



## Suivi des propriétés du manteau neigeux par télédétection spatiale micro-onde

Fatima Karbou\*, Eric Brun♦, Samuel Morin\*, Marie Dumont\*, Yves Durand\*

- \* CNRM-GAME, CEN
- ♦ CNRM-GAME, GMGEC

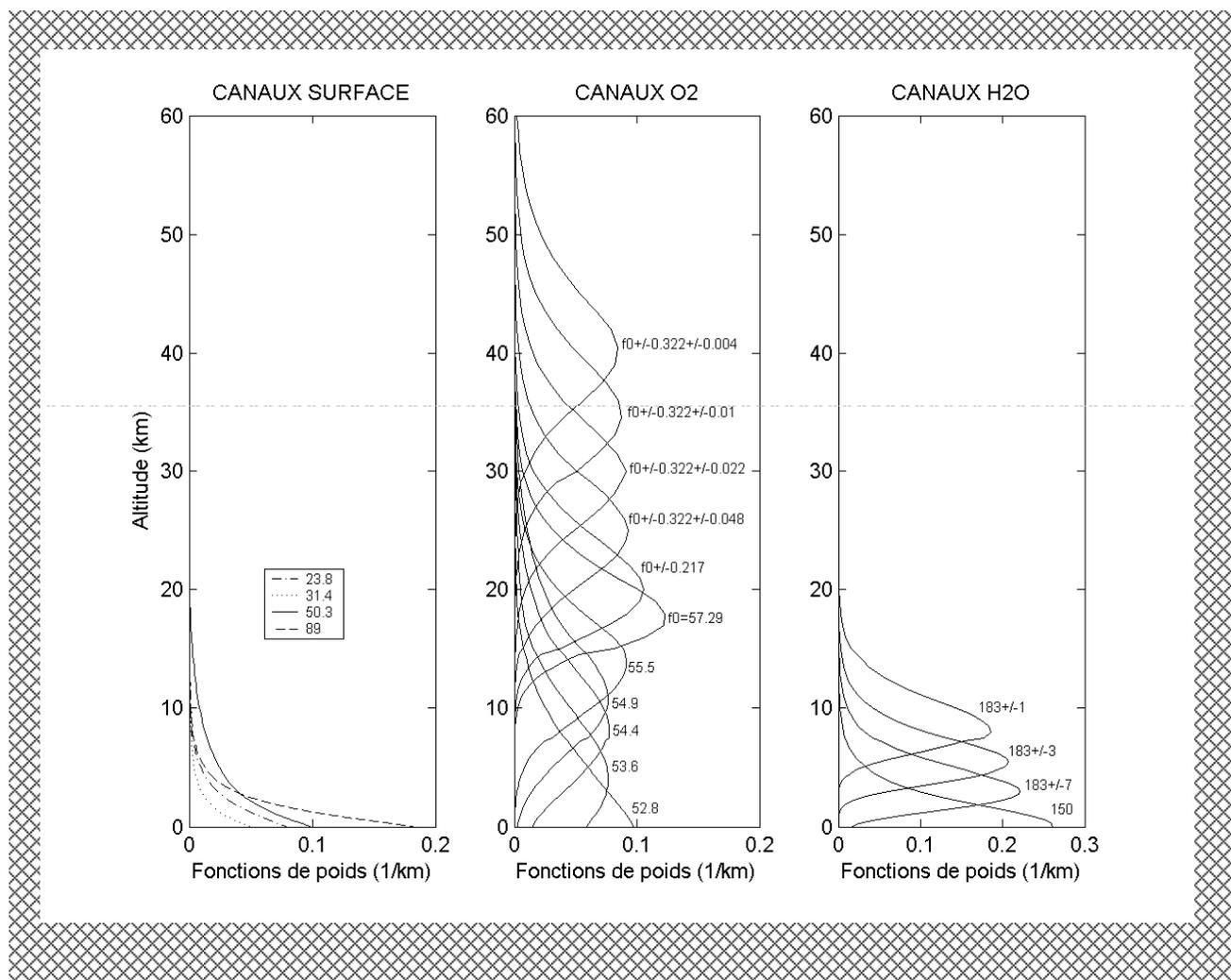


## Contexte

- **Contenu en information des sondeurs micro-ondes**: très utile en PNT mais de l'information peut également être extraite pour la surface (humidité des sols, propriétés de la neige, ...).
- **Au-dessus des zones enneigées**: le signal micro-onde varie suivant certaines propriétés internes du manteau neigeux comme son contenu équivalent en eau (Snow Water Equivalent ou SWE) et sa structure granulaire.
- **Études de sensibilité et de faisabilité**: vers l'assimilation des observations micro-ondes pour le manteau neigeux dans les modèles de neige comme Crocus
- Utile pour les applications pour lesquelles la neige joue un rôle important (analyse de surface, hydrologie, états des sols ...).

## Les observations (AMSU-A, AMSU-B, SSMI, SSMIS)

AMSU-A, AMSU-B/MHS, SSM/I, SSMI/S: sondage de température/humidité + canaux surface

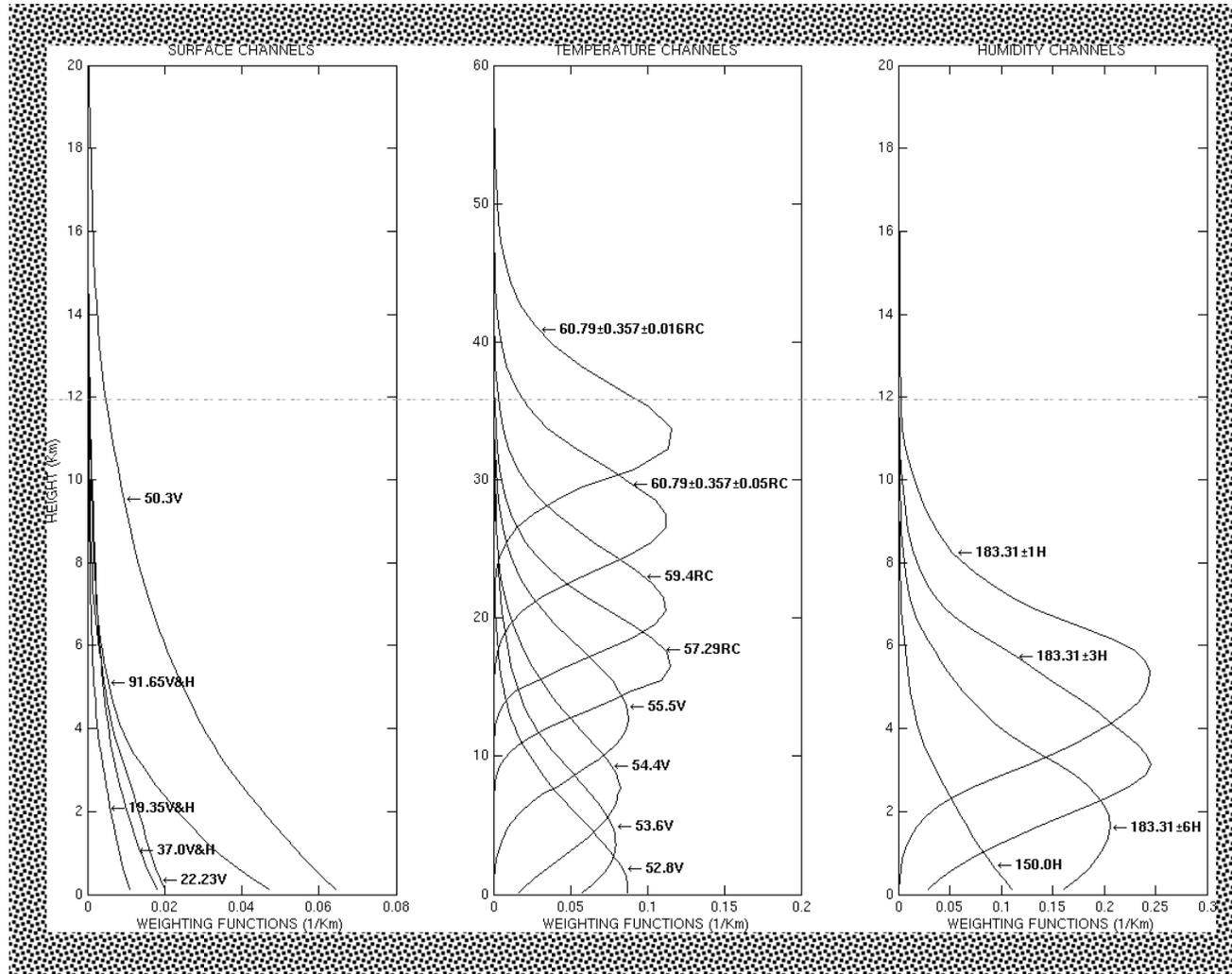


### AMSU-A, AMSU-B/MHS:

- angle observation variable  $\pm 58^\circ$
- Polarisation mixte (V & H wrt angle d'observation)
- « Canaux surface »:  
AMSU-A: 23.8, 31.4, 50.3, 89 GHz  
AMSU-B/MHS: 89 et 150 GHz

# Les observations (AMSU-A, AMSU-B, SSMI, SSMIS)

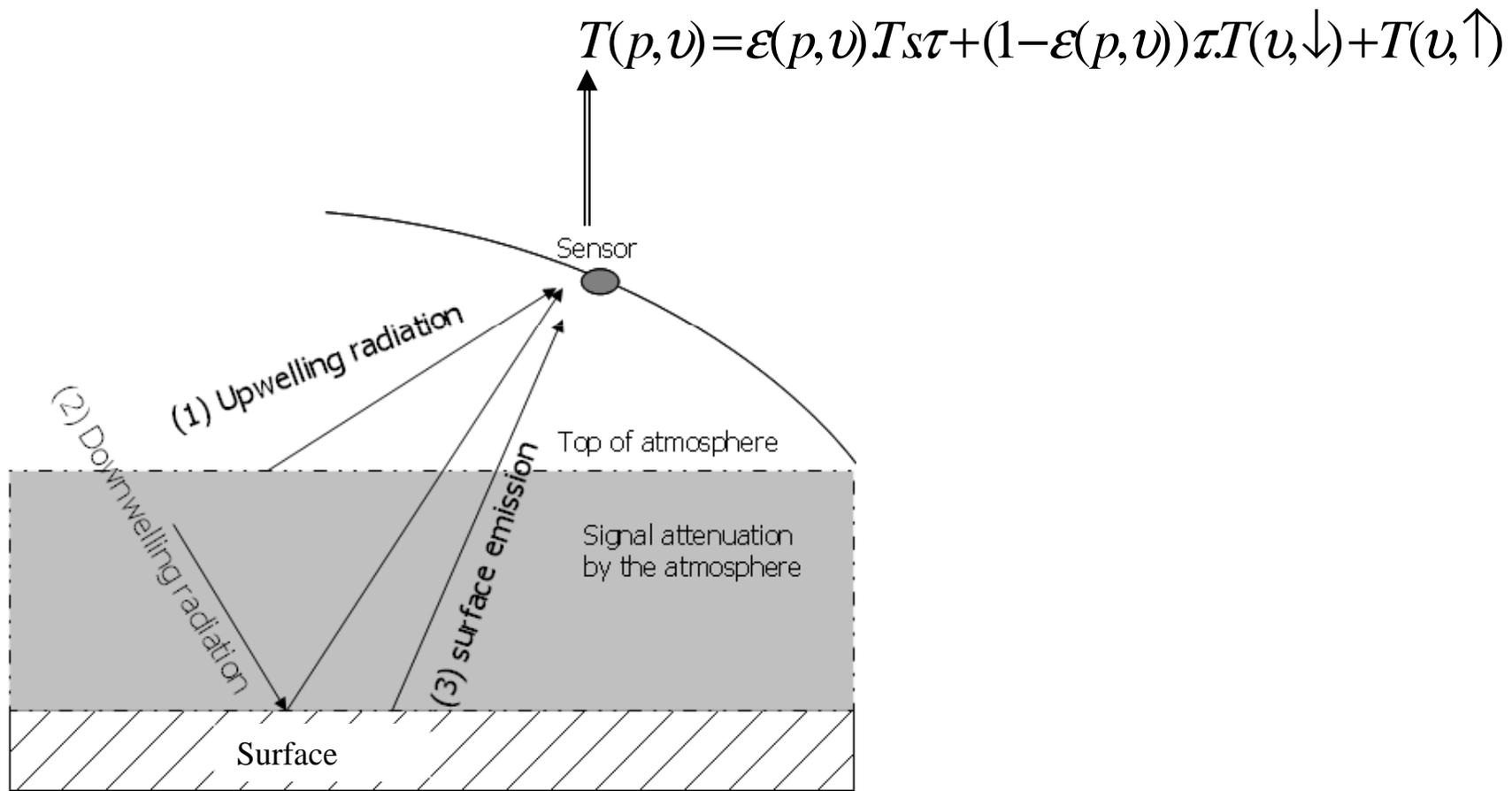
AMSU-A, AMSU-B/MHS, SSM/I, SSMI/S: sondage de température/humidité + canaux surface



## SSM/I/S:

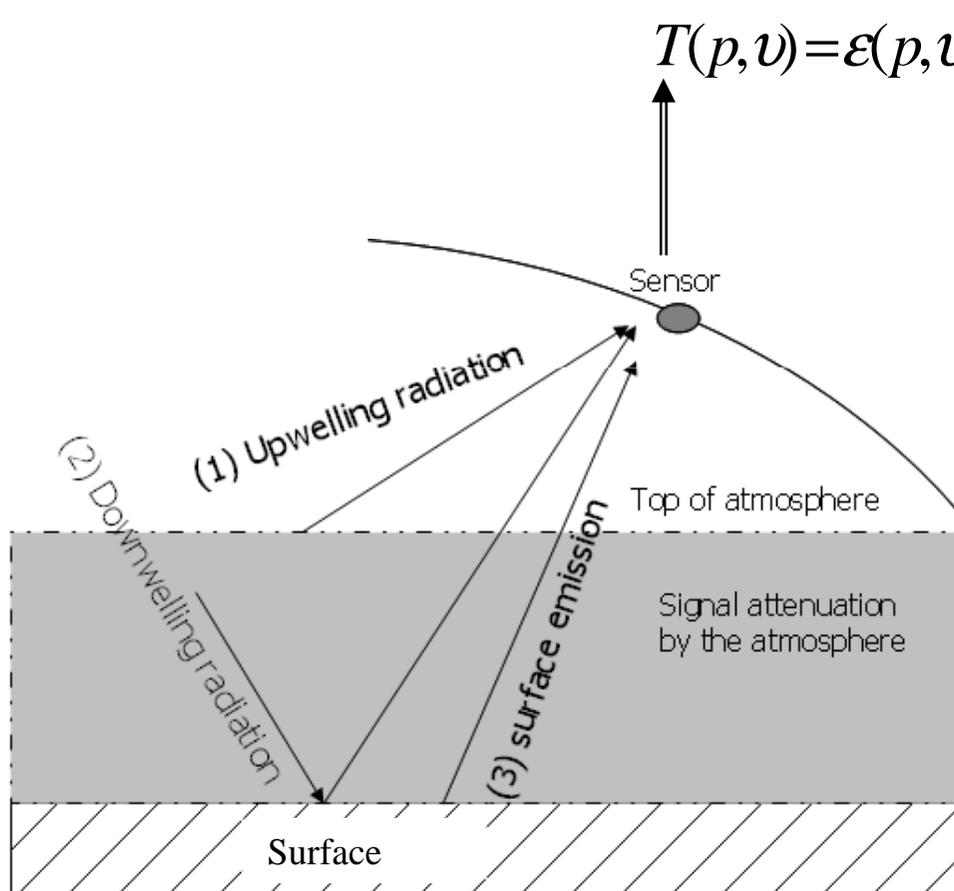
- angle d'observation proche 53°
- Polarisation V and/or H
- « canaux surface»:  
19.35 V&H, 22.23 V, 37 V&H, 50.3 V, 91.65 V&H GHz (SSM/I)

# Les observations (AMSU-A, AMSU-B, SSMI, SSMIS)



Plan-parallel non scattering atmosphere, flat specular surface

# Les observations (AMSU-A, AMSU-B, SSMI, SSMIS)



$$T(p, \nu) = \varepsilon(p, \nu) T_s \tau + (1 - \varepsilon(p, \nu)) \tau T(\nu, \downarrow) + T(\nu, \uparrow)$$

Problème mal-posé: incertitudes atmosphère et surface.

RTTOV + prévisions ARPEGE

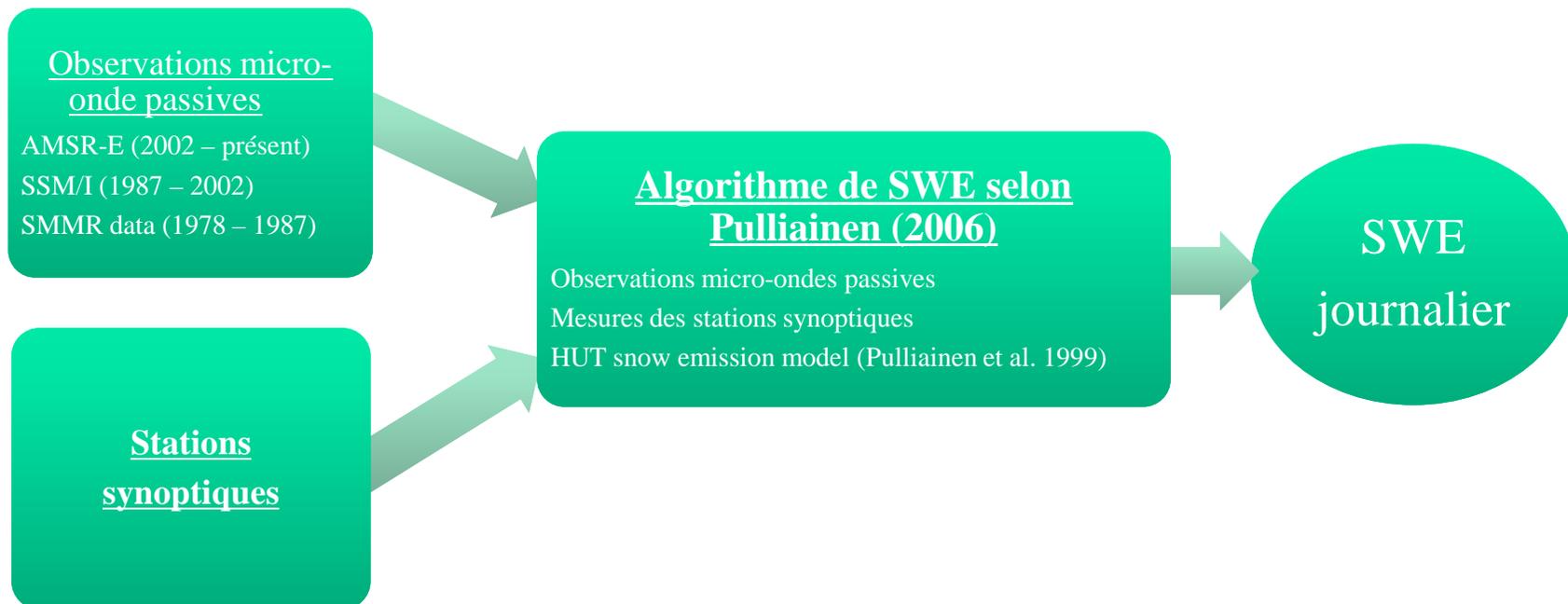
$$\varepsilon(p, \nu) = \frac{T(p, \nu) - T(\nu, \uparrow) - T(\nu, \downarrow) \times \tau}{\tau \times (T_s - T(\nu, \downarrow))}$$

Atmosphère plan-parallèle non diffusante, surface spéculaire

## Modèle SURFEX/ISBA-Crocus :

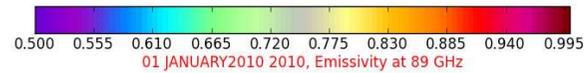
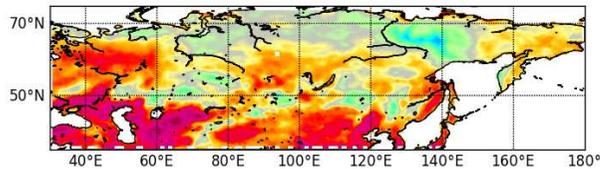
- Version forcée par les réanalyses era-interim (Brun et al. 2013)
- Zone d'étude: larges étendues en Eurasie ou beaucoup de données historiques de hauteur de neige (et d'équivalent en eau ou SWE) (ex. URSS) sont disponibles.  
Les observations de neige n'ont pas servi dans les simulations de Crocus

## Globsnow :

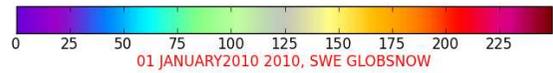
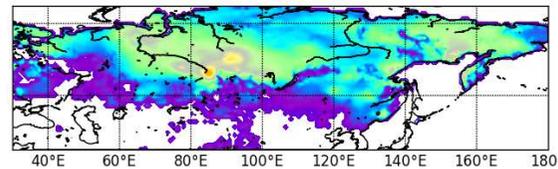


# Sensibilité à la neige

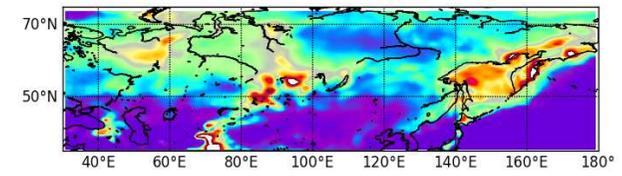
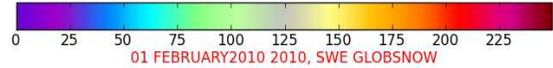
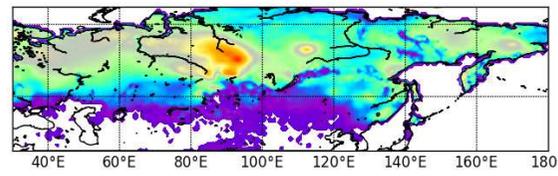
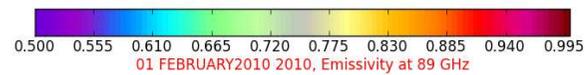
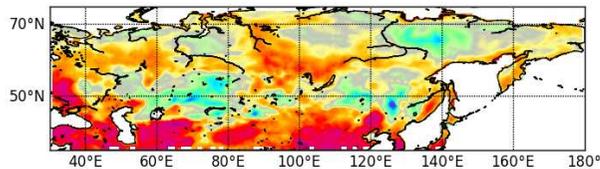
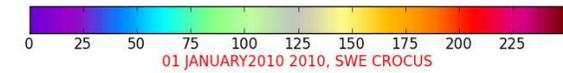
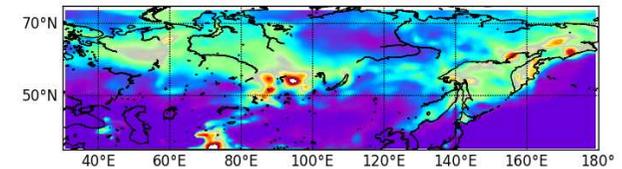
$\epsilon(89 \text{ GHz})$



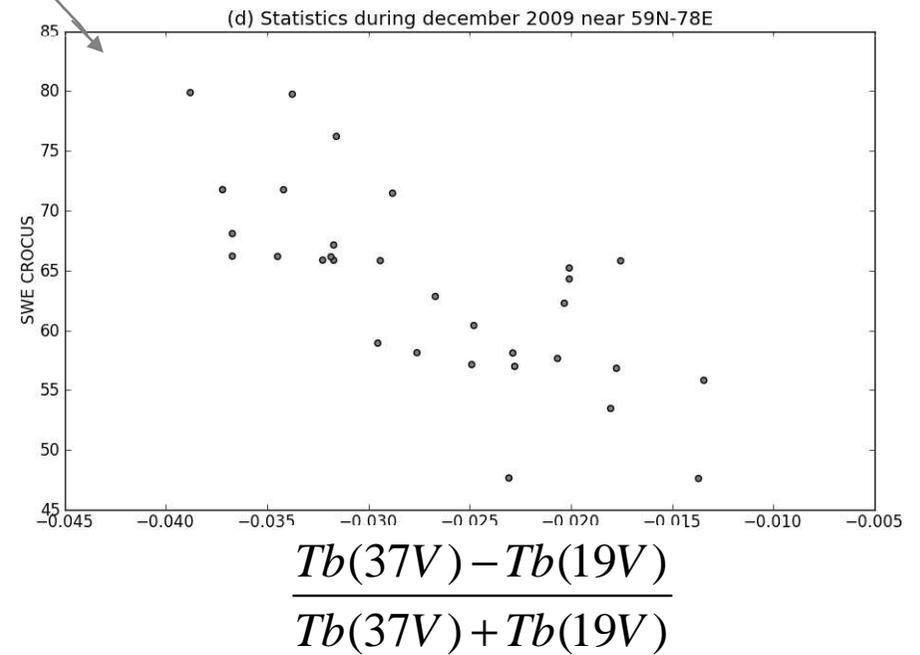
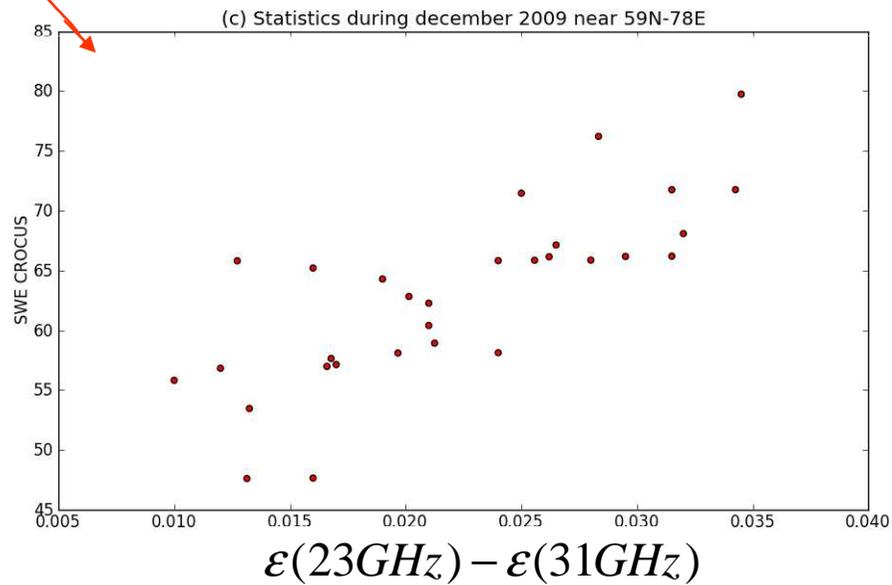
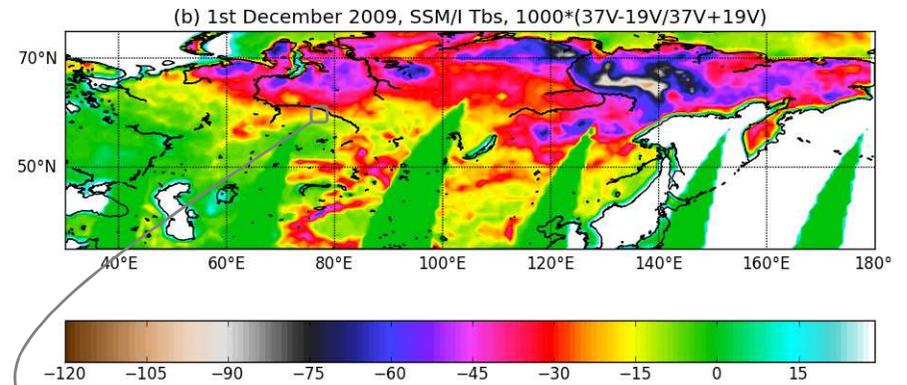
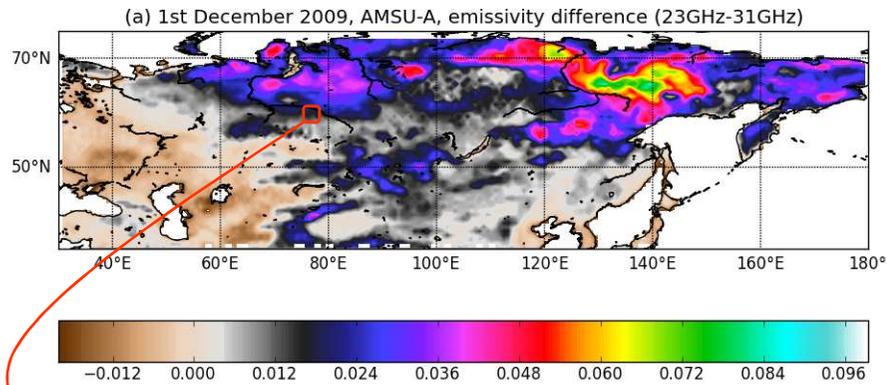
Globsnow



Crocus



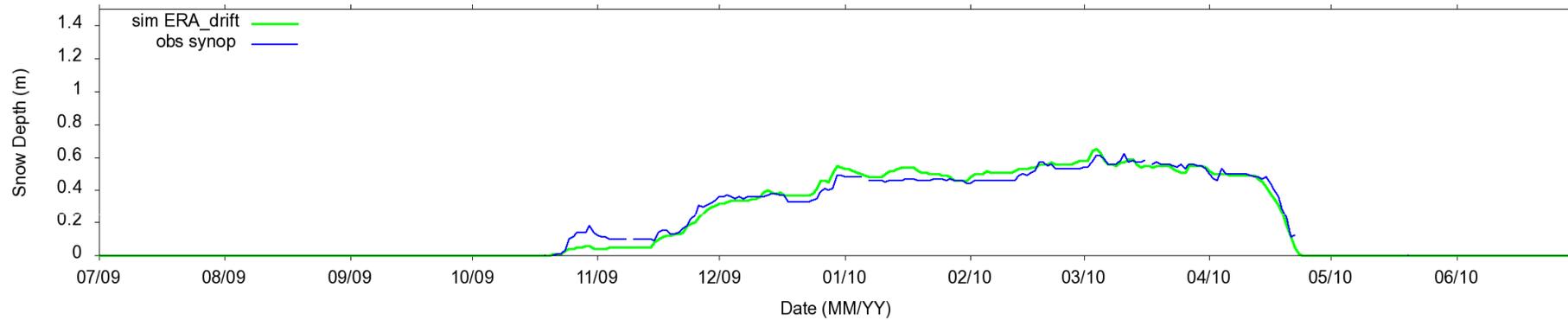
# Sensibilité à la neige



# Sensibilité à la neige près d'une station de mesure (59N, 78E)

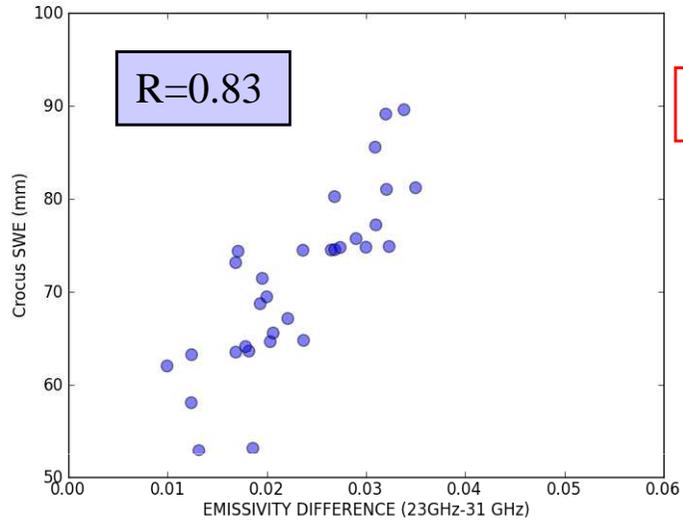
Simulations issues de Brun et al. 2013

sim ERA\_drift point:59.0N 78.0E 89.0m  
obs synop 59.22N 78.23E 69.0m  
Bias 0.003 Rmse 0.041 Corr 0.981



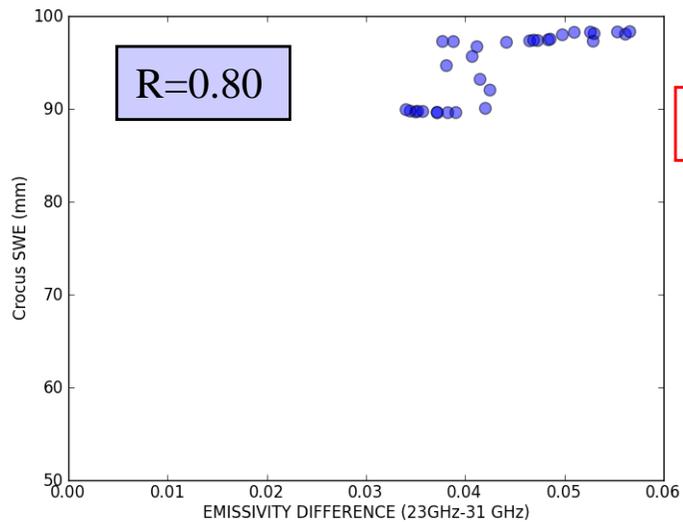
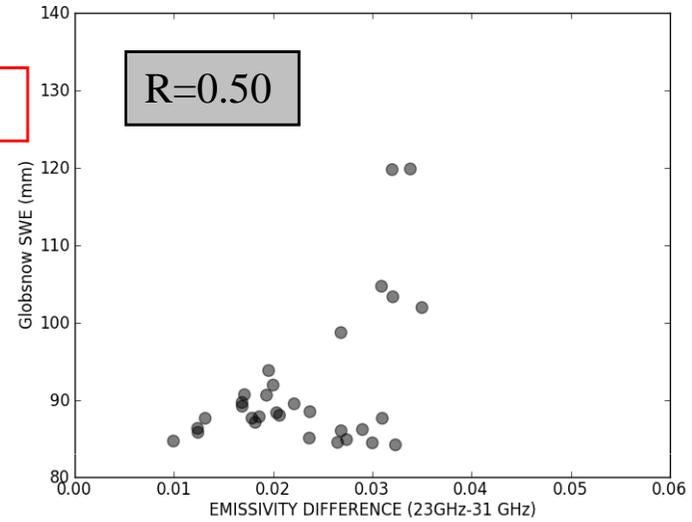
# Sensibilité à la neige près d'une station de mesure (59N, 78E)

$\epsilon$  versus Crocus

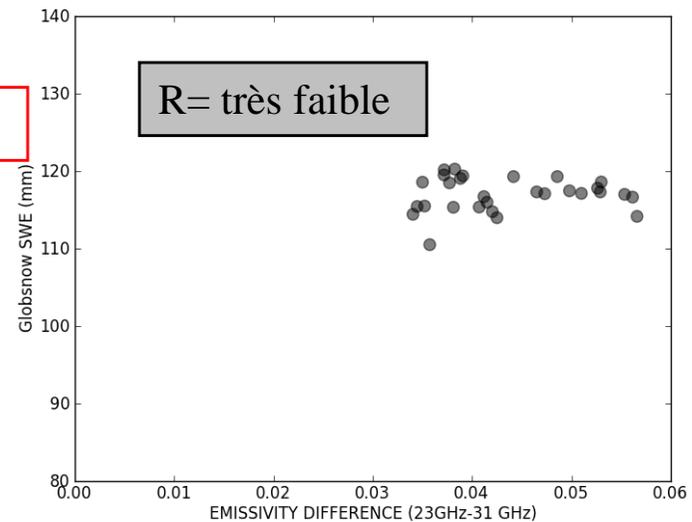


Décembre 2009

$\epsilon$  versus Globsnow



Janvier 2010





## Conclusions

- **Contenu en information des sondeurs micro-ondes:** de l'information sur le manteau neigeux peut être extraite des micro-ondes (plusieurs canaux candidats)
- **Études de sensibilité et de faisabilité:** pour l'assimilation des observations micro-ondes pour le manteau neigeux dans les modèles de neige comme Crocus
  - Résultats préliminaires prometteurs à confirmer sur de longues périodes (2 hivers)
  - Détection de la neige au sol « assez efficace » avec l'émissivité à 89 GHz (vérifiée par obs. VIS/IR)
  - Étude plus approfondie de la sensibilité des micro-ondes aux autres propriétés du manteau neigeux grâce aux simulations du modèle de neige
  - Synergie entre les observations passives et actives