



université PARIS-SACLAY

LA VARIABILITÉ DES NUAGES ET SON RÔLE SUR LE CLIMAT EN EUROPE : TÉLÉDÉTECTION ET SIMULATION RÉGIONALE PAR MERIEM CHAKROUN

Présentée par : Meriem Chakroun Discipline : météorologie, océanographie physique de l'environnement Laboratoire : LATMOS

Résumé :

Le climat Européen est modulé au premier ordre par la dynamique atmosphérique de grande échelle telle que les flux Atlantiques, polaires et sahariens. Du fait de la variabilité géographique de la zone, les processus méso-échelles y sont clé. Pour tenir compte de ces processus et comprendre leur évolution, en particulier dans un contexte de changement climatique, la modélisation régionale est donc nécessaire. Mais ces simulations présentent d'importantes dispersions dans la représentation des flux radiatifs et des interactions surface-atmosphère, ce qui ralentit notre compréhension du climat actuel et réduit la fiabilité des projections futures. Ces dispersions sont fortement liées à de grandes incertitudes dans la simulation des nuages. Dans cette thèse, le rôle des nuages dans la variabilité du climat européen est analysé en utilisant des observations de l'A-Train et des simulations régionales sur plusieurs années. Le lidar à bord du satellite CALIPSO fournit une description verticale de l'atmosphère, une composante

nécessaire pour caractériser les propriétés microphysiques et macro-physiques des nuages. Les variabilités saisonnière et interannuelle des profils lidar sur l'Europe-Méditerranée ont été étudiées afin d'enrichir une documentation jusque là limitée des nuages sur la région. Cela a permis, en utilisant un simulateur lidar (COSP), d'évaluer la représentation des nuages dans une simulation régionale réalisée avec le modèle WRF dans le cadre des programmes Hymex/MedCordex. Cette évaluation a montré de forts biais dans l'occurrence nuageuse mais une variabilité interannuelle cohérente avec les observations en particulier en hiver. Cependant, l'analyse de l'hiver particulièrement chaud de 2007 montre que les processus, impliquant notamment les nuages, contribuant à l'anomalie chaude ne sont pas les mêmes dans la simulation que dans les observations. Les observations de CERES (flux radiatifs) et de CALIPSO montrent que pour ce cas, il existe un fort déficit de nuages sur l'est de l'Europe, responsable d'une anomalie positive du flux solaire descendant alors que dans la simulation l'anomalie de température est associée à un déficit d'albédo de surface sur l'est de l'Europe. Enfin, la question de la variabilité de la représentation des flux radiatifs dans les modèles et de son impact sur l'estimation de la production d'énergie a été abordée en comparant différentes simulations avec les observations de l'observatoire du SIRTa, plus fiables que les données satellites pour estimer les flux de surface.

Abstract :

The European climate is driven by large-scale atmospheric dynamics, as the north Atlantic, Polar and African fluxes. To better understand the evolution of the European climate in a changing climate, it is necessary to use regional climate simulations that take into account mesoscale processes which contribute a lot to the climate variability over the region because of its geographical particularities. However, the large spread between different regional simulations in the representation of radiative fluxes and surface-atmosphere interactions slows down our understanding of internal climate variability and reduces the accuracy of future climate projections over the region. This spread is highly associated to large biases in clouds representation in the models. In this thesis, clouds role on the European climate is analyzed using A-train observations and regional simulations over several years. CALIPSO's lidar provides the vertical structure of the atmosphere, an important dimension to characterize the microphysical and macro-physical properties of clouds. Seasonal and inter-annual variabilities of the lidar profiles over the Euro-Mediterranean have been characterized in order to enhance the documentation of clouds over the region. This allowed the evaluation of clouds in a regional climate simulation performed with the WRF model in the frame of Hymex /MedCordex programs. The existing lidar simulator COSP has been adapted to this simulation to allow a comprehensive comparison between CALIPSO's observations and

model outputs. This evaluation shows strong biases in the simulation of clouds occurrence but a consistent behavior of clouds inter-annual variability in winter. However, the analysis of the particularly warm winter of 2007 shows that the processes, implying clouds, that contributed to the warming are not the same in the simulation and in the observations. CERES (radiative fluxes) and CALIPSO observations show that this winter is associated to a lack of clouds over Eastern Europe which induced a positive anomaly of incoming solar fluxes at the surface. However, the simulation shows that the temperature anomaly is linked to a weak surface albedo over eastern-Europe. The representation of radiative fluxes in different simulations is then assessed with in-situ observations over SIRTA observatory. The errors in the different simulations are estimated and linked to clouds biases.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Mme Sophie BASTIN, Chargée de recherches, CNRS/Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines - LATMOS - Directeur de these

Mme Céline CORNET, Professeur des Universités, Université de Lille - LOA - Rapporteur

M. Jean Pierre CHABOUREAU, Physicien, CNAP/Université Toulouse III - LA - Rapporteur

Mme Marjolaine CHIRIACO, Maitre de conférences, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines - LATMOS - CoDirecteur de these

M. Romain ROEHRIG, Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts, Météo-France - CNRM - Examineur

M. Yves RICHARD, Professeur des universités, Université de Bourgogne - CRC - Examineur

M. Philippe BOUSQUET, Professeur des Universités, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines - LSCE - Examineur

Contact : dredval service FED : theses@uvsq.fr