



AMETHYST



Université Cadi Ayyad



## Evaluation de la chaîne SAFRAN-ISBA-RAPID sur un bassin de montagne en région semi-aride. Cas du bassin de la Rheraya (Marrakech, Maroc)



Szczypta, C., Gascoin, S., Habets, F., Saaidi, A., Berjamy, B., Marchane, A., Boulet, G., Hanich, L., et Jarlan, L.

# Contexte général

## Effort scientifique méditerranéen

- Analyse conjointe des ressources et des usages de l'eau en Méditerranée

# Contexte général

## Effort scientifique méditerranéen

- Analyse conjointe des ressources et des usages de l'eau en Méditerranée

Adaptation et évaluation de modèles intégrés pour établir des scénarios possibles d'évolution des ressources en eau sous l'effet conjoint de forçages climatiques et anthropiques

# Contexte général

## Effort scientifique méditerranéen

→ Analyse conjointe des ressources et des usages de l'eau en Méditerranée

Adaptation et évaluation de modèles intégrés pour établir des scénarios possibles d'évolution des ressources en eau sous l'effet conjoint de forçages climatiques et anthropiques

## Bassin du Tensift (Maroc) : bassin au fonctionnement pluvio-nival

Bassins versants de montagne (Haut Atlas)  $\xrightarrow{\text{Ressource en eau}}$  plaine du Haouz (Tensift)  
 = château d'eau  $\rightarrow$  Irrigation

# Objectif du travail

## Etude hydrologique sur le bassin versant de la Rheraya

### Objectifs

- Quantifier la ressource en eau disponible en aval du bassin

### Travaux

- Mise en place et évaluation d'une chaîne de prévision hydro - météorologique pour quantifier les débits à l'exutoire du bassin

### Pourquoi la Rheraya ?

- Sous bassin de montagne pilote fortement instrumenté

## → 1ère série de simulations

**MicroMet**  
(Module SnowModel)

Liston and Elder, 2006

**ISBA**  
(Platerforme de  
modélisation SURFEX)

Le Moigne, 2009

**RAPID**

David et al., 2011

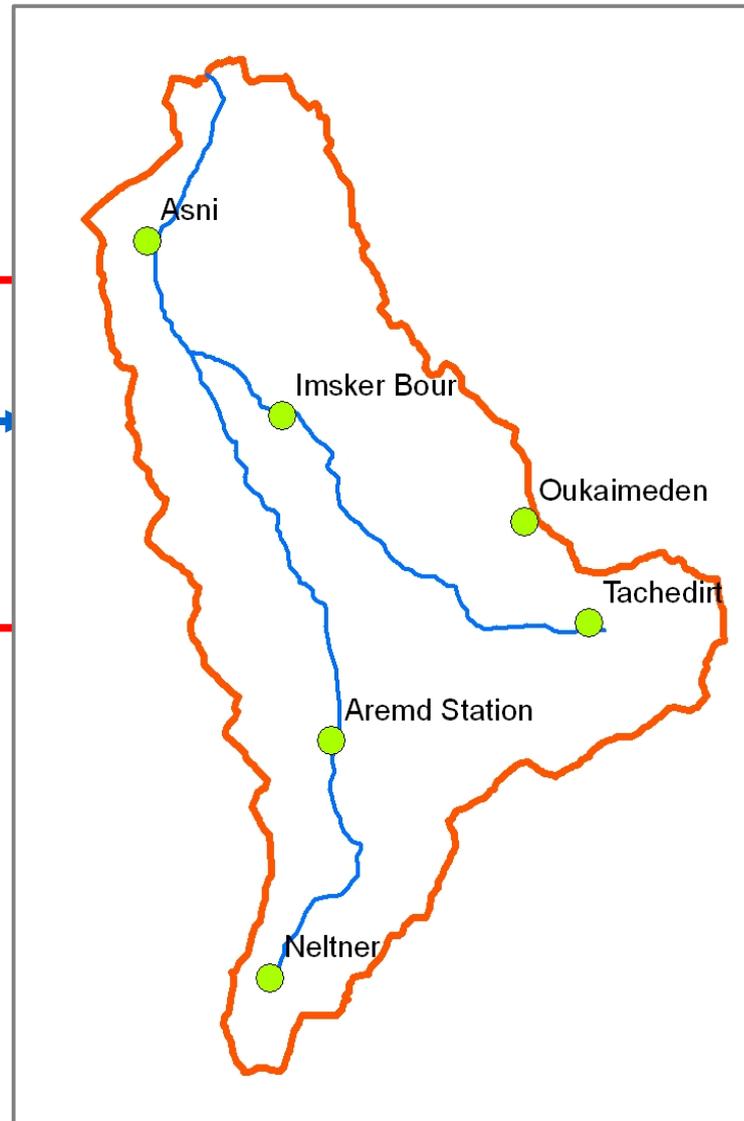
# La chaîne hydro-météo

Observations des variables météo sur 6 stations

**MicroMet**  
(Module SnowModel)

Liston and Elder, 2006

Forcages météorologiques



**RAPID**

David et al., 2011

# La chaîne hydro-météo

Observations des variables météo sur 6 stations

**MicroMet**  
(Module SnowModel)

Liston and Elder, 2006

**ISBA**  
(Plateforme de modélisation SURFEX)

Le Moigne, 2009

**RAPID**

David et al., 2011

Forçages météo spatialisés sur l'ensemble du bassin de la Rheraya

**Forçages météorologiques**

# La chaîne hydro-météo

Observations des variables météo sur 6 stations

Carte d'occupation du sol Ecoclimap-II

Carte de texture du sol Ecoclimap-II

**MicroMet**  
(Module SnowModel)

Liston and Elder, 2006

**ISBA**  
(Plateforme de modélisation SURFEX)

Le Moigne, 2009

**RAPID**

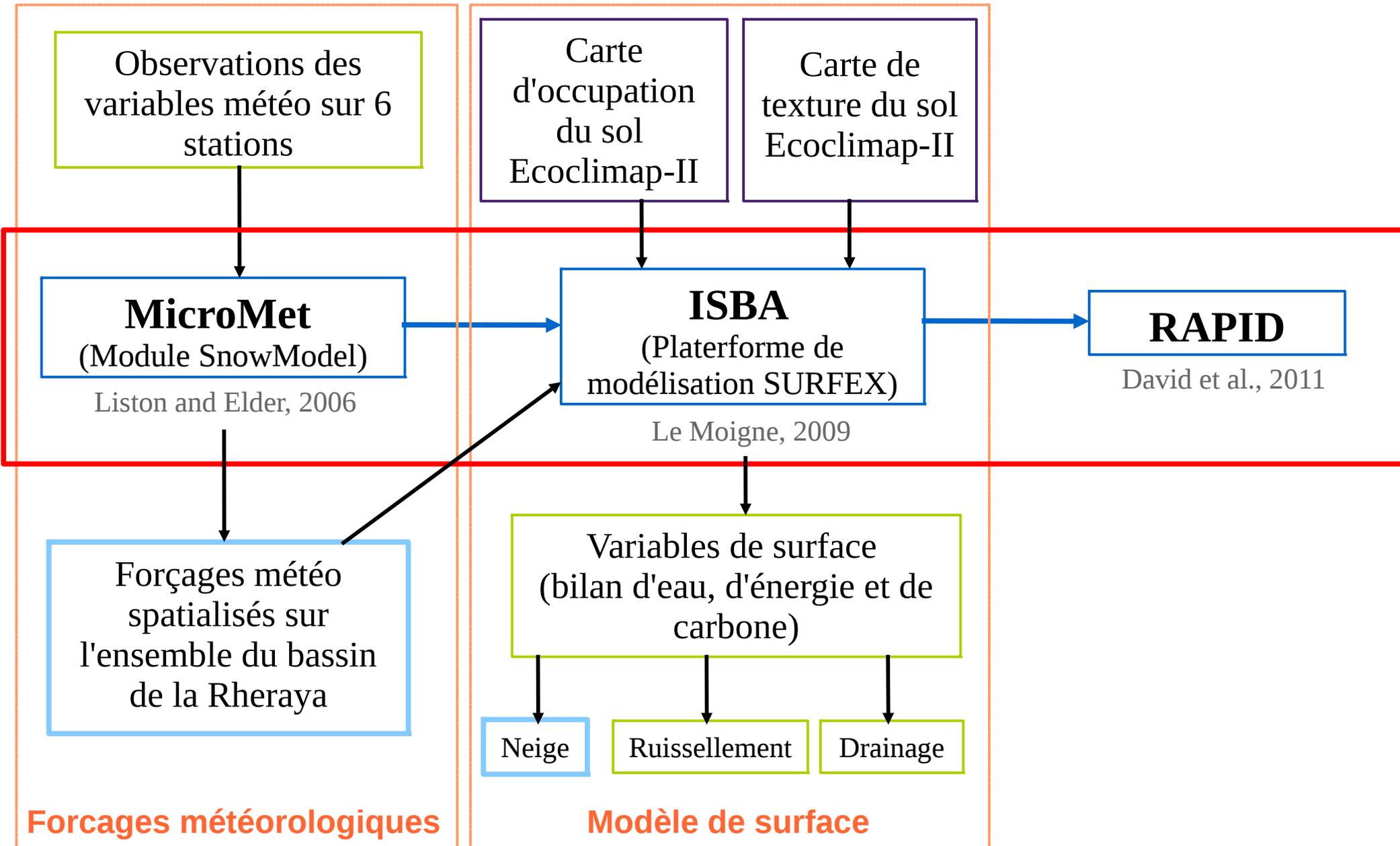
David et al., 2011

Forçages météo spatialisés sur l'ensemble du bassin de la Rheraya

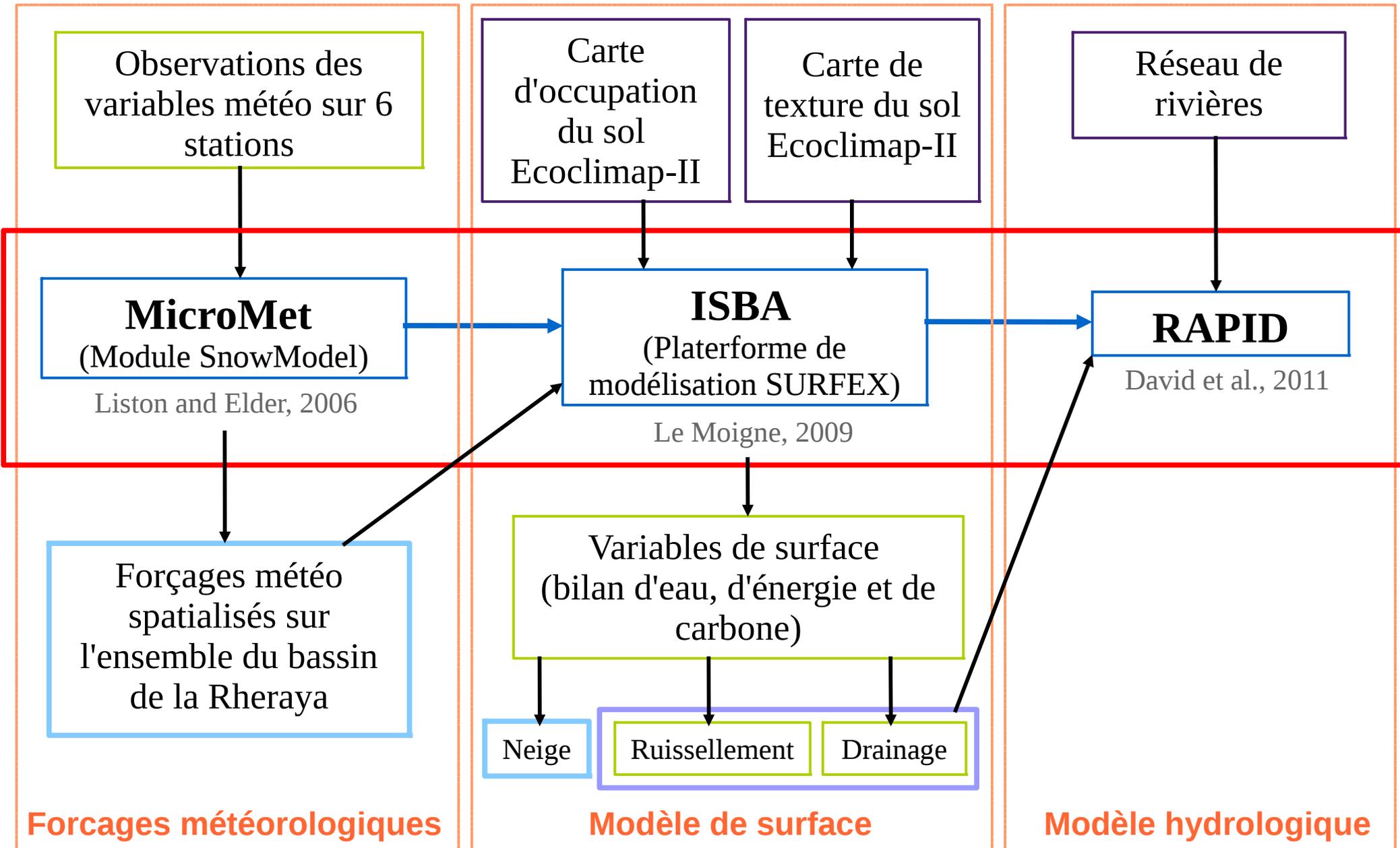
**Forçages météorologiques**

**Modèle de surface**

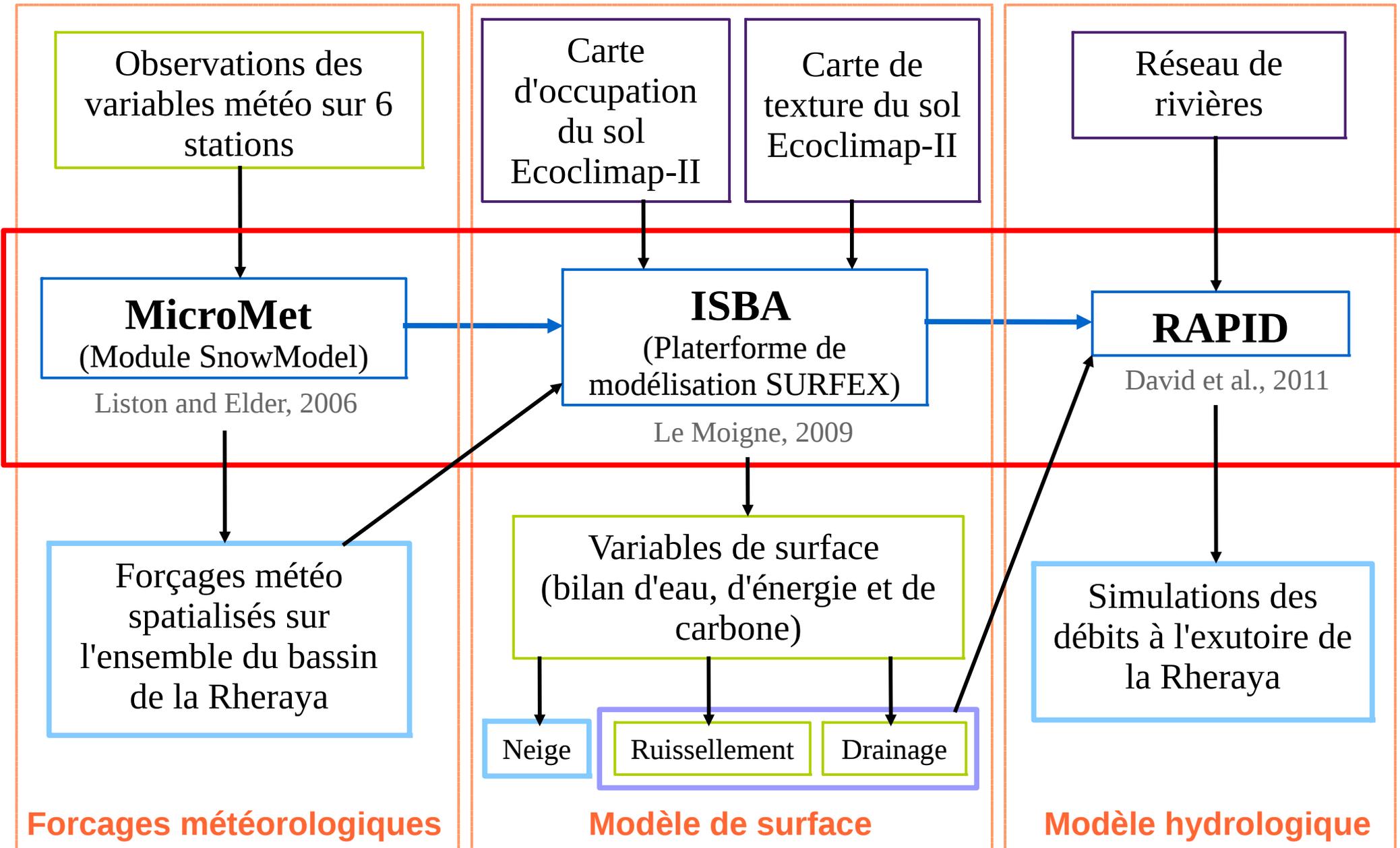
# La chaîne hydro-météo



# La chaîne hydro-météo



# La chaîne hydro-météo



# La chaîne hydro-météo

→ 1ère série de simulations

**MicroMet**  
(Module SnowModel)

Liston and Elder, 2006

**ISBA**  
(Plateforme de  
modélisation SURFEX)

Le Moigne, 2009

**RAPID**

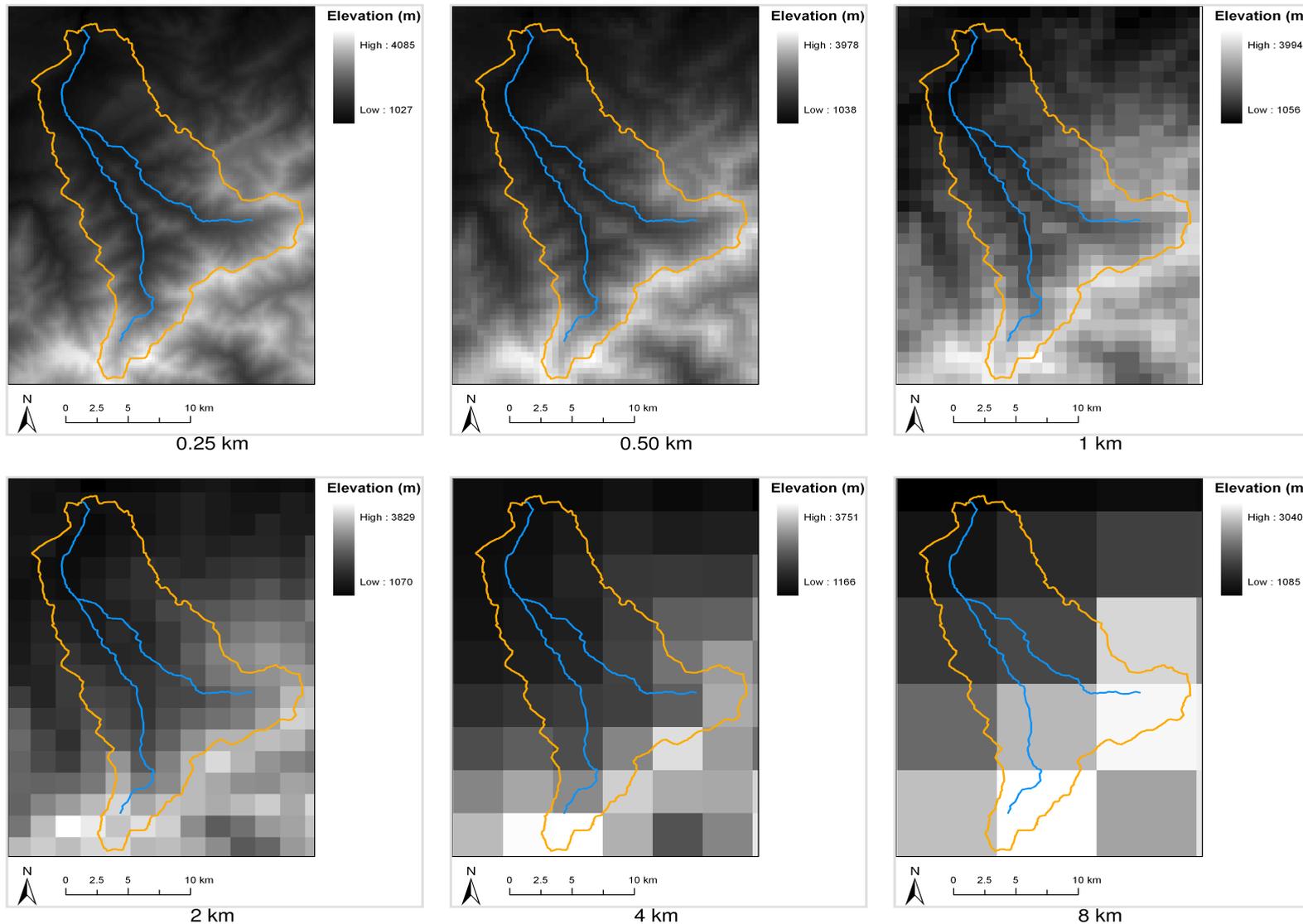
David et al., 2011

Discretisation : plusieurs résolutions

- 8 km
- 4 km
- 2 km
- 1km
- 500 m
- 250 m

# MNT du site d'étude utilisés

→ 1ère série de simulations



# La chaîne avec SAFRAN

—→ 2ème série de simulations

**SAFRAN**  
(Travail de la DMN)  
Durand et al., 1993

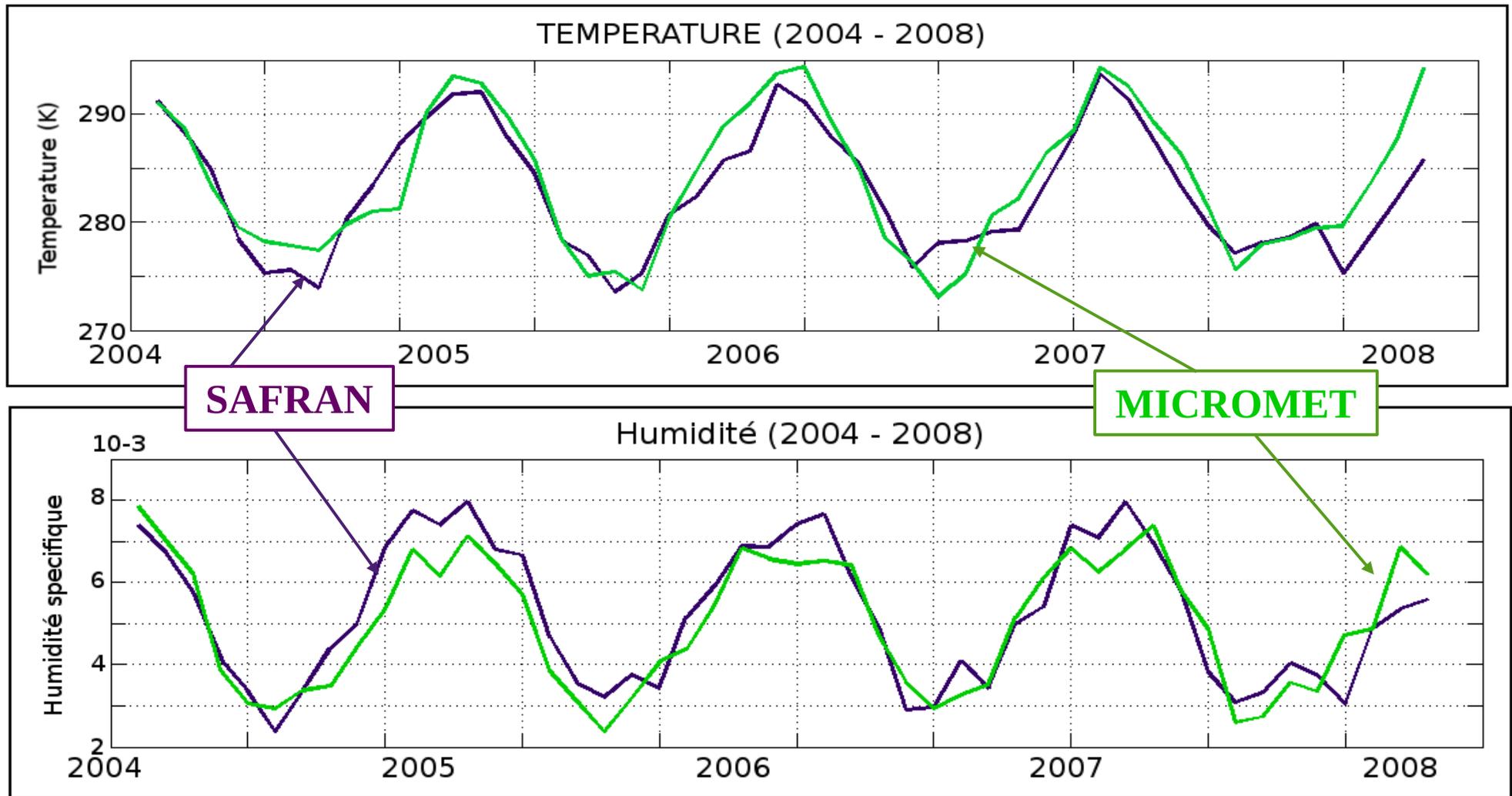
**ISBA**  
(Plateforme de  
modélisation SURFEX)  
Le Moigne, 2009

**RAPID**  
David et al., 2011

**Une seule résolution**

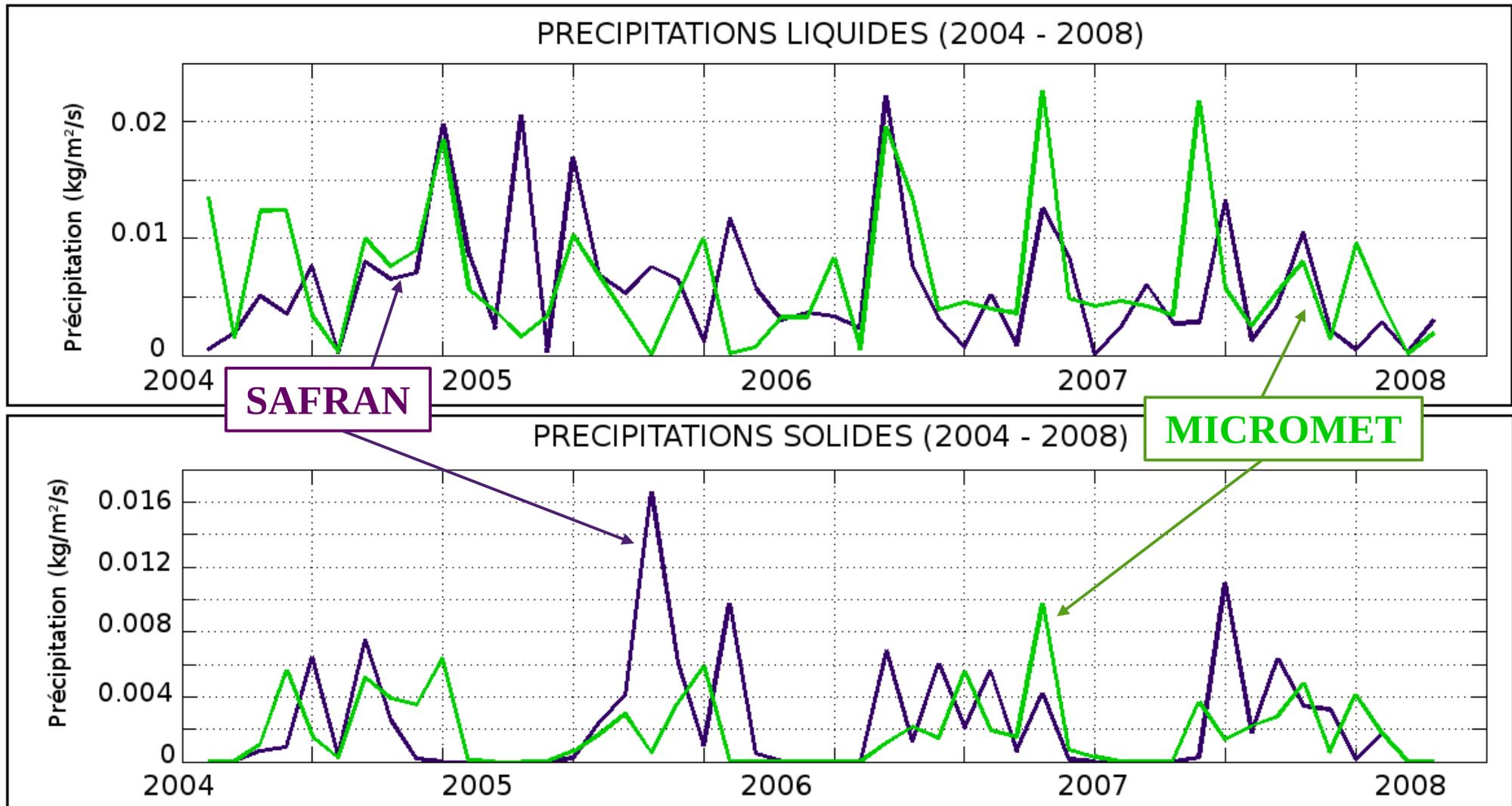
- 1km sur le bassin de la Rheraya

# Les forçages atmosphériques



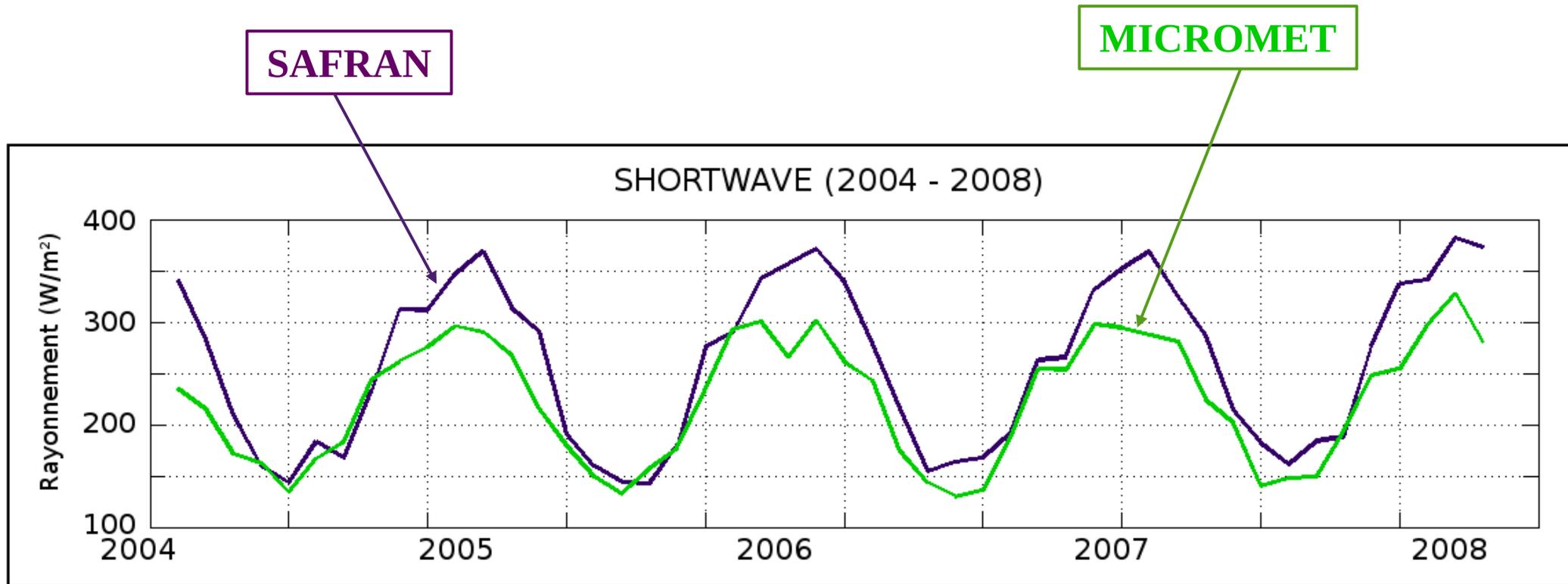
**Figure 1. Suivi mensuel des températures et humidité de l'air moyennes sur le bassin de la Rheraya, issues des forçages (1) SAFRAN et (2) MICROMET, sur la période 2004 – 2008.**

# Les forçages atmosphériques



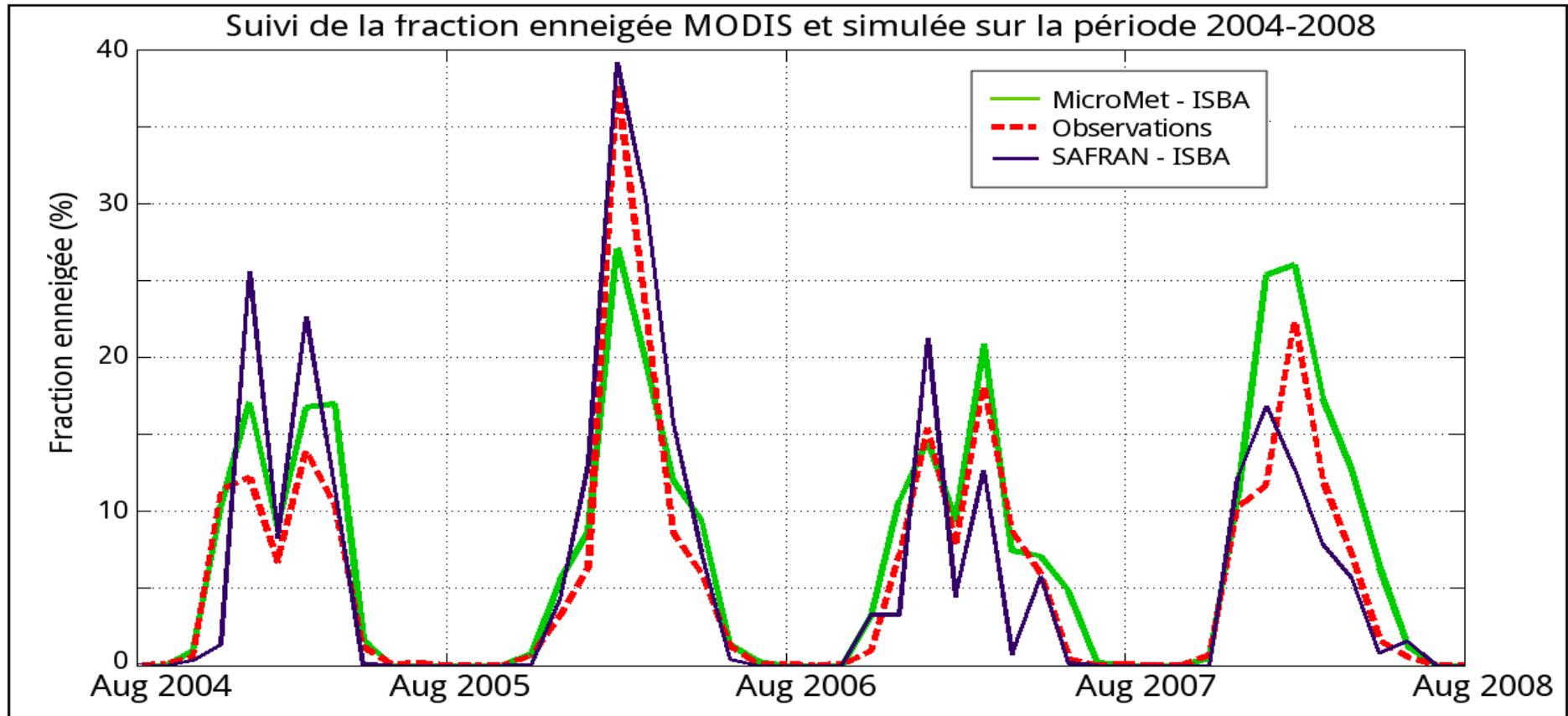
**Figure 2. Suivi mensuel des précipitations (solides et liquides) moyennes sur le bassin de la Rheraya, issues des forçages (1) SAFRAN et (2) MICROMET, sur la période 2004 – 2008.**

# Les forçages atmosphériques



**Figure 3. Suivi mensuel du rayonnement shortwave moyen sur le bassin de la Rheraya, issues des forçages (1) SAFRAN et (2) MICROMET, sur la période 2004 – 2008.**

# ISBA – Manteau neigeux

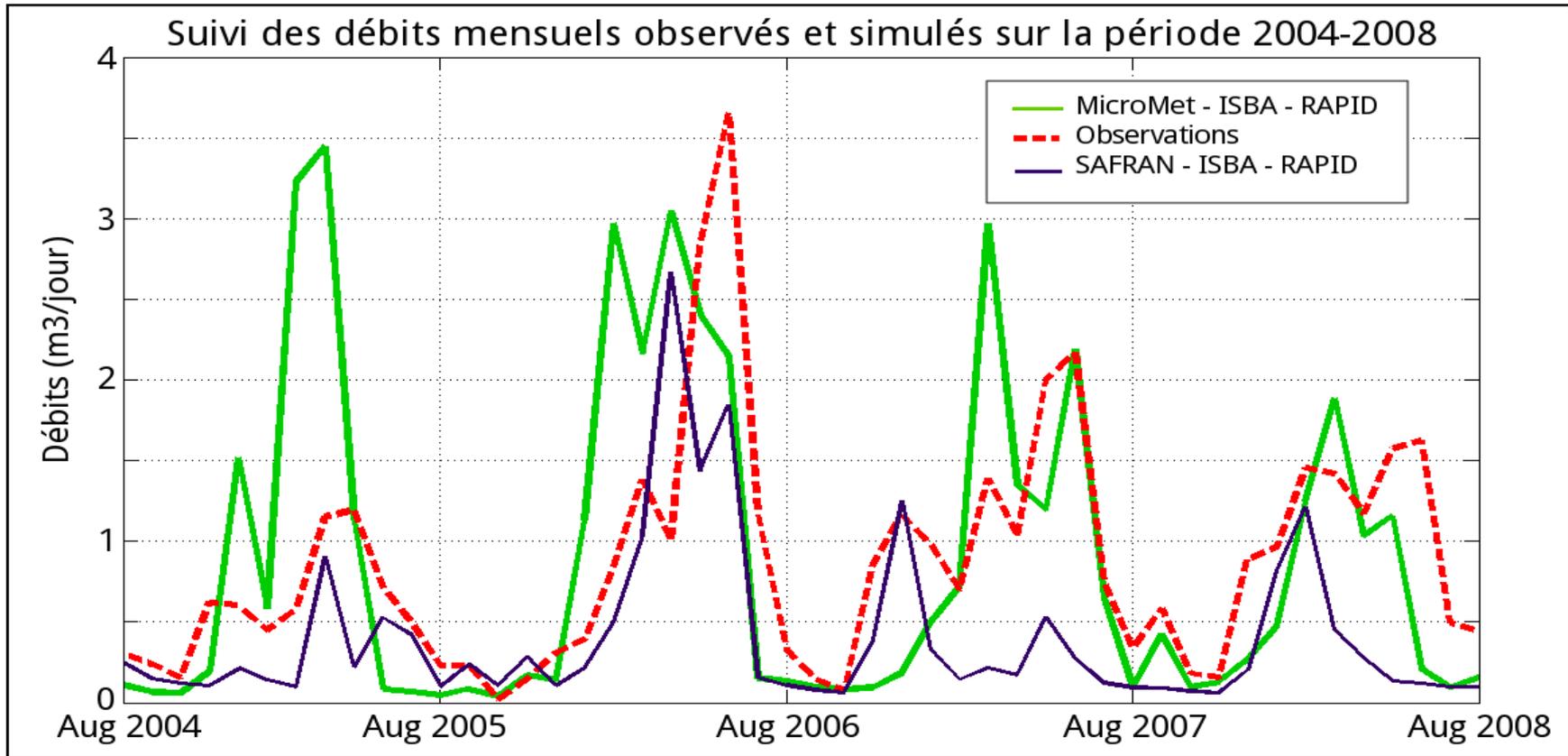


**Figure 4. Suivi mensuel du pourcentage de surface enneigée, issu des observations satellitaires MODIS, et simulé avec ISBA en utilisant les forçages météo (1) SAFRAN et (2) MICROMET, sur le bassin de la Rheraya, sur la période 2004 – 2008.**

$r^2 = 0.79$   
 RMSE = 4.1  
 NASH = 0.72

$r^2 = 0.84$   
 RMSE = 3.5  
 NASH = 0.80

# ISBA - RAPID – Débits

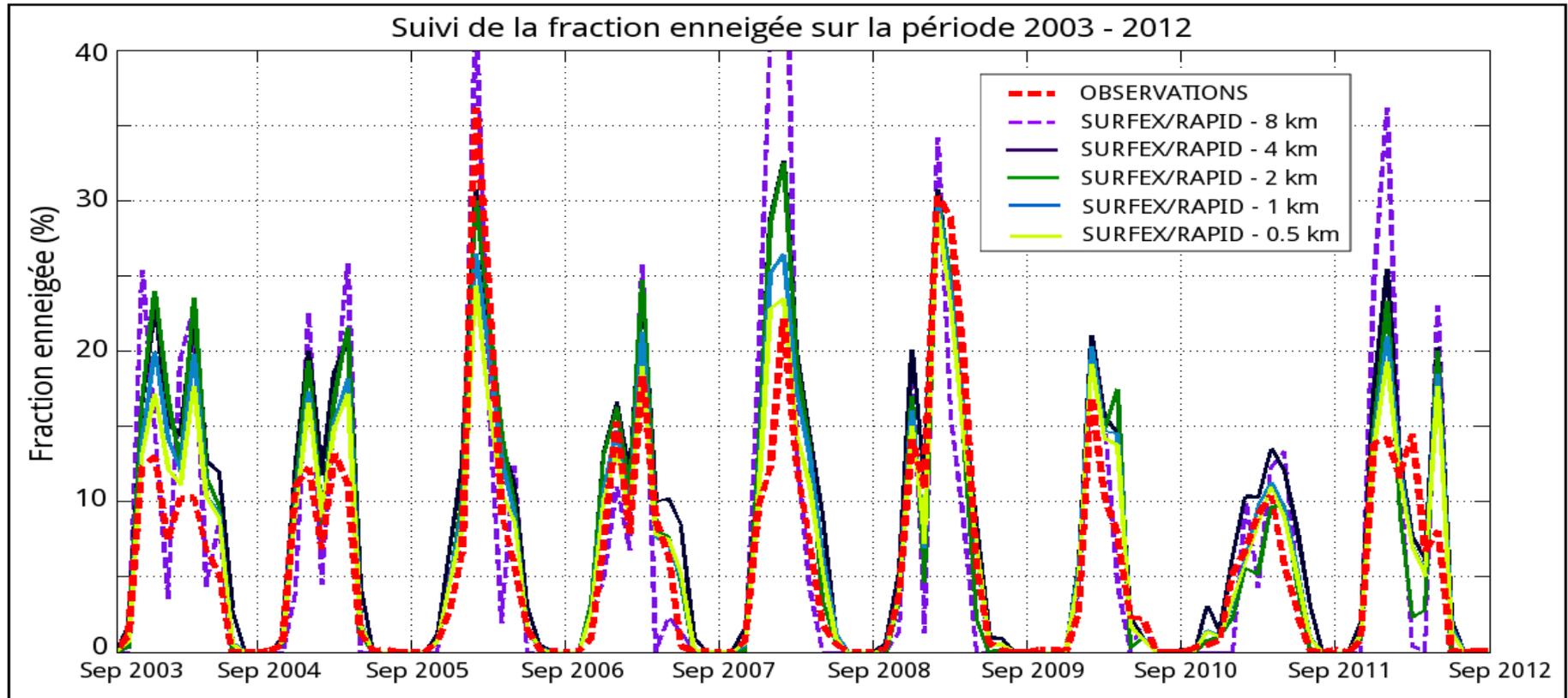


**Figure 5. Suivi des débits mensuels, observés et simulés avec les modèles couplés ISBA et RAPID en utilisant les forçages météo (1) SAFRAN et (2) MICROMET, à l'exutoire du bassin de la Rheraya, sur la période 2004 - 2008.**

$R^2 = 0.33$   
 $Q_{sim}/Q_{obs} = 0.46$   
 $NASH = -0.1$       $KGE = 0.26$

$r^2 = 0.31$   
 $Q_{sim}/Q_{obs} = 1.02$   
 $NASH = -0.4$       $KGE = 0.39$

# Micromet - ISBA – Manteau neigeux

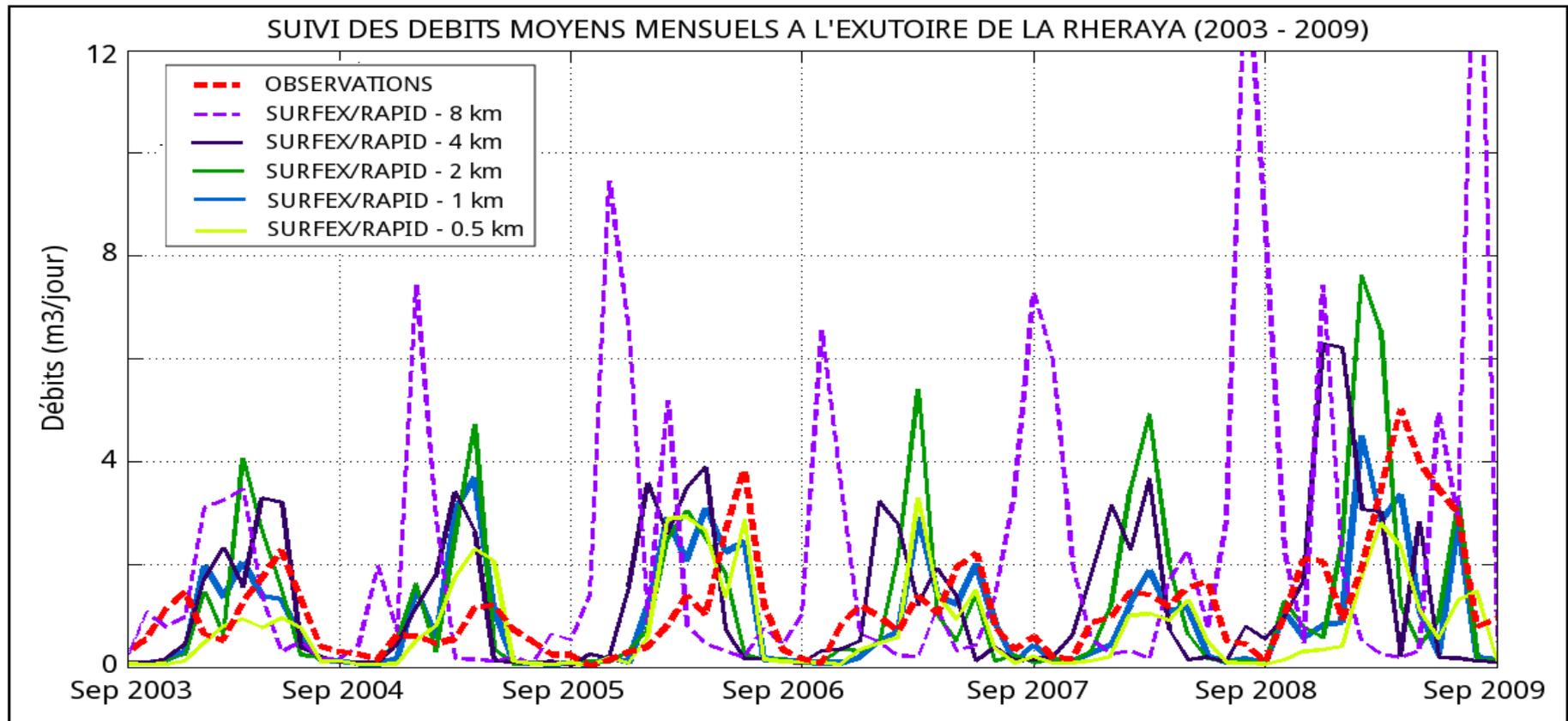


**Figure 6. Suivi mensuel du pourcentage de surface enneigée, issu des observations satellitaires MODIS, et simulé avec ISBA en utilisant les forçages météo MICROMET discrétisés à différentes résolutions, sur le bassin de la Rheraya, sur la période 2003 – 2012.**

**8 km**  $R^2 = 0.77$   
 RMSE = 5.4  
 NASH = 0.75

**500 m**  $r^2 = 0.77$   
 RMSE = 5.8  
 NASH = 0.76

# Micromet - ISBA - RAPID – Débits



**Figure 7. Suivi des débits mensuels, observés et simulés avec les modèles couplés ISBA et RAPID en utilisant les forçages météo MICROMET, discrétisés à différentes résolutions, à l'exutoire du bassin de la Rheraya, sur la période 2003 - 2009.**

<b>8 km</b>	$R^2 = 0.05$	$r^2 = 0.29$	<b>500 m</b>
	$Q_{sim}/Q_{obs} = 1.97$		
	NASH = -12.7    KGE = -1.7	NASH = 0.05    KGE = 0.52	

## Conclusions et perspectives

- Première implémentation de la chaîne de prévision hydrométéorologique SIM au Sud de la Méditerranée
- Orographie complexe : très forte sensibilité au pas de discrétisation pour la prévision des débits
- Résultats encourageants (absence de calibration et entrées issues de la base de données globale ECOCLIMAP)
- Plateforme numérique bien adaptée à l'assimilation de produits satellitaires (surfaces enneigées, température de surface, etc.)
- Extension spatiale au piémont, aux autres bassins du haut Atlas puis à la plaine (couplage avec MODCOU ; modèle MODFLOW existant sur la plaine du Haouz)

## Conclusions et perspectives

- Première implémentation de la chaîne de prévision hydrométéorologique SIM au Sud de la Méditerranée
- Orographie complexe : très forte sensibilité au pas de discrétisation pour la prévision des débits
- Résultats encourageants (absence de calibration et entrées issues de la base de données globale ECOCLIMAP)
- Plateforme numérique bien adaptée à l'assimilation de produits satellitaires (surfaces enneigées, température de surface, etc.)
- Extension spatiale au piémont, aux autres bassins du haut Atlas puis à la plaine (couplage avec MODCOU ; modèle MODFLOW existant sur la plaine du Haouz)



**AMETHYST**



Université Cadi Ayyad



Merci pour  
votre attention !