

# Erosion et flux sédimentaires associés dans un bassin versant soumis à un régime de mousson: l'exemple de la Tista (Inde), du Sikkim au Mégafan

Rachel ABRAHAMI

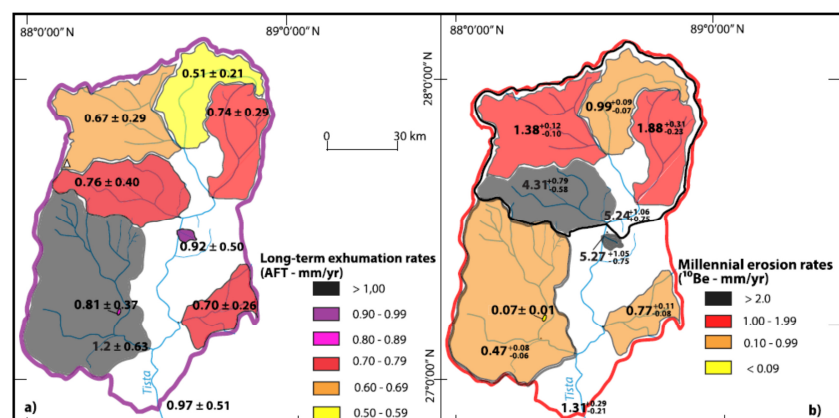
**Laboratoire :** ISTERre  
**Directeur de thèse :** Pascale Huyghe  
 Peter van der Beek  
**École doctorale :** TUE  
**Début / Soutenance :** 01/10/2011 - 06/05/2015  
**Formation :** Master de Sciences de Terre  
 de l'Université Paris IX  
**Poste actuel :** Post-doc au Chili  
 (Financement FONDECYT)



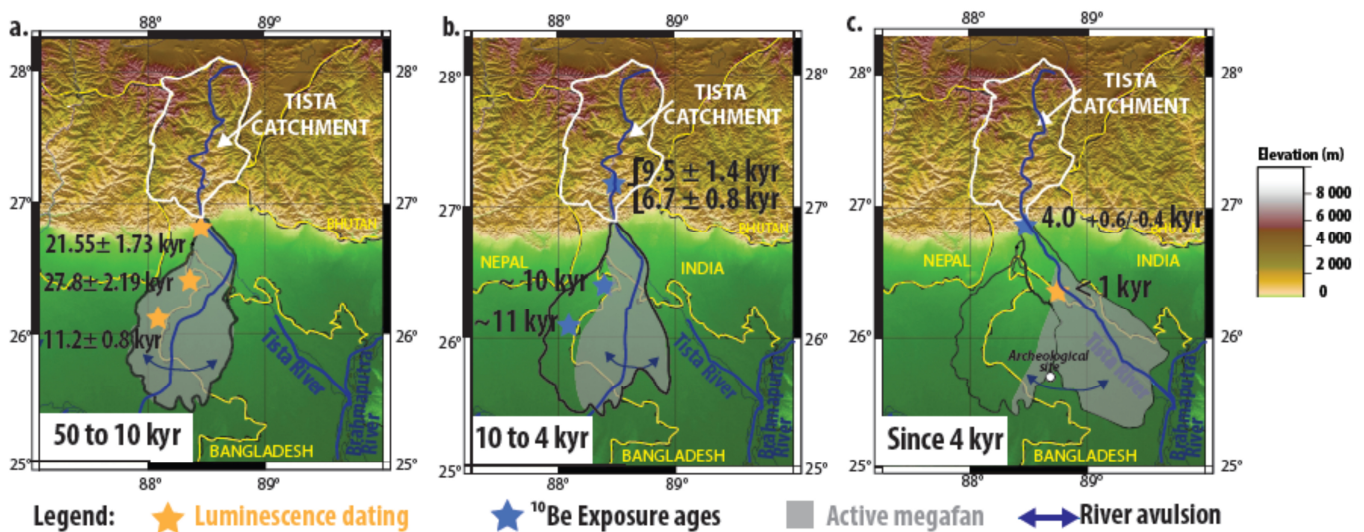
## Résultats majeurs et illustrations

Cette étude s'intéresse au contrôle tectonique et/ou climatique du développement des mégafans, ces phénomènes agissant sur différentes périodes de temps. Plusieurs méthodes de datations ont été utilisées : (1) la thermochronologie basse température par la méthode des traces de fission sur cristaux d'apatite, technique qui permet de quantifier les taux d'exhumation à l'échelle des temps géologiques – million d'années, (2) les nucléides cosmogéniques avec la méthode  $^{10}\text{Be}$  sur cristaux de quartz qui donne des informations sur le taux d'érosion millénaire. L'originalité de ce travail a été de coupler ces deux méthodes de datation, permettant ainsi de déterminer la prépondérance des contrôles tectonique ou climatique qui n'agissent pas sur la même échelle temps (Fig. 1). Il en ressort que l'architecture des dépôts et la nature des matériaux des mégafans quaternaires situés au front de la chaîne himalayenne sont essentiellement guidées par un contrôle climatique, et notamment les variations d'intensité de la mousson asiatique depuis la fin du Pleistocène.

Maps of a) long-term exhumation rates derived from detrital apatite fission-track data and b) short-term erosion rates from  $^{10}\text{Be}$  cosmogenic nuclide concentrations in river sands for catchments in the Sikkim Himalaya. Note different scales for exhumation/ erosion rates. From Abrahami et al. (2016).



Late Pleistocene-Holocene chronology of the evolution of the Tista Megafan as inferred from our study. a) Development of the Tista megafan prior to 10 ka. b) Development of the Tista Megafa from 10 to 4 ka. c) Abandonment and incision of the Tista megafan since 4 ka. From Abrahami et al. (2018).



## Résumé de la thèse

La chaîne Himalayenne, soumise à des processus climatiques et tectoniques très actifs est un chantier idéal pour l'étude des rétroactions entre climat et tectonique. Cette étude concerne l'évolution du bassin versant de la rivière Tista (Sikkim) et du mégafan qu'elle dépose, au pied du relief.

Les taux d'exhumation du bassin versant de la Tista à l'échelle du million d'années (traces de fission sur apatite) les plus forts sont concentrés ( $1.2 \pm 0.6$  mm/an) au niveau d'un duplex, suggérant un contrôle tectonique. Les taux d'érosion élevés à l'échelle millénaire (<sup>10</sup>Be) (1 à 2 mm/an) coïncident avec les fortes pentes des rivières au niveau de l'avancée maximale des glaciers durant le LGM (Fig. 1). L'érosion millénaire au Sikkim est donc en partie liée à l'héritage géomorphologique glaciaire.

Les dépôts du megafan forment deux lobes distaux en aval de l'apex, d'âge > 50 000 ans (IRSL), incisé par la Tista depuis  $4000^{+600}/_{-400}$  ans (<sup>10</sup>Be). Le lobe occidental, a été abandonné vers 10 000 – 11000 ans. Le lobe oriental, plus récent (< 1000 ans), s'est développé quand le réseau de drainage principal a migré vers l'Est à l'occasion d'importantes avulsions (Fig. 2). Les périodes d'aggradation des lobes sont compatibles avec un guidage climatique pendant des périodes de mousson de forte intensité, associées à des flux sédimentaires importants.

## Collaborations

T. Chakraborty, Indian Statistical Institute, Kolkata, India; S. Lowick, University of Bern, Institute for Geology, Switzerland

## Publications à comité de lecture

Rachel Abrahami, Peter van der Beek, Pascale Huyghe, Elisabeth Hardwick, Julien Carcaillet, 2016. Decoupling of long-term exhumation and short-term erosion rates in the Sikkim Himalaya, *Earth and Planetary Sciences Letters*. 433, 76–88, doi: 10.1016 /j.epsl .2015.10.039

Rachel Abrahami, Pascale Huyghe, Peter van der Beek, Julien Carcaillet, Sally Lowick, Tapan Chakraborty, 2018. Late Pleistocene - Holocene development of the Tista megafan (West Bengal, India): <sup>10</sup>Be cosmogenic and IRSL age constraints, *Quaternary Science Reviews*, in press.

## Autres publications et présentations

P.A. van der Beek, R. Abrahami, P. Huyghe, T. Chakraborty, 2017. Controls on the formation and abandonment of the Tista Megafan (West Bengal, India), a major transient sediment trap in the Himalayan source to sink system, 9th International Conference on Geomorphology, Delhi (India), 6-11 November 2017 (keynote).

P.A. van der Beek, M. Mouchéné, R. Abrahami, 2017. A Tale of Two Megafans: Controls on the formation and abandonment of the Tista (West Bengal, India) and Lannemezan (northern Pyrenean foreland, France) megafans, and their role as transient Sediment traps in Source to Sink systems, SEPM Research Conference: Propagation of Environmental Signals within Source-to-Sink Stratigraphy, Ainsa (Spain).

Rachel Abrahami, Pascale Huyghe, Peter van der Beek, Sally Lowick, Eduardo Garzanti, Sidonie Révillon, Julien Carcaillet, 2015. Erosion and associated sedimentary fluxes in an active basin submitted to the monsoon: the example of the Tista River (India), from Sikkim to the megafan,, Conference of the Association of French Sedimentologist (Chambéry, France).

Rachel Abrahami, Pascale Huyghe, Peter Van Der Beek, Sally Lowick, Eduardo Garzanti, Sidonie Revillon, Julien Carcaillet and Tapan Chakraborty, 2015. The Tista Megafan, a ~50 kyr Record of Drainage Development, Erosion and Weathering in the Sikkim Himalayas (Eastern India) American Geosciences Union (San Francisco, USA).

Rachel Abrahami, Pascale Huyghe, Peter van der Beek, Julien Carcaillet, 2015. Temporal and spatial variations in erosion rate in the Sikkim Himalaya as a function of climate and tectonics. European Geosciences Union (Vienna, Austria).

Rachel Abrahami, Peter van der Beek, Pascale Huyghe, Elisabeth Hardwick, Julien Carcaillet, 2014. Temporal and spatial variations in erosion rate in the Sikkim Himalaya as a function of climate and tectonics, American Geosciences Union (San Francisco, USA).

Rachel Abrahami, Pascale Huyghe, Peter van der Beek, 2013. Using cosmogenic and geochemical data to understand the evolution of modern Himalayan megafan (Tista river, West bengal). European Geosciences Union (Vienna, Austria).