

## Voleurs de neige : diminution de l'impact de la fonte de neige sur le débit des fleuves arctiques en printemps

L'eau provenant de la fonte du manteau neigeux est une des sources principales du débit des fleuves arctiques. Cependant, en quantifiant cet apport pendant les crues de printemps de fleuves du Nord de la Sibérie Occidentale, des chercheurs du LEGOS, de Météo-France et de l'Université de Tomsk en Russie ont pu observer qu'en moyenne un tiers de cette eau de fonte n'alimente pas les fleuves, cette part augmentant dans les années récentes. Les chercheurs ont donc mené l'enquête pour tenter d'identifier les coupables de ces pertes dans un article à paraître dans *Journal of Hydrometeorology*.

### 1. Le lieu du crime : les bassins sibériens

Cette étude s'est focalisée sur les fleuves Poluy, Nadym, Pur et Taz (PNPT), qui se situent en Sibérie Occidentale. Certes, ces fleuves sont relativement petits par rapport à leur voisins, l'Ob' à l'ouest et la Yenisseï à l'est, mais la taille totale de leur bassin versant est comparable à la superficie de l'Allemagne. Les fleuves PNPT peuvent être considérés comme des objets relativement homogènes d'un point de vue climatologique et sont un bon indicateur des changements naturels affectant cette région de l'Arctique. Pour ces fleuves arctiques, l'eau provenant de la fonte de la neige est l'une des principales sources du bilan d'eau. Sa contribution au débit des fleuves varie beaucoup selon les saisons et année après année.



*Figure 1. Vue aérienne, à proximité de la ville de Noviy Urengoy, mettant en évidence la multitude de lacs, marécages, zones inondées et petites rivières caractéristiques de cette région.*

Cette région PNPT présente une forte concentration de zones humides, marécages et lacs (de 35 à 70% de la superficie du bassin versant, Figure 1). Ces zones favorisent, d'une part, un fort taux d'évaporation et, d'autre part, stockent temporairement l'eau provenant de la fonte de neige pour la libérer graduellement tout au long de l'été. Ces deux facteurs (évaporation et stockage) influencent fortement la redistribution saisonnière des débits fluviaux. De plus, la région PNPT se situe à la fois dans une zone de pergélisol discontinu (au sud) et continue (et très épais, au nord).

## **2. Les preuves : disparition d'eau provenant de la fonte de la neige**

Il existe peu de mesures in situ du couvert neigeux dans les régions arctiques, qui sont difficilement accessibles et ne permettent donc pas d'estimer la variabilité du manteau neigeux à l'échelle des bassins versants. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir recours aux mesures satellitaires qui fournissent des observations à grandes échelles. En combinant les données in situ existantes avec des mesures satellitaires dans le domaine des micro-ondes passives (capteur SSM/I), il a été possible d'estimer l'équivalent en eau de la neige pour les hivers de 1989 à 2006.

En comparant les estimations de l'équivalent en eau de la neige et le volume d'eau qui passe chaque année pendant les crues de printemps (provenant de mesures de débits in situ), il a été mis en évidence une forte corrélation entre ces deux paramètres - plus il y a de neige en hiver, plus le flux d'eau au printemps sera élevé. Logique. Sauf qu'au passage les "voleurs de neige" sont intervenus... Une part importante (environ 30%) de l'eau qui est libérée lors de la fonte de la neige ne se retrouve pas dans le débit des fleuves pendant les crues. Où est-elle alors? Il semblerait que cette eau soit d'abord stockée dans la couche active (au-dessus du pergélisol) et dans les zones humides, puis soit s'évapore soit s'écoule graduellement vers le fleuve pendant l'été.

## **3. Les vols augmentent!**

Bien que l'ampleur de ces pertes soit autour de 30% en moyenne, elles ont eu tendance à augmenter au cours des dernières années (Figure 2). Si au début des années 1990 de 20 à 30% de l'eau de fonte ne contribuait pas aux crues de printemps, vers les années 2000 ce chiffre est passé à près de 50 à 60%. Étant donné que pendant la même période la température de l'air a augmenté, le suspect le plus évident de ces vols est bien évidemment l'évaporation. Cependant, d'autres facteurs influençant ces pertes ont été identifiés.

Il y a d'une part le changement des propriétés de surface des bassins versants qui affectent l'écoulement de l'eau à travers les dépressions thermokarstiques, marécages et lacs. Notamment, l'augmentation de la température de l'air induit des changements dans la végétation (un des principaux facteurs contrôlant les flux d'eau), mais aussi dans la profondeur de la couche active.

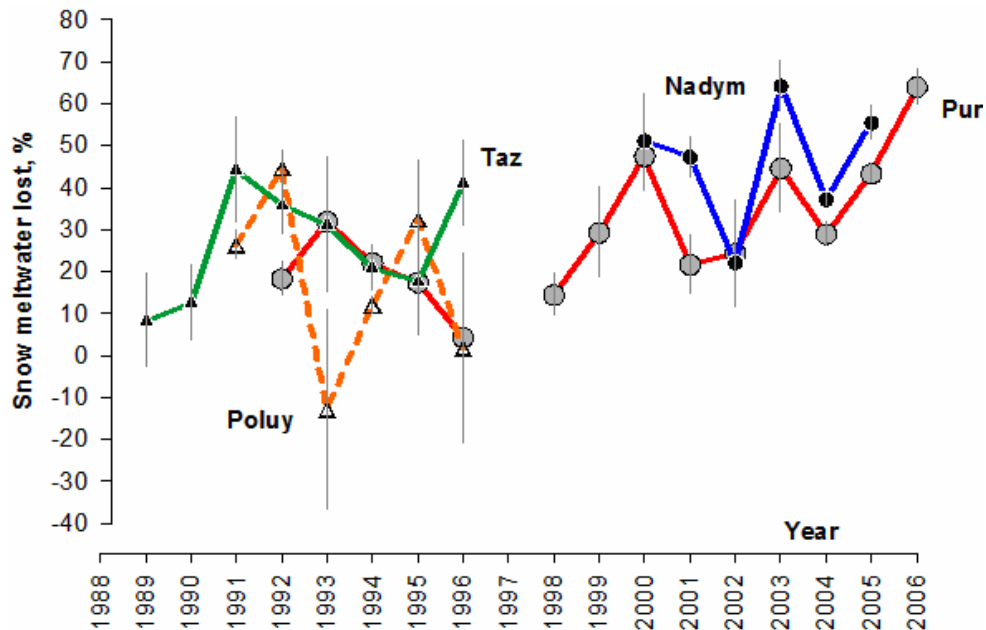


Figure 2. Valeurs annuelles (1989-2006) du pourcentage de l'eau de fonte (issue de la neige) perdue par rapport au volume d'eau total du couvert neigeux en hiver) pour le bassin de la Pur (courbe rouge), de la Nadym (courbe bleue), de la Taz (courbe verte), de la Poluy (courbe orange).

Les paysages naturels dans la partie centrale de la région PNPT (bassin versants de Nadym et en partie de la Pur) ont aussi fortement changé au cours des deux dernières décennies du fait de l'activité humaine. Aussi, la construction récente de routes, de lignes électriques, de gazoducs (Figure 3), et l'utilisation de véhicules lourds à chenilles a changé dramatiquement le réseau primaire hydrographique sur de larges bandes latérales de plusieurs kilomètres.



Figure 3. Ligne de gazoduc dans la région de Pangody, affectée par les processus de thermokarst.

Un autre facteur influençant ces pertes sont les incendies. Leur impact sur les régions de toundra est complexe et encore mal étudié, mais ils changent la profondeur de la couche active d'une manière directe et indirecte (quand les lichens de couleur blanche brûlent, l'albédo change et provoque un réchauffement élevé). Les incendies peuvent donc conduire,

d'une part, à une augmentation des flux d'eau du bassin versant vers les fleuves, mais aussi à générer des dépressions thermokarstiques qui retiennent l'eau.

Cette étude montre la nécessité de mieux estimer et quantifier l'influence de la fonte de neige sur le débit des fleuves arctiques, notamment dans le cadre de la réduction récente de la couverture neigeuse en Arctique. D'autant plus que ce manteau neigeux est l'une des composantes du cycle de l'eau qui sera le plus rapidement affectée par le changement climatique.

Référence:

Zakharova E.A., A.V. Kouraev, S. Biancamaria, M.V. Kolmakova, N.M. Mognard, V.A. Zemtsov, S.N. Kirpotin, B. Decharme. Snow cover and spring flood flow in the northern part of Western Siberia (the Poluy, Nadym, Pur and Taz rivers). *Journal of Hydrometeorology* 2011 ; e-View doi: 10.1175/JHM-D-11-017.1

Cette recherche a été menée dans le cadre de la coopération France-Russie GDRI CAR-WET-SIB "Biogeochemical cycle of carbon in wetlands of Western Siberia", les projets ANR "IMPACT-Boreal" et "CLASSIQUE", ainsi que le projet du 7ème PCRDT Monarch-A "MONitoring and Assessing Regional Climate change in High latitudes and the Arctic".