

➤ **TITRE DU SUJET DE THÈSE** : Variabilité de la mousson indienne à l'échelle orbitale au cours du dernier million d'années - Etude des changements de végétation à partir des sédiments du Golfe du Bengale

➤ **DIRECTEUR DE THÈSE** : Pr. Philippe MARTINEZ

Courriel : philipe.martinez@u-bordeaux.fr

Téléphone : 05.40.00.29.66

Unité de Recherche : EPOC – UMR5805

Adresse : B18, Université de Bordeaux, Allée Geoffroy St Hilaire 33615 Pessac

➤ **DESCRIPTION DU SUJET DE THÈSE** :

La mousson est l'expression la plus spectaculaire des interactions complexes observables entre l'océan, les continents et l'atmosphère. Elle résulte du renversement saisonnier des vents dans la bande intertropicale, et implique des transferts d'énergie (chaleur) et d'humidité considérables entre les deux hémisphères. Elle affecte tous les continents (à l'exception de l'Antarctique), mais c'est en Asie que la mousson s'exerce de la manière la plus intense, et en particulier dans la région indienne. La mousson d'été indienne représente la source majeure d'humidité en Inde apportant jusqu'à 90% des précipitations annuelles dans l'est du continent. Déterminer l'évolution de la mousson indienne d'ici à la fin du siècle est à ce jour un enjeu sociétal majeur car elle affecte le quotidien de milliards d'habitants mais aussi scientifique car les processus en jeu dictant sa réponse aux changements climatiques globaux sont encore loin d'être connus. L'étude de la variabilité naturelle passée de la mousson présente l'intérêt majeur de contribuer à l'identification des mécanismes la contrôlant et ainsi d'améliorer les projections futures.

Le projet de thèse vise à étudier la variabilité de la mousson indienne à l'échelle orbitale au cours du dernier million d'années, et ceci au cœur de la zone géographique où elle est la plus intense, zone à ce jour exempte d'enregistrements sédimentaires longs. L'objectif premier de ce projet est de reconstruire les changements de végétation sur le continent nord-est indien au cours de plusieurs cycles climatiques choisis du dernier million d'années présentant des conditions limites contrastées (teneurs en CO₂, niveau marin, insolation). Pour cela, le pollen contenu dans les sédiments marins du site IODP U1446 (Expédition IODP 353 « Indian Monsoon Rainfall », décembre 2014 - Janvier 2015) sera analysé. Ce site, récemment collecté sur la marge nord-est indienne, permettra de produire un enregistrement unique des variations passées de la végétation et donc de l'intensité des précipitations au cœur de la zone où la mousson d'été indienne est la plus intense. Ce travail sera co-encadré par les palynologues S. Desprat (EPOC) et K. Anupama (Institut Français de Pondichery, Inde).

École doctorale 304

Sciences et environnements (EDSE)

Afin d'établir un diagnostic précis de la réponse de la mousson indienne à la variabilité climatique orbitale et de discerner les facteurs la contrôlant, les résultats polliniques obtenus seront comparés à d'autres traceurs continentaux et marins analysés dans la même séquence, incluant notamment les données XRF utilisées comme indicateur du ruissellement continental et de l'érosion, les biomarqueurs permettant de reconstruire les températures des eaux de surface (index Uk'37 basé sur les alcénones), et les variations d'humidité et de grands types de végétation (δD et $\delta^{13}C$ cires de plantes), les assemblages de coccolithes et les teneurs en alcénones traçant les variations de productivité et de stratification des eaux de surface en relation avec l'intensité de la mousson indienne d'été. Cette comparaison directe sera réalisée en travaillant en étroite collaboration avec les spécialistes analysant ces traceurs sur le site U1446. Une telle comparaison est à ce jour sans précédent pour des études paléoclimatiques du cycle de l'eau à haute résolution du dernier million d'années. Ce travail de thèse permettra *in fine* de générer pour la première fois des connaissances uniques de la variabilité orbitale de la mousson indienne, sous des conditions limites variées rencontrés au cours du dernier million d'années.

➤ PUBLICATIONS DE L'ÉQUIPE :

Clemens S.C., Kuhnt W., LeVay L.J., Anand P., Ando T., Bartol M., Bolton C.T., Ding X., Gariboldi K., Giosan L., Hathorne E.C., Huang Y., Jaiswal P., Kim S., Kirkpatrick J.B., Littler K., Marino G., **Martinez P.**, Naik D., Peketi A., Phillips S.C., Robinson M.M., Romero O.E., Sagar N., Taladay K.B., Taylor S.N., Thirumalai K., Uramoto G., Usui Y., Wang J., Yamamoto M., Zhou L. (2015) International ocean discovery program expedition 353 preliminary report Indian Monsoon Rainfall, *Integrated Ocean Drilling Program: Preliminary Reports*, 353, 1-46., doi: 10.14379/iodp.pr.353.2015.

Seilles B., Sanchez-Goni M.F., Ledru M.P., Urrego D.H., **Martinez P.**, Hanquiez V., Schneider R. (2015) Holocene land-sea climatic links on the equatorial Pacific coast (Bay of Guayaquil, Ecuador), *The Holocene*, doi: 10.1177/0959683615612566.

Caley T., Malaize B., Zaragosi S., Rossignol L., Bourget J., Eynaud F., **Martinez P.**, Giraudeau J., Charlier K., Ellouz-Zimmerman N. (2011) New Arabian Sea records help decipher orbital timing of Indo-Asian monsoon, *Earth and Planetary Science Letters*, 308, 433-444, doi: 10.1016/j.epsl.2011.06.019.

Desprat S., Combourieu-Nebout N., Essallami L., Sicre M.A., Dormoy I., Peyron O., Siani G., Bout Roumazeilles V., **Turon J.L.** (2013) Deglacial and holocene vegetation and climatic changes in the southern central mediterranean from a direct land-sea correlation, *Climate of the Past*, 9(2), 767-787.

Bolton, C.T., L. Chang, S.C. Clemens, K. Kodama, M. Ikehara, M. Medina-Elizalde, G.A Paterson, A.P Roberts, E.J. Rohling, Y. Yamamoto, X. Zhao (2013), A 500,000 year record of Indian summer monsoon dynamics recorded by eastern equatorial Indian Ocean upper water column structure, *Quaternary Science Reviews*, 77, 167-180. doi:10.1016/j.quascirev.2013.07.031.

➤ COLLABORATIONS SCIENTIFIQUES :

EPOC, Université de Bordeaux : Dr S. Desprat, co-encadrement de la thèse.

Institut Français de Pondichéry (IFP), Inde : Dr K. Anupama, co-encadrement de la thèse.

CEREGE, Aix-en-Provence : Dr C. Bolton

EPOC, Université de Bordeaux : Dr J. Crespin, post-doc

Université de Kiel (Allemagne) : Pr. R. Schneider

University of Brown (USA) : Dr S.C. Clemens (co-chief Exp. IODP 353)

➤ **FINANCEMENT** :

Financement du doctorant : Contrat doctoral Université de Bordeaux

Financement des recherches :

1. Acquis, 2015-2016, Coord. Ph. Martinez, C. Bolton et S. Taylor : Projet IODP-France post-campagne Exp. IODP 353.
2. Acquis, 2016-2017, Coord. Ph. Martinez : Projet INSU-IMAGO *MICMAc* « réponse de la Mousson Indienne à la variabilité Climatique au cours du dernier Million d'Années »
3. Soumis, réponse en juin 2016, 2016-2018, Coord. S. Desprat et K. Anupama : Projet CEFIPRA (Centre Franco-Indien pour la Promotion de la Recherche Avancée) « Réponse de la végétation et de la mousson indienne à la variabilité climatique au cours du dernier million d'années ».

➤ **SUBJECT** : Indian monsoon variability at orbital-scale during the last one million years – Study of vegetation changes from marine sediments of the Bengal Bay.

➤ **SUPERVISOR** : Pr. Philippe MARTINEZ

E-mail : philipe.martinez@u-bordeaux.fr

Phone : +33 5.40.00.29.66

Lab : EPOC – UMR5805

Address : B18, Université de Bordeaux, Allée Geoffroy St Hilaire 33615 Pessac

➤ **PRESENTATION** :

The Monsoon phenomenon is the strongest expression of Earth's climate system interactions between ocean, continent and atmosphere. It results from seasonal wind reversal in the intertropical zone, involving large interhemispheric exchanges of warmth and humidity. The monsoon affects almost all continents but has its strongest expression in Asia and in particular in eastern Indian where it brings in summer up to 90% of the annual rainfalls. Projecting the Indian summer monsoon evolution at the 21th century horizon is of major social interest because it affects billions of people daily life. It is also a major scientific challenge because the mechanisms dictating the monsoon response to global climatic changes are far from being defined. Study of past natural monsoon variability will help to identify controlling factors and to provide reliable targets for model verification. So far, high-quality records covering older periods than our interglacial and monitoring long-term and abrupt variations in monsoon rainfall within the key core monsoon zone, i.e. the region where precipitation is the most intense, are conspicuously absent.

The PhD project aims to study the Indian monsoon variability at orbital-scale during the last one million years in the core monsoon zone. The primary project objective is to reconstruct past vegetation changes in northeastern India during selected glacial-interglacial cycles of the last one million years presenting contrasted baselines climate states (CO₂ concentrations, ice volume, insolation). For that, pollen will be analyzed in marine sediments of the Bay of Bengal, site IODP U1446 (Expedition 353 "Indian Monsoon Rainfall", December 2014-January 2015). This site which was collected on the northeastern Indian margin, will enable to generate a unique record of past vegetation and precipitation changes in the core monsoon zone. This work will be co-advised by S. Desprat (palynologist) and K. Anupama (French Institute of Pondichery, India).

To get a comprehensive understanding of the underpinnings of the Indian monsoon variability at orbital-scale, pollen results will be directly compared to specific marine and continental tracers analyzed in the same sedimentary archive, such as XRF data indicating continental runoff and erosion, biomarkers

École doctorale 304

Sciences et environnements (EDSE)

enabling to reconstruct sea surface temperatures (alkenone based Uk'37 index), rainfall variations and main vegetation types (δD et $\delta^{13}C$ of leaf wax), coccolith assemblages and alkenone contents indicating productivity variations and surface water stratification linked to summer Indian monsoon intensity. This direct comparison will be undertaken in close collaboration with specialists analyzing these tracers in site U1446. Such a comparison will be an unprecedented paleoclimatic study of the hydrological cycle over the last one million years. It will *in fine* generate for the first time unique knowledge on the Indian monsoon variability.

➤ **PUBLICATIONS** :

Clemens S.C., Kuhnt W., LeVay L.J., Anand P., Ando T., Bartol M., Bolton C.T., Ding X., Gariboldi K., Giosan L., Hathorne E.C., Huang Y., Jaiswal P., Kim S., Kirkpatrick J.B., Littler K., Marino G., **Martinez P.**, Naik D., Peketi A., Phillips S.C., Robinson M.M., Romero O.E., Sagar N., Taladay K.B., Taylor S.N., Thirumalai K., Uramoto G., Usui Y., Wang J., Yamamoto M., Zhou L. (2015) International ocean discovery program expedition 353 preliminary report Indian Monsoon Rainfall, *Integrated Ocean Drilling Program: Preliminary Reports*, 353, 1-46., doi: 10.14379/iodp.pr.353.2015.

Seilles B., Sanchez-Goni M.F., Ledru M.P., Urrego D.H., **Martinez P.**, Hanquiez V., Schneider R. (2015) Holocene land-sea climatic links on the equatorial Pacific coast (Bay of Guayaquil, Ecuador), *The Holocene*, doi: 10.1177/0959683615612566.

Caley T., Malaize B., Zaragosi S., Rossignol L., Bourget J., Eynaud F., **Martinez P.**, Giraudeau J., Charlier K., Ellouz-Zimmerman N. (2011) New Arabian Sea records help decipher orbital timing of Indo-Asian monsoon, *Earth and Planetary Science Letters*, 308, 433-444, doi: 10.1016/j.epsl.2011.06.019.

Desprat S., Combourieu-Nebout N., Essallami L., Sicre M.A., Dormoy I., Peyron O., Siani G., Bout Roumazielles V., **Turon J.L.** (2013) Deglacial and holocene vegetation and climatic changes in the southern central mediterranean from a direct land-sea correlation, *Climate of the Past*, 9(2), 767-787.

Bolton, C.T., L. Chang, S.C. Clemens, K. Kodama, M. Ikehara, M. Medina-Elizalde, G.A Paterson, A.P Roberts, E.J. Rohling, Y. Yamamoto, X. Zhao (2013), A 500,000 year record of Indian summer monsoon dynamics recorded by eastern equatorial Indian Ocean upper water column structure, *Quaternary Science Reviews*, 77, 167-180. doi:10.1016/j.quascirev.2013.07.031.

➤ **SCIENTIFIC PARTNERS** :

EPOC, Université de Bordeaux : Dr S. Desprat, co-advisor of the thesis

Institut Français de Pondichéry (IFP), Inde : Dr K. Anupama, co-advisor of the thesis

CEREGE, Aix-en-Provence : Dr C. Bolton

EPOC, Université de Bordeaux : Dr J. Crespín, post-doc

Université de Kiel (Allemagne) : Pr. R. Schneider

University of Brown (USA) : Dr S.C. Clemens, co chief IOPD Exp 353

➤ **FUNDING** :

PhD fellowship : « Contrat doctoral Université de Bordeaux »

Research funding :

1. Funded, 2015-2016, Coord. Philippe Martinez, Clara Bolton et Sam Taylor : IODP-France post-cruise Exp. 353 project
2. Funded, 2016-2017, Coord. Philippe Martinez : INSU-IMAGO project *MICMAc* « réponse de la Mousson Indienne à la variabilité Climatique au cours du dernier Million d'Années »

École doctorale 304

Sciences et environnements (EDSE)

3. Submitted, 2016-2018, Coord. Stéphanie Desprat : CEFIPRA (Indo-French Centre for the Promotion of Advance Research) project « Indian vegetation and monsoon response to climate variability during the past one million years ».