

Morphodynamique Continentale et Côtière

Interaction entre les grandes échelles spatio-temporelles et les fluctuations extrêmes de température et précipitations

Interaction of large scales and extreme events of temperature and precipitations

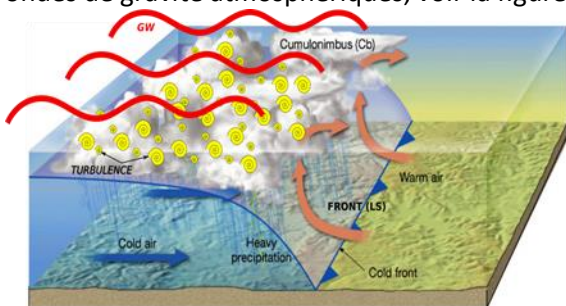
Unité de recherche / Research Unit UMR CNRS 6143 M2C

Université de ROUEN

Sujet de thèse / Thesis subject

Le but de la thèse est de comprendre le rôle joué par les grandes échelles spatio-temporelles des mouvements cohérents de l'atmosphère sur le comportement statistique à l'échelle régionale des différents champs turbulents (vitesse, température, humidité, précipitations), et notamment les événements rares ou extrêmes. Il est proposé d'utiliser une approche double, combinant développements théoriques et analyse de données.

La partie théorique est une approche de type physique statistique, destinée à obtenir des équations de transport à chaque échelle spatio/temporelle pour les grandeurs turbulentes filtrées à l'échelle en question, conditionnées par la dynamique des grandes échelles. En partant des premiers principes (Navier-Stokes pour le champ de vitesse, advection-diffusion pour la température, etc.), des équations de transports des moments d'ordre 2, 3 et 4 vont être obtenues. Les moments d'ordre 2 signifient l'énergie du champ turbulent à l'échelle du filtrage, ceux d'ordre 3 correspondent au flux d'énergie à travers les échelles, et ceux d'ordre 4 donnent une indication sur le phénomène d'intermittence interne, reliée à une probabilité élevée des événements rares et de forte intensité. Ce dernier indicateur nous renseignera, en partant des principes fondamentaux de la physique, sur la probabilité d'apparition des valeurs fortes, voire extrêmes, des fluctuations de vitesse, température, humidité, précipitations, en fonction de la dynamique des grandes échelles (front de cisaillement, ondes de gravité atmosphériques, voir la figure).



Du fait de la forte non-linéarité des équations, les termes non-fermés seront modélisés, en utilisant des données disponibles. Les livrables seront des statistiques des grandeurs telles que l'énergie, le flux d'énergie à travers les échelles, la probabilité des fluctuations rares et fortes des températures et précipitations, sur la base des signaux précurseurs reliés aux grandes échelles, par exemple les ondes de gravité.

The objective of this thesis is to better understand the influence of spatio-temporal large scale atmospheric circulation on the statistics of local (i.e. at the region scale) turbulent fields such as velocity, temperature, humidity and precipitation, with a focus on extreme events. The aforementioned scientific question will be explored using two complementary approaches, theoretical and empirical, respectively. The theoretical approach consists in exploring the scientific question using statistical physics. In this approach, the link between the large scale atmospheric circulation and local turbulent field is established by transport equations derived from first principles (e.g. Navier-Stokes equations for velocity, diffusion-advection equations for temperature, and so on..). The novelty in this approach is that equations will be written as dependent on the spatio-

temporal scale. For a given scale, computing their statistical moments (up to order 4), it is possible to derive the energy the turbulent field (order 2), the flux of energy from larger spatio-temporal time scale to the scale considered (order 3), and the probability of extreme events occurring at that time scale (order 4). By combining terms from large scale atmospheric circulation (such as gravity waves, jet streams, eddy driven jets) and those from turbulent fields, this approach will not only yield some prediction capacity, but also provide critical insight into the relative roles of all terms into observed turbulent fields variability.

However, the closure of some of the non-linear terms of the transport equations will prove a challenge, thus a complementary approach, using statistics computed from high quality, global extent datasets (e.g. ERA5 reanalysis) will be used to model the non-closed terms.

Expérience et formation souhaitées / searched skills

Mécanique des Fluides, Turbulence, Programmation (Python, Matlab, Fortran), Anglais.

En Anglais : Fluid mechanics, Turbulence, Programming (Python, Matlab, Fortran), English.

Contacts

Danaila LUMINITA	luminita.danaila@univ-rouen.fr	02 35 14 67 32
Nicolas MASSEI	nicolas.massei@univ-rouen.fr	02 31 56 68 78