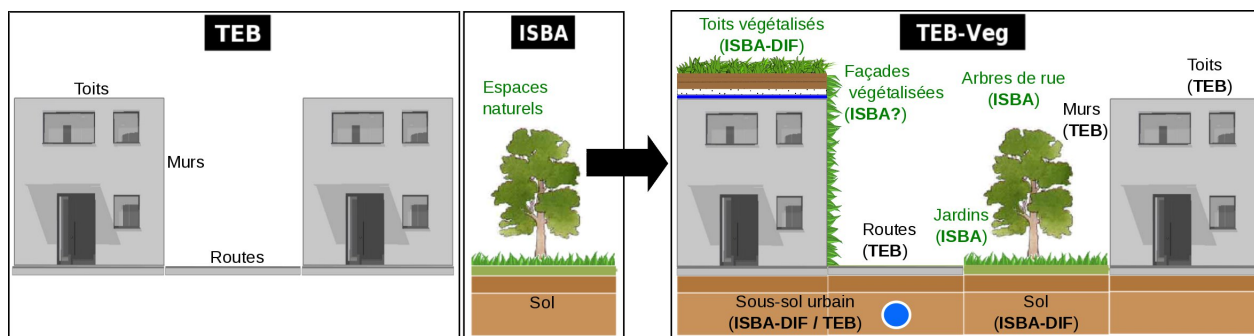
Avion sur le tarmac d'un aéroport par brouillard

Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville

Cécile Lafont-de Munck sous la direction de **Aude Lemonsu**

Résumé

La végétalisation des surfaces urbaines est connue pour être une solution durable de régulation du micro-climat urbain. Des études climatiques existent, qui permettent en général d'apprécier l'ordre de grandeur des bénéfices apportées par la végétation à l'échelle du bâtiment ou du quartier. Mais dans un contexte de changement climatique et d'expansion urbaine, une évaluation de ces bénéfices à l'échelle de la ville est nécessaire afin d'anticiper les problèmes liés au confort climatique et à la demande et la production d'énergie. C'est ce que ce travail de thèse se propose d'étudier dans le cadre de quatre projets de recherche qui ont en commun une approche multidisciplinaire de l'environnement urbain (CLIM2, VEGDUD, MUSCADE et VILLE NUMERIQUE). Dans un premier temps, le modèle de canopée urbaine Town Energy Balance (TEB, Masson 2000) sera implémenté pour prendre en compte différents types de surfaces végétalisées en ville (voir figure ci-dessous) : jardins (zones résidentielles), arbres d'alignement (rues), ainsi que les toitures et façades végétalisées (bâtiments). Le travail de thèse partira de la version de TEB-Veg (Lemonsu, SURFEX V6), version qui permet déjà de prendre en compte les interactions entre les bâtiments et les jardins dans le cadre d'une végétation basse. La prise en compte dans le bilan radiatif de la ville des effets d'ombrage induits par la présence d'une végétation haute sera étudiée au travers de la littérature et d'études paramétriques menées avec le modèle de bilan radiatif 3D DART (Discrete Anisotropic Radiative Transfer). La paramétrisation des toitures et façades végétalisées se basera sur la version existante ISBA-Diffusion adaptée en fonction de données de la littérature (une première synthèse sera présentée en ce qui concerne les toitures). Enfin, l'hydrologie urbaine dans TEB sera améliorée dans le cadre d'une collaboration avec l'IFFSTAR. Dans un second temps, les nouveaux développements de TEB-Veg seront évalués à l'échelle du bâtiment ou du quartier au travers de campagnes de mesures et de données expérimentales publiées. Le troisième volet et l'objectif final de ce travail consistera à modéliser des stratégies d'adaptation au changement climatique à l'échelle de la ville en mode couplé avec MESO-NH afin de quantifier leur impact sur le micro-climat urbain et les diagnostics énergétiques et de confort. L'efficacité de ces stratégies passera également par l'évaluation de ressources en eau nécessaires pour un fonctionnement optimal de la végétation.



TEB-Veg : une nouvelle version de TEB pour simuler les environnements mixtes et les stratégies de verdissement urbain

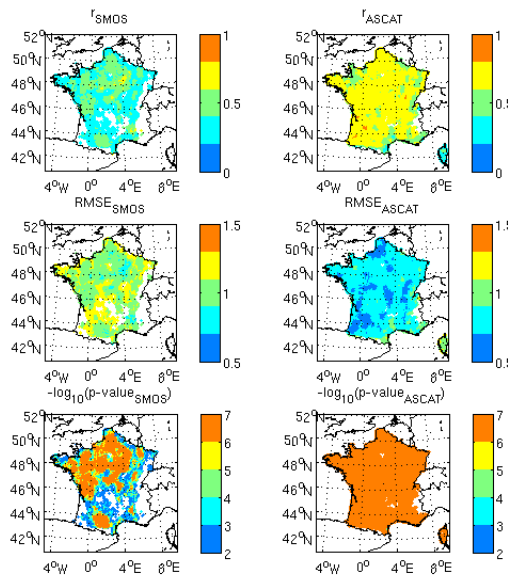
Assimilation des données SMOS dans un modèle de surface continentale : mise en oeuvre et évaluation sur la France

Marie Parrens sous la direction de **Jean-Christophe Calvet** et **Jean-François Mahfouf**

Résumé

L'humidité du sol joue un rôle majeur dans les interactions entre l'hydrosphère, la biosphère et l'atmosphère. A l'heure actuelle, une meilleure connaissance de l'humidité du sol (SSM) permettrait d'améliorer les modèles de prévision du temps. L'utilisation de produits satellitaires permet de mieux prendre en compte l'humidité du sol dans les modèles numériques. Un nouveau satellite lancé en novembre 2009, SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity), est le premier satellite spécialement dédié à l'étude de l'humidité du sol. C'est un radiomètre imageur en bande L (1.4 GHz). Il a pour mission de fournir à l'échelle globale, une carte d'humidité du sol ayant une précision de l'ordre de $0.04 \text{ m}^3/\text{m}^3$ et une résolution spatiale de 50 km tous les trois jours. Il existe actuellement un autre instrument, ASCAT, à bord du satellite MetOp permettant de mesurer l'humidité du sol à la surface de la Terre. Lancé en 2007, il s'agit d'un scatteromètre en bande C (5.255 GHz). L'objectif de la thèse est d'assimiler les données SMOS dans un modèle de surface ISBA (Interaction Soil Biosphere Atmosphere) utilisé à Météo-France.

En vue d'assimiler les données SMOS, il est nécessaire de spécifier les erreurs d'observations. J'ai à ma disposition les données SMOS niveau 1 (température de brillance) et SMOS niveau 2 (SSM) et l'humidité du sol mesuré par ASCAT. Dans un premier temps, l'humidité du sol issue des données ASCAT et SMOS ont été comparées avec l'humidité du sol issue du modèle ISBA-A-gs (voir figure ci-dessous). Ces données ont également été comparées avec des données in-situ issues du réseau SMOSMANIA. Ce réseau est composé de 21 stations situées dans le sud de la France. Afin de quantifier les erreurs relatives d'humidité du sol, la méthode de "triple collocation" a été utilisée. Les erreurs relatives sont plus importantes lors de l'utilisation des données SMOS niveau 2 que lors de l'utilisation d'ASCAT. Mais SMOS est un nouveau produit encore en cours d'amélioration très sensible au RFI (Radio Frequency Interference) alors que de nombreux travaux ont été effectués sur les données ASCAT. Les données SMOS niveau 1 sont utilisées dans une régression afin de calculer l'humidité du sol.



Coefficient de corrélation r , RMSE (Root Mean Square Error) et P-value entre le modèle de surface ISBA-A-gs et les données SMOS niveau 2 (à gauche) et les données ASCAT (à droite).

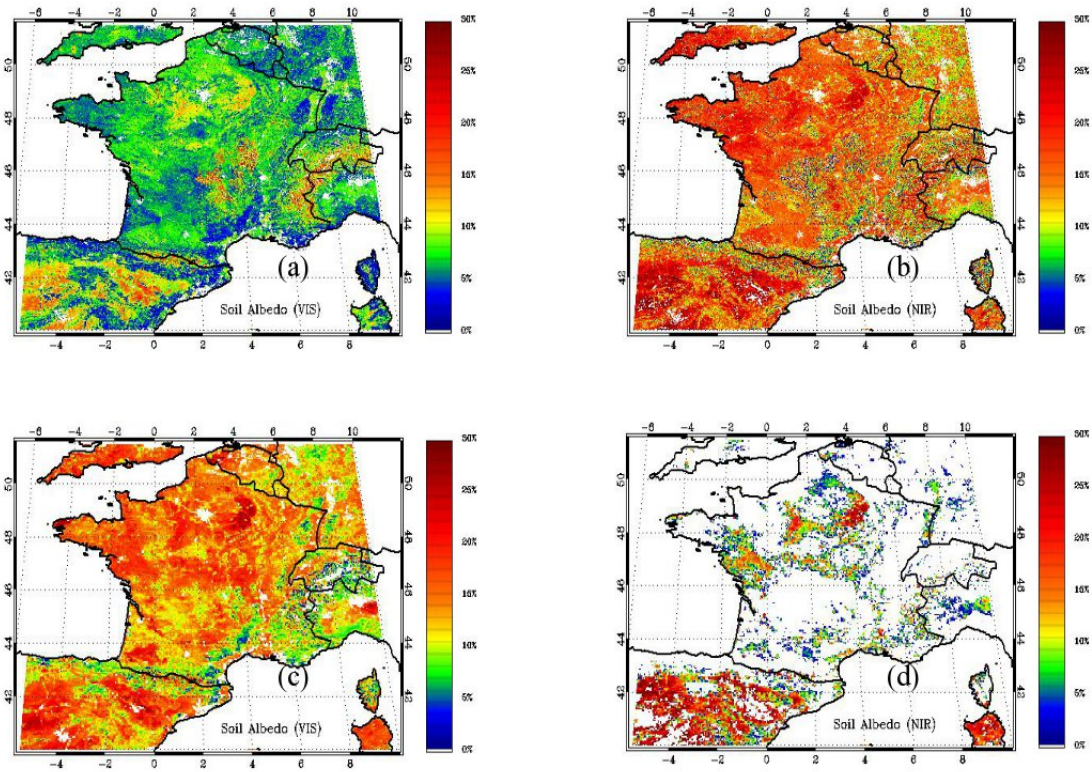
Modelling radiative transfer in ISBA for the assimilation of a satellite-derived albedo : forests and Mediterranean vegetation

Siliang Liu sous la direction de Jean-Louis Roujean

Résumé

The ISBA-A-gs land surface model permits to simulate water and carbon fluxes, the soil water budget and the vegetation biomass. The objective is to contribute to the improvement of the representation of shortwave radiative transfer in vegetation canopies within the new version of ISBA-A-gs. Total albedo is separated into vegetation albedo and soil albedo, and is formulated weighted by the vegetation fraction (mostly derived from leaf area index). Albedo for vegetation varies with nutrients contained in leaves while soil albedo varies primarily with the moisture (depending on soil texture). A first step is to set up an observation operator able to simulate the satellite-derived albedo from simulations of the leaf area index and of the superficial soil moisture simulated by ISBA-A-gs. Then, the prognostic albedo will be evaluated in southwestern France (test zone before application over France). In a next step, it is foreseen to assimilate satellite albedo (SEVIRI as priority) using Kalman filter approach.

Preliminary results consist 2007-2010 1km soil albedo regressed from MODIS observations, and sensitivity of SEVIRI albedo with chlorophyll content using PROSAIL.



(a) Soil albedo (VIS) of regression method. (b) Soil albedo (NIR) of regression method. (c) Soil albedo (VIS) of Univ. Swansea. (d) Soil albedo (NIR) of Univ. Swansea.