



# Apport des données SPOT-VEGETATION à la modélisation de la fonte de neige dans le Haut Atlas Marocain

A. Boudhar<sup>1</sup>, L. Hanich<sup>1</sup>, G. Boulet<sup>2</sup>, B. Duchemin<sup>2</sup>, A. Chehbouni<sup>2</sup>.  
Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, av. A. Khattabi, BP 549, Marrakech, Maroc.  
IRD, UMR CESBIO, 18 Av. Edouard Belin BPI 2801 Toulouse cedex 4, France.

## RESUME

La chaîne montagneuse du Haut Atlas marocain constitue un véritable château d'eau pour les plaines arides avoisinantes. C'est le cas de la plaine du Haouz dans la région de Marrakech, où les ressources en eau connaissent une exploitation intensive (activités agricoles et tourisme). La gestion durable de ces ressources est ainsi une priorité pour les autorités de la région et du pays. Dans cet objectif, il est nécessaire de bien comprendre les processus et les variables permettant de décrire précisément le cycle hydrologique de la région, et en particulier la contribution respective des précipitations liquides et solides aux débits des principaux sous-bassins de l'oued Tensift. Dans ce contexte, nous avons utilisé une archive de 7 années d'images SPOT-VEGETATION pour cartographier les surfaces enneigées du Haut-Atlas. Afin d'évaluer les potentialités de l'imagerie satellitaire à prévoir les débits à l'exutoire de deux bassins versants du Haut Atlas, Rheraya et Ourika, on a utilisé le modèle de fonte de neige (SRM). A cet effet, Deux types de surfaces de neige ont été utilisées à l'entrée du modèle : surfaces extraites à l'aide de la télédétection (SPOT-VGT) et surfaces calculées par la méthode degré-jour en se basant sur les précipitations et la température enregistrés dans les deux bassins versants. Cette étude montre l'intérêt de la télédétection à étudier le régime hydrologique de régions semi-arides. Les premiers résultats de simulation par SRM montrent que les surfaces neigeuses issues des données SPOT-VEGETATION peuvent être utilisées pour simuler et prévoir les débits à l'exutoire des sous bassins du Haut Atlas marocain.

## SITE D'ETUDE

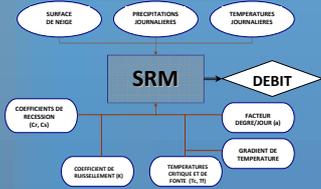
Les deux bassins versants sélectionnés pour cette étude, le Rheraya (225 Km<sup>2</sup>) et l'Ourika (506Km<sup>2</sup>), sont parmi les bassins les plus actifs hydrologiquement dans les versants Nord du Haut Atlas Marocain. Ils se situent à 30 km au Sud de la ville de Marrakech.



## DONNEES ET METHODOLOGIE

Dans cette étude, le modèle de fonte de neige « SRM » a été utilisé pour évaluer les potentialités de l'imagerie satellitaire en mode « réanalyse ». Les paramètres du modèle sont calés puis validés sur la période de fonte de neige (du 1 janvier au 31 mai) au niveau de deux bassins versants de Rheraya et d'Ourika. Ensuite les débits sont simulés en utilisant deux surfaces neigeuses. MOD1 : modèle utilisé avec des surfaces calculées à partir des images basses résolution SPOT-VGT et MOD2 : modèle utilisé avec des surfaces simulées par la méthode degré jour.

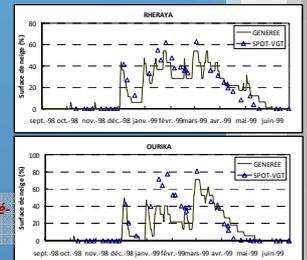
### Structure du modèle SRM



### Détermination de la Surface de neige

- Surface de neige extraite à l'aide de la télédétection par les données issues du capteur SPOT-VGT le long de la période (1998-2005).
- Surfaces générées par la méthode degré-jour

Comparaison des surfaces de neige calculées par (SPOT-VGT) et surfaces générées par la méthode degré-jour dans les bassins versants de Rheraya et Ourika.



## RESULTATS

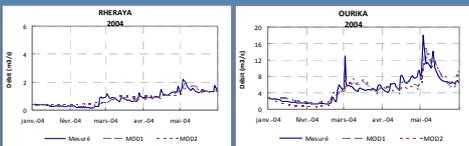
$$NASH = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (Q_j - Q'_j)^2}{\sum_{j=1}^n (Q_j - \bar{Q})^2}$$

$$D_v = \frac{V_R - V'_R}{V_R} \times 100$$

Q<sub>j</sub> : Débit journalière mesuré ;  
Q'<sub>j</sub> : Débit journalière simulé ;  
Q̄ : Moyenne des débits au cours de la période de simulation ;  
n : Nombre de valeur des débits journalières ;

D<sub>v</sub> : Biais relatif entre les débits mesurés et simulés (%);  
V<sub>R</sub> : Volume des débits mesurés ;  
V'<sub>R</sub> : Volume des débits simulés.

### Calibration



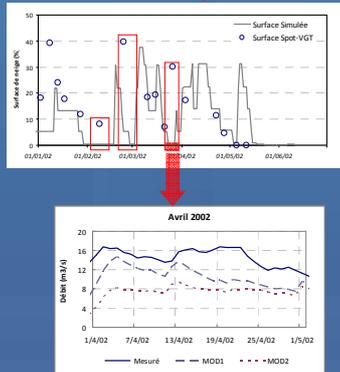
### Paramètres calibrés

	K	Cr	Cs	a (cm/j/°C)	Tf (°C)	Tc(°C)
Rheraya	0,97	0,01	0,1-0,3	0,4-0,6	0,2-0,5	2-3,5
Ourika	0,98	0,02	0,2-0,4	0,3-0,6	0,2-0,5	2-3,5

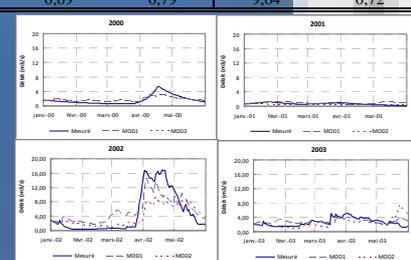
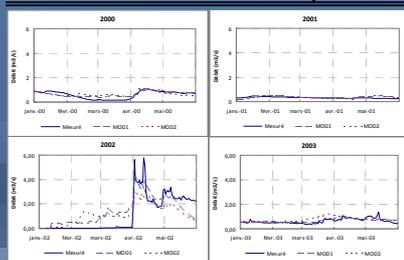
### Validation

RHERAYA	MOD1		MOD2	
	DV	NASH	DV	NASH
1999	-1,15	0,13	12,00	0,29
2000	-9,59	0,65	-7,85	0,36
2001	-5,68	-1,42	-13,00	-4,10
2002	-23,50	0,67	-2,08	0,54
2003	-6,04	0,53	-36,72	-0,71
2004	-0,18	0,86	-2,93	0,78

Exemple de décalage (cadres rouges) entre la surface de neige générée et calculée à partir de Spot-VGT en 2002 dans le bassin versant de l'Ourika et son impact sur les débits



OURIKA	MOD1		MOD2	
	DV	NASH	DV	NASH
1999	-12,20	0,72	9,38	0,57
2000	-8,82	0,63	26,50	0,31
2001	-26,42	-0,62	30,00	0,17
2002	-14,00	0,71	17,80	0,54
2003	-9,3	0,29	7,04	-0,91
2004	0,69	0,79	9,64	0,72



## CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer l'apport de l'assimilation de chroniques des surfaces de neige obtenues à partir des données SPOT-VGT tout au long de la période 1999-2004. Elle a permis de montrer que l'ajout de cette information permet d'améliorer les prévisions des débits par le modèle SRM dans des zones où les données météorologiques ne sont pas toujours disponibles, ce qui est largement le cas du Haut Atlas marocain. La prévision des débits dans les régions montagneuses des milieux arides et semi arides par un modèle simple tel que SRM présente un certain nombre de limites et n'est pas toujours efficace. Cela est accentué pour les années où les débits sont plus faibles pour une longue période ainsi que dans les saisons qui connaissent un contraste élevé des conditions climatiques (précipitations et température). Afin de bien comprendre les processus entrant en jeu dans l'hydrologie de ces régions, comme la quantité d'eau évaporée, sublimée et les infiltrations au niveau du sol, un modèle à base physique doit être testé.