

Fiche n°258 - Février 2007

La fonte des glaciers himalayens observée depuis l'espace

Les glaciers himalayens fondent sous l'effet du réchauffement climatique. Cependant, l'ampleur de cette fonte reste difficile à estimer par des relevés de terrains en raison du grand nombre de glaciers, de leur difficulté d'accès et de l'étendue de la chaîne de montagne. Les chercheurs de l'IRD et du CNRS des unités Great Ice et Legos⁽¹⁾ ont contourné ces difficultés à l'aide de l'imagerie satellitaire qui leur a permis de comparer les topographies des glaciers réalisées en février 2000 puis en novembre 2004 sur une zone exploratoire de 915 km² dans la chaîne himalayenne. Un procédé complexe d'extraction de données fiables à partir d'images parfois bruitées a été mis au point. Sur la période 2000-2004, il permet de conclure à un amincissement de 8 à 10 m aux altitudes de moins de 4400 m et à un amincissement moindre mais encore marqué, d'environ 2 m, pour les zones les plus hautes au-dessus de 5000 m. La même équipe avait précédemment validé cette méthodologie avec l'appui du LGGE⁽²⁾ sur les massifs alpins bien cartographiés. C'est maintenant la première fois qu'un tel procédé est mis en œuvre sur une zone géographique pour laquelle aucune donnée de contrôle au sol fiable, donc aucun repère pour "caler" les images, n'est disponible. Cette évaluation est le premier volet d'un plus vaste projet : évaluer et surveiller l'ensemble des glaciers himalayens dispersés sur un territoire grand comme la France.



© IRD/ Yves Arnaud

Relevé de la position d'une balise d'ablation au DGPS sur la langue du glacier Chhota Shigri à 4400m

L'Himalaya, le "toit du monde", à l'origine des sept plus grands fleuves de l'Asie, est, lui aussi, victime du réchauffement climatique. Pour estimer la fonte de ses quelques 33 000 km² de glaciers, les chercheurs ont eu recours à un procédé pour lequel ils sont les pionniers : ajuster puis comparer des topographies de la surface des glaciers obtenues à quelques années d'intervalle grâce à l'imagerie satellitaire. Après calculs, l'épaisseur des 915 km² de glaciers himalayens de la région test du Spiti/Lahaul (Himachal Pradesh, Inde) aurait diminué en moyenne de 0,85 m tous les ans entre 1999 et 2004. Encore expérimentale, cette technique, qui a été validée dans les

Alpes, pourrait se révéler d'une grande efficacité pour surveiller l'ensemble des glaciers himalayens. Cependant, le procédé pour arriver à une estimation fiable, doit déjouer bon nombre de causes d'erreurs et d'approximations propres aux observations par satellites.

Les chercheurs ont commencé par récupérer les données satellites sur deux périodes, 2000 et 2004. Pour chacune d'elles a été extrait un modèle numérique de terrain, représentation de la topographie d'une zone terrestre sous une forme numérique, donc exploitable par un ordinateur. La topographie la plus ancienne de la zone étudiée a été fournie

>>

Pour en savoir plus

CONTACTS :

YVES ARNAUD
IRD UR 032, Glaciers et
Ressources en Eau d'Altitude
- Indicateurs Climatiques et
Environnementaux,
LGGE, Saint Martin d'Hères
+ 33 (0)4 76 82 42 73
Yves.Arnaud@ird.fr

ETIENNE BERTHIER
CNRS, LEGOS
Toulouse
Etienne.Berthier@cnes.fr

RELATIONS AVEC LES MÉDIAS :
+33 (0)1 48 03 75 19 ;
presse.ird@paris.ird.fr

INDIGO, PHOTOOTHÈQUE DE L'IRD
+33 (0)1 48 03 78 99 ;
indigo@paris.ird.fr
www.ird.fr/indigo

IRD AUDIOVISUEL
+33 (0)1 48 02 56 24 ;
audiovisuel@bondy.ird.fr
www.audiovisuel.ird.fr/

RÉFÉRENCE :

BERTHIER ETIENNE, ARNAUD YVES, KUMAR RAJESH, AHMAD SARFARAZ, WAGNON PATRICK, CHEVALLIER PIERRE - Remote sensing estimates of glacier mass balances in the Himalach Pradesh (Western Himalaya, India), *Remote Sensing of the Environment*, sous presse.

En ligne depuis le 28 décembre 2006 sur
www.sciencedirect.com/

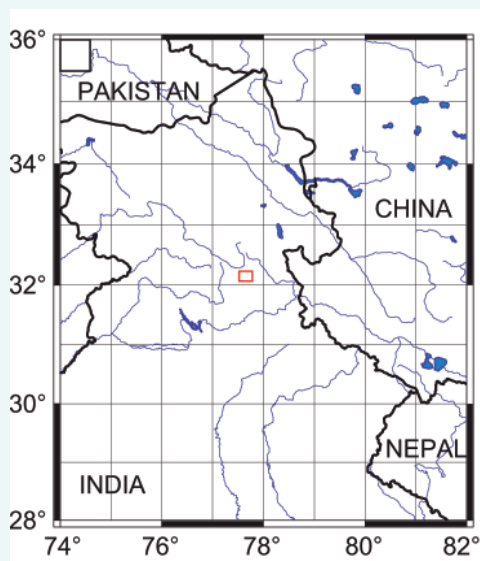
DOI : 10.1016/
J.RSE.2006.11.017

MOTS-CLEFS :

HIMALAYA, GLACIER, IMAGES SATELLITES, RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE



par la NASA qui a observé 80% de la surface terrestre lors de la mission *Shuttle Radar Topography* de février 2000. Puis, en novembre 2004, deux images d'une résolution de 2,5 m de la même zone prises sous deux angles différents ont été acquises spécialement par le satellite français Spot5 dans le cadre d'un projet ISIS (CNES). La comparaison de ces deux images a permis de constituer un nouveau modèle de terrain par des techniques de photogrammétrie stéréoscopique⁽³⁾. Ce modèle fait apparaître que les données radars de la NASA sous-estiment les valeurs aux hautes altitudes et les surestiment aux basses. Quant au satellite Spot, il montre une incertitude de +/- 25 m dans le positionnement horizontal des images. Les autorités des grands pays himalayens (Inde, Pakistan, Chine) n'autorisant pas l'accès public à des cartes topographiques ou à des photographies aériennes précises de ces régions transfrontalières sensibles, aucune référence n'est donc disponible pour estimer et corriger les erreurs d'observation des satellites. C'est donc en comparant les deux topographies sur des zones non glaciaires invariantes que les chercheurs ont pu corriger les déviations et superposer les deux modèles numériques de terrain. Ces comparaisons permettent d'obtenir une carte des variations d'épaisseur des glaciers pour des intervalles d'altitude de 100 m sur la période 2000-2004.



Localisation de la zone d'étude

Les résultats montrent un net recul pour les plus grands glaciers dont les langues terminales descendent le plus bas (environ 4000 m) avec une diminution de 8 à 10 m de leur épaisseur au-dessous de 4400 m. Cette perte reste de 4 à 7 m entre 4400 et 5000 m, passant à 2 m au dessus de 5000 m. L'estimation par images satellites donne un bilan moyen de - 0,7 à - 0,85 m par an sur les 915 km² de glaciers étudiés, soit une perte totale de 3,9 km³ d'eau en 5 ans. Afin de vérifier ces résultats et de valider le procédé, les observations satellitaires sont comparées au bilan de masse sur le petit glacier Chhota Shigri (15 km²) qui a bénéficié de mesures et de relevés de terrain, effectués entre 2002 et 2004 par l'unité Great Ice et ses partenaires indiens. La valeur du bilan réalisé à partir de ces données de terrain et celle calculée grâce aux données satellites concordent. Pour les deux méthodes d'évaluation, le glacier du Chhota Shigri aurait perdu en moyenne un peu plus de 1 m de glace par an.

Ces résultats sont en adéquation avec la fonte des glaciers évaluée dans le monde entier entre 2001 et 2004. La démarche va donc être élargie à d'autres zones de l'Himalaya, afin de préciser l'évolution encore mal connue des glaciers de la région qui constituent une source d'eau dont dépendent des dizaines de millions de personnes.

(1) Great Ice, Glaciers et ressources en eau d'altitude - Indicateurs climatiques et environnementaux unité de recherche de l'IRD 032.

Legos, Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales, unité mixte de recherche 065 IRD, CNRS, CNES, Université Paul Sabatier de Toulouse et le pôle Terre Vivante et Espace (Toulouse).

(2) Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, université Joseph Fourier (Grenoble), CNRS, Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble.

(3) Technique consistant à calculer une image en trois dimensions à partir de deux photos du même lieu prises sous des angles différents. Le relief est ainsi évalué et reconstitué.

Rédaction IRD : François Rebufat

Marie Guillaume-Signoret, coordinatrice

Délégation à l'information et à la communication

Tél. : +33(0)1 48 03 76 07 - fax : +33(0)1 40 36 24 55 - fichesactu@paris.ird.fr