« MODÉLISATION DE L'IMPACT DE L'ÉVOLUTION TECTONIQUE HIMALAYENNES ET TIBÉTAINES SUR LE CLIMAT ET LES ISOTOPES STABLE DE L'OXYGÈNE AU CÉNOZOÏQUE » PAR SVETLANA BOTSYUN

Discipline : météorologie, océanographie, physique de l'environnement / Laboratoire de recherche LSCE - Laboratoire des Sciences du Climat et de l Environnement

Résumé :
La vitesse de surrection du l'Himalaya et du plateau tibétain tout au long du Cénozoïque reste encore aujourd'hui largement débattue. L'analyse des isotopes stables de l' oxygène pour reconstruire les paléo-altitudes est considérée comme une technique très efficace et a été largement utilisée. Néanmoins, cette méthode a deux limites principales: 1) les relations entre 18O et climat ne sont pas bien établies et 2) le climat Cénozoïque en Asie est mal contraint. Dans le cadre de cette thèse, nous avons étudié le lien entre la surrection des montagnes, les changements climatiques associés et le 18O dans la paléo-précipitation. Nous utilisons le modèle de circulation générale atmosphérique isotopique LMDZ-iso. Nos simulations climatiques montrent que le retrait de la Paratéthys, le déplacement latitudinal de l'Inde et l'altitude du plateau tibétain contrôlent les précipitations et la variabilité de la mousson en Asie. Afin de comprendre où et comment ces changements climatiques liés à la surrection des montagnes affectent le 18O, nous avons proposé une expression théorique de la composition isotopique des précipitations fondée sur la distillation de Rayleigh. Nous avons montré que seulement

40 % des sites échantillonnés de l'Himalaya et du plateau tibétain contiennent une signature isotopique représentant la topographie. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'Himalaya pourrait avoir atteint son altitude actuelle plus tardivement que précédemment proposé. Des conditions aux limites réalistes nous permettent de reconstruire le 18O des paléo-précipitations pour quatre époques du Cénozoïque (55, 42, 30 et 15 Ma). Dans la mesure où les reconstructions des paléo-altitudes sont particulièrement controversées pour les premières étapes de l'évolution du plateau tibétain, nous avons ensuite approfondi notre étude en nous focalisant sur l'Eocène (en utilisant une paléogéographie qui correspond à 42 Ma). Pour ce cas, nous montrons que le 18O des précipitations est insensible à l'altitude en Asie, tandis que le 18O dans les archives naturelles (carbonates) enregistre le signal de la paléo-élévation puisque le fractionnement entre la calcite et l'eau est sensible à la température, qui elle-même dépend en partie de l'altitude. La comparaison du 18O simulé pour l'Eocène avec les données du 18O mesuré dans les carbonates suggère que, pendant l'Eocène, l'Himalaya et le plateau tibétain n'avaient pas encore atteint leur élévation actuelle (> 3000 m).

Abstract:
The timing and rate of surface elevations of the Himalayas and the Tibetan Plateau remain controversial and their impact on Asian climate and the onset of monsoon systems in this area is highly debated. Stable oxygen paleoaltimetry is considered to be a very efficient and widely applied technique, but has limitations from two sides: 1) the link between stable oxygen composition of precipitation and climate is not well established, 2) Cenozoic climate over Asia is poorly reconstructed. With a purpose of filling the gap in our knowledge of climate variability over Asia during the Cenozoic, we use the isotope-enabled atmospheric general circulation model LMDZ-iso to understand the links between the growth of mountains, associated climate changes and 18O in paleo-precipitation. Our results show a significant influence of the Paratethys retreat, the latitudinal displacement of India and the height of the Tibetan Plateau on Asian hydrological cycle. For the purpose of understanding where and how the climatic changes linked with the growth of mountains affect 18O in precipitation, we develop a theoretical expression for the precipitation composition based on the Rayleigh distillation and show that only 40% of sampled sites for paleoaltimetry depict signal attributed to topography changes. We conclude that the Himalayas may have attained their current elevation later than expected. Realistic Cenozoic boundary conditions allow us reconstructing 18O in paleoprecipitation for several periods during the Cenozoic (for 55 Ma, 42 Ma, 30 Ma and 15 Ma). The focus has been put on the Eocene (42 Ma), since paleoelevation reconstructions are particularly controversial for this time. We show that Eocene precipitation 18O is rather insensitive to topographic height in Asia. However,

carbonate 18O still records paleo-elevation because the fractionation between calcite and water is sensitive to temperature, which partly depends on altitude. Comparison of simulated Eocene 18O patterns with data from the carbonate archives suggest that the Himalayas and the Tibetan Plateau did not reach present-day (> 3000 m) elevations during the Eocene.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

M. Yannick DONNADIEU, Chargé de recherche, Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (CNRS/LSCE) - Directeur de these
M. Guillaume DUPONT-NIVET, Professeur assistant, University of Potsdam, Institute of Earth and Environmental Science - Rapporteur
M. Christian FRANCE-LANORD, Directeur de recherche, Le Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (CNRS/CRPG - Rapporteur
M. Andreas MULCH, Professeur, Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre (BiK-F) - Examinateur
M. Frédéric FLUTEAU, Professeur des universités, INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS (IPGP) - Examinateur
Mme Valerie DAUX, Professeur des universités, Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (UVSQ/LSCE) - Examinateur
M. Pierre SEPULCHRE, Chargé de recherche, Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (CNRS/LSCE) - CoDirecteur de these

Contact : DSR - Service FED : theses@uvsq.fr