

Fiche n°340 - Février 2010

## Haut-Atlas marocain : suivi des neiges pour une meilleure gestion de l'eau

De grandes plaines irriguées à la lisière du désert : les neiges du Haut-Atlas marocain constituent un grand réservoir d'eau pour la région, dont l'économie se fonde sur une agriculture très consommatrice. Or, l'augmentation de la consommation d'eau et les incertitudes associées à la grande variabilité interannuelle des précipitations et au changement climatique pèsent sur le devenir de cette précieuse ressource. Des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires marocains<sup>1</sup> ont suivi l'évolution du couvert neigeux sur toute la chaîne montagneuse grâce à l'imagerie satellitaire. Ils peuvent ainsi prévoir le débit des oueds en aval qui abreuvent les vallées tout au long de la saison sèche et proposer une aide à la décision aux gestionnaires locaux de l'eau, en vue d'une gestion durable de celle-ci.



Le Haut-Atlas marocain et ses sommets enneigés constituent un château d'eau pour les vallées agricoles situées en contrebas.

En médaillon : la station de mesure de l'Oukaimdem, à 3239 m d'altitude, le 5 mars 2010.

La neige constitue une importante ressource en eau pour les pays montagneux du pourtour de la Méditerranée. Au Maroc, le Haut-Atlas concentre une large part des précipitations, notamment sous forme de neige, et joue le rôle de château d'eau pour les plaines agricoles. Des défis majeurs attendent les gestionnaires de cette ressource. En effet, dans la région du Haut-Atlas, les précipitations irrégulières combinées à un taux d'évaporation élevé rendent difficile la gestion des ressources en eau. A court terme, le développement agricole et socio-économique exercent une pression qui impose de développer des règles d'utilisation rationnelle et une meilleure prévision saisonnière. Afin de mieux évaluer les apports aux barrages tout au long de la saison de fonte des neiges et de distribuer l'eau de façon raisonnée, il est important de bien comprendre les processus et variables qui contrôlent le cycle hydrologique. A plus long terme, le changement climatique fait redouter une baisse non seulement des précipitations totales, mais surtout des précipitations solides, qui représentent une réserve stockée pendant l'hiver et disponible pendant l'été en période d'étiage.

### Le suivi des neiges du Haut-Atlas

Observation du couvert neigeux, de l'accumulation et de la fonte des neiges, estimation de la contribution de la fonte aux débits des oueds : les recherches menées dans le cadre du projet SudMed par les chercheurs de l'IRD et leurs partenaires marocains<sup>1</sup> ont pour but d'évaluer et de prévoir les ressources en eau dans la région du Tensift Al Haouz, non loin de Marrakech, dont l'économie repose essentiellement sur une agriculture grande consommatrice d'eau. Dans une récente étude, les scientifiques ont cartographié les zones enneigées de toute la chaîne montagneuse marocaine grâce à des séries d'images du satellite SPOT-VEGETATION. Ils ont ainsi analysé les variations spatio-temporelles de la couverture neigeuse sur tout le Haut-Atlas de 1998 à 2005.

La distribution spatiale du couvert neigeux, ainsi que son caractère non-permanent, voire éphémère, dépendent en toute logique de l'altitude. Les fluctuations dans le temps sont très importantes : l'extension des surfaces enneigées, le nombre d'épisodes neigeux et la durée d'enneigement varient fortement d'une année sur l'autre.

Pour en savoir plus

## CONTACTS :

**Gilles BOULET**, chercheur à l'IRD

[Gilles.Boulet@ird.fr](mailto:Gilles.Boulet@ird.fr)

Tél : 33 (0)5 61 55 85 46

**Benoît DUCHEMIN**,

chercheur à l'IRD

[Benoit.Duchemin@ird.fr](mailto:Benoit.Duchemin@ird.fr)

Tél : 33 (0)5 61 55 66 70

Laboratoire CESBIO - Centre d'études spatiales de la biosphère (UMR IRD, CNRS, CNES, Université Paul Sabatier à Toulouse)

### Adresse :

CESBIO

18, avenue Edouard BELIN

BP 2801

31401 Toulouse cedex 9

## RÉFÉRENCES :

**BOUDHAR A., DUCHEMIN**

**Benoît**, HANICH L.,

JARLAN L., CHAPONNIÈRE

A., MAISONGRANDE P.,

**BOULET Gilles**, CHEHBOUNI

A. Long-term analysis of snow-

covered area in the Moroccan

High-Atlas through remote

sensing. *International Journal*

*of Applied Earth Observation*

*and Geoinformation*, 2010,

12(Supplement 1): S109-S115.

doi:[10.1016/j.jag.2009.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jag.2009.09.008)

**BOUDHAR A., HANICH L.,**

**BOULET Gilles,**

**DUCHEMIN Benoît,**

BERJAMY B., CHEHBOUNI A.

Impact of the snow cover

estimation method on the

Snowmelt Runoff Model

performance in the moroccan

High Atlas Mountains.

*Hydrological Sciences*

*Journal-Journal Des Sciences*

*Hydrologiques*, 2009, 54(6):

1094-1112.

## MOTS CLÉS :

Haut-Atlas, neige, eau

## RELATIONS AVEC LES MÉDIAS :

VINCENT CORONINI

+33 (0)4 91 99 94 87

[presse@ird.fr](mailto:presse@ird.fr)

## INDIGO,

### PHOTOTHÈQUE DE L'IRD :

DAINA RECHNER

+33 (0)4 91 99 94 81

[indigo@ird.fr](mailto:indigo@ird.fr)

[www.ird.fr/indigo](http://www.ird.fr/indigo)

Les chercheurs mettent également en avant une possible influence sur les chutes de neige de la variabilité du climat en Atlantique Nord, notamment l'oscillation Nord Atlantique, un phénomène hivernal qui impacte le climat tout autour du bassin atlantique.

### Téledétection : un moyen d'observation privilégié des régions montagneuses

Ces travaux ont également montré que l'observation des surfaces enneigées par le satellite SPOT-VEGETATION permet de mieux modéliser le débit des oueds dans le Haut-Atlas marocain. Ces données corrigent en particulier efficacement certains biais d'observation des précipitations neigeuses, notamment lorsque des nuages d'altitude génèrent des précipitations qui ne sont pas observées par le réseau de



© IRD / Vincent SIMONNEAUX

*Cartographier le couvert neigeux du Haut-Atlas permet une gestion durable de la ressource en eau en aval.*



*Importante diminution du couvert neigeux entre les 8 et 12 février 2009 vue par le satellite FORMOSAT2.*

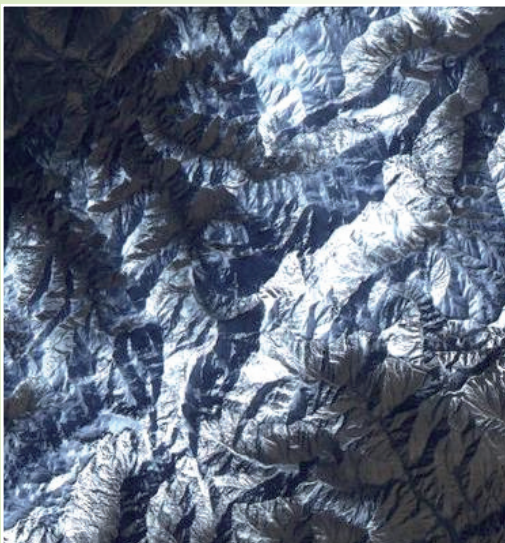
pluviographes, majoritairement localisés en fond de vallée.

Compte tenu de la rapidité avec laquelle la neige fond dans les milieux méditerranéens, les satellites actuels n'ont pas toujours les caractéristiques de revisite et de résolution nécessaires pour suivre l'évolution du couvert neigeux. De nouvelles missions spatiales, et notamment le satellite taïwanais FORMOSAT2 ou le projet Venus, permettent de suivre les surfaces enneigées avec une résolution de l'ordre de 10 m et une revisite quotidienne, mais sur de petites zones. Elles sont complémentaires des satellites à basse résolution qui permettent la surveillance globale des massifs avec une résolution de l'ordre du kilomètre et une revisite quotidienne.

Les chercheurs étendent actuellement leurs travaux<sup>2</sup> au nord et à l'est de la Méditerranée afin de produire des indicateurs de ressource nivale grâce à la téledétection satellitaire, et d'analyser la variabilité spatiale et temporelle de ces indicateurs en liaison avec le fonctionnement climatique de la Méditerranée. Compte tenu de la faible présence de l'Homme en haute montagne, la neige est un bon indicateur du changement climatique.

1. Ces travaux ont été réalisés par les chercheurs du Centre d'études spatiales de la biosphère - CESBIO (UMR IRD, CNRS, CNES, Université Paul Sabatier à Toulouse) en collaboration avec l'Université Cadi Ayyad à Marrakech et en étroite association avec les organismes gestionnaires tels que l'Agence de Bassin du Tensift et l'Office Agricole du Haouz.

2. Ces recherches sont réalisées en collaboration avec le Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales - LEGOS (UMR IRD / CNRS / CNES / Université Paul Sabatier - Toulouse 3) et METEO-France.



© NSFO, distribution SPOT image, traitement CNES/CESBIO