

Micrométéorologie et bilan énergétique sur le glacier 15 α de l'Antisana

Luis Maisincho¹
Vincent Favier²

Mots-clés : glacier – météorologie – bilan énergétique – spatialisation – débit de la rivière – Équateur

En juin 1994 et au cours des années suivantes a été installé sur le glacier 15 de l'Antisana du matériel destiné à estimer le bilan de masse à l'échelle mensuelle et à mesurer en continu le régime hydrologique de la rivière effluente. À partir de novembre 1997 de manière discontinue, et en continu depuis septembre 1999, fonctionne une station météorologique automatique dans la zone d'ablation du glacier, à 4 900 m d'altitude. Il s'agit de mettre en rapport de façon simplifiée le débit de la rivière effluente avec un bilan énergétique partiel mesuré sur un point du glacier. Dans une première phase, la qualité de la relation obtenue entre le bilan de masse et le bilan hydrologique est vérifiée. Dans une seconde phase, l'on recherche une relation entre le débit de la rivière et le bilan énergétique. Pour atteindre cet objectif, il faut spatialiser l'albédo en utilisant la hauteur de neige sur le glacier comme la variable-clé, qui est régulièrement contrôlée grâce aux observations directes et aux photos prises

par un appareil automatique installé au pied du glacier. Il est possible ainsi d'obtenir une modélisation de la fusion du glacier sans une phase de spatialisation trop complexe. Par la suite, sont comparés les bilans énergétiques au niveau de la ligne de neige pour deux saisons bien différentes : El Niño fort de 1997-1998 et une époque marquée par la Niña. On observe qu'il y a peu de différence entre les valeurs des bilans, mais les processus divergent, fusion prédominant en Niño, sublimation prédominant en Niña. Grâce à la même méthode de spatialisation des données énergétiques, la localisation de la ligne de neige et les valeurs du bilan permettent d'obtenir des valeurs du bilan du glacier dans la zone d'ablation pour les deux saisons.

Pour établir un bilan énergétique on dispose actuellement d'une série de

1 INAMHI, Iñaquito 770 y Corea, Quito, Équateur

2 IRD, Montpellier, France

données météorologiques fournies par une station automatique Campbell (photo 1).

Sur le glacier 15 α (0,75 km²), dans les Andes tropicales d'Équateur (zones tropicales internes), on utilise le cycle annuel du bilan énergétique superficiel local. Les quatre flux radiatifs sont directement mesurés par un capteur Kipp & Zonen CNR1. Les flux turbulents sont calculés par *the bulk method* et on utilise également les longueurs de rugosité comme des paramètres d'étalonnage déduits par des mesures directes de sublimation sur le terrain. Les zones tropicales internes sont caractérisées par une absence de saisonnalité thermique, une humidité de l'air stable le long de l'année et une réparti-

tion bimodale annuelle des précipitations déterminée par l'oscillation saisonnière de la zone intertropicale de convergence (ITCZ) : des saisons humides entre avril et mai et dans une proportion moindre de septembre à novembre. Malgré les conditions météorologiques relativement uniformes le long de l'année, le cycle annuel peut se diviser en deux périodes selon la vitesse du vent. L'expérimentation montre que les vents zonaux forts dominent en JJAS (juin à septembre), produisant des flux turbulents importants au cours de cette période alors que le reste de l'année est caractérisé par des vents légers et la radiation nette domine donc à 90 % dans le bilan énergétique.

Photo 1
Station météorologique
automatique Campbell
à 4 900 m (Antisana)
Estación meteorológica
automática Campbell
a 4.900 m.s.n.m. (Antisana)



Micrometeorología y balance de energía en el glaciar 15 α del Antisana

Palabras clave: glaciar – meteorología – balance de energía – espacialización – caudal del río – Ecuador

En junio de 1994 y durante los años siguientes, se instalaron varios equipos en el glaciar 15 del Antisana, con el fin de estimar a escala mensual el balance de masa y medir en continuo el régimen hidrológico del río emisario. Luego, a partir de noviembre de 1997 de manera discontinua, y continua desde septiembre de 1999, funciona una estación meteorológica automática en la zona de ablación del glaciar, a 4.900 m.s.n.m. Se trata de relacionar de forma simplificada el caudal del río emisario con un balance energético parcial medido en un punto del glaciar. En una primera etapa se verifica la calidad de la relación entre el balance de masa y el balance hidrológico. En una segunda etapa, se busca una relación entre el caudal del río y el balance energético. Para lograr este objetivo, es preciso espacializar el albedo, utilizando la altura de nieve en el glaciar como la variable clave, la cual es controlada regularmente por las observaciones directas además de las fotografías tomadas por una cámara automática instalada al pie del glaciar. Es posible así obtener una modelización de la fusión del glaciar sin una etapa de espacialización muy

compleja. Luego se comparan los balances energéticos a nivel de la línea de nieve para dos temporadas muy distintas: El Niño fuerte de 1997-1998 y una época marcada por la Niña. Se observa la poca diferencia existente entre los valores de los balances, pero los procesos divergen, predominando la fusión durante el Niño y la sublimación durante la Niña. Gracias al mismo método de espacialización de los datos de energía, la ubicación de la línea de nieve y los valores del balance permiten obtener los valores del balance del glaciar en la zona de ablación para ambas temporadas.

Para establecer un balance de energía se dispone actualmente de una serie de datos meteorológicos obtenidos a partir de una estación automática tipo Campbell (fotografía 1).

En el glaciar 15 α (0,75 km²), en los Andes tropicales de Ecuador (zonas tropicales internas), se utiliza el ciclo anual de balance energético superficial local. Los cuatro flujos radioactivos son medidos directamente por un sensor de Kipp & Zonen CNR1. Los flujos turbulentos son calculados por *the bulk method* y se

utilizan también las longitudes de aspereza como parámetros de calibración deducidos mediante mediciones directas de sublimación en el campo. Las zonas tropicales internas se caracterizan por una carencia de estacionalidad térmica, la humedad estable del aire a través del año y un reparto bimodal anual de las precipitaciones determinado por la oscilación estacional de la zona intertropical de convergencia (ITCZ): estaciones húmedas entre abril y mayo y en una proporción menor de septiembre a

noviembre. A pesar de las condiciones meteorológicas relativamente uniformes a lo largo del año, el ciclo anual se puede dividir en dos períodos según la velocidad del viento. La experimentación muestra que los vientos zonales fuertes dominan en JJAS (junio a septiembre) produciendo flujos turbulentos importantes durante ese periodo, mientras que el resto del año se caracteriza por vientos ligeros y por tanto en el balance energético predomina en un 90% la radiación neta.