

CNRM, UMR 3589

SOUTENANCE DE THÈSE CNRM*lundi 31 mai 2021 à 14h***CALIBRATION ET ANALYSE DE SENSIBILITÉ DE LA
PARAMÉTRISATION DE LA TURBULENCE DU MODÈLE
ARPEGE-CLIMAT - APPLICATION AUX COUCHES LIMITES
STABLES EN ANTARCTIQUE****Olivier AUDOUIN
CNRM/GMGEC**Lien BJ : <https://bluejeans.com/190525143/5777>Résumé :

La modélisation numérique du climat est un outil essentiel pour comprendre le fonctionnement du système climatique et pour réaliser des projections de son évolution future. Pourtant les modèles numériques de climat comportent de multiples sources d'incertitude. Parmi celles-ci, la représentation des phénomènes de couches limites stables reste un des principaux points sur lesquels les modèles numériques doivent progresser. Les couches limites stables les plus extrêmes sont observées sur le plateau de l'Antarctique. Une bonne modélisation de l'Antarctique dans les modèles numériques repose sur une bonne représentation des échanges d'énergie au sein de la couche limite et en particulier des flux turbulents. Or dans un modèle de climat, les processus turbulents, ainsi que tout autre phénomène de petite échelle (non résolue par la partie dynamique du modèle), ou ne relevant pas de la mécanique des fluides (e.g. le rayonnement) reposent sur un ensemble de sous-modèles appelés paramétrisations physiques. Ces paramétrisations introduisent un certain nombre de paramètres dont les valeurs sont plus ou moins bien documentées et qui peuvent être considérés comme les leviers de réglage du modèle.

L'étape de calibration du modèle est le choix des valeurs de ces différents paramètres et est considérée comme une étape cruciale du développement des modèles. L'approche classique consiste à chercher un réglage du modèle optimal sur la base d'un jeu de métriques. C'est un travail long et fastidieux, dans lequel on fait varier un ou deux paramètres à la fois et qui ne permet pas d'explorer l'ensemble des possibilités de réglage du modèle. De plus les sources d'incertitudes ne sont pas toujours prises en compte et l'ensemble de la procédure est peu reproductible. Une approche inspirée de l'History Matching a été récemment proposée pour calibrer la physique des modèles atmosphériques. Cette approche propose non pas de chercher un éventuel réglage optimal des paramètres, mais de déterminer une région de l'espace des paramètres dans lequel le modèle se "comporte bien". Associée à l'utilisation d'émulateurs statistiques simulant le comportement du modèle de climat, elle permet de répondre à une partie des problèmes posés par une approche plus classique (exploration exhaustive de l'espace des paramètres, prise en compte des incertitude, reproductibilité).

Le travail réalisé au cours de cette thèse se propose de documenter à travers une hiérarchie de configurations le comportement du modèle numérique ARPEGE-Climat sur l'Antarctique. Ces simulations mettent en évidence un biais froid sur le plateau continental. Une modification empirique du calcul de l'albédo est proposée qui corrige en partie le biais de température durant la période de l'été austral. Un focus sur Dôme C (Antarctique Est) montre des biais mis régulièrement en évidence dans la littérature sur la représentation des couches limites stables dans les modèles numériques. Une approche de type History Matching est alors appliquée pour comprendre dans quelle mesure les biais mis en évidence sur

Dôme C relève d'un choix de réglage du modèle ou de limites intrinsèques de sa physique. Cette approche, appliquée à une version 1D du modèle, s'appuie sur un cas de couche limite stable extrême (GABLS4) et un cas de couche limite modérée (GABLS1). On montre ainsi que le modèle ARPEGE-Climat contient la physique suffisante pour représenter toute une gamme de couches limites stables. Ce travail a également été l'occasion de contribuer au développement d'un outil basé sur ces techniques d'History Matching et mis à la disposition de la communauté de la modélisation du climat et de discuter la pertinence de ces nouvelles approches.

Composition du jury

Rapporteur : M. Hubert GALLÉE, Institut des Géosciences de l'Environnement

Rapporteuse : Mme Fréérique CHERUY, Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS, UPMC

Examineur : M. Serge CHAUZY, Observatoire Midi-Pyrénées, Laboratoire d'Aérodynamique

Examineur : M. Jean-Luc REDELSPERGER, Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale, CNRS

Examineur : M. Étienne VIGNON, Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS, UPMC

Invité : M. Aurélien RIBES, CNRM

Directrice de thèse : Mme Fleur COUVREUX, CNRM

Co-directeur de thèse : M. Romain ROEHRIG, CNRM