

Estimation des précipitations journalières sur la France par radiométrie micro-ondes

C. Birman¹, F. Karbou¹, J-F. Mahfouf²

CNRM-GAME, Météo-France & CNRS

¹ Centre d'Études de la Neige

² Groupe de Modélisation et d'Assimilation pour la Prévision

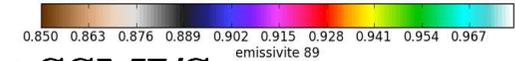
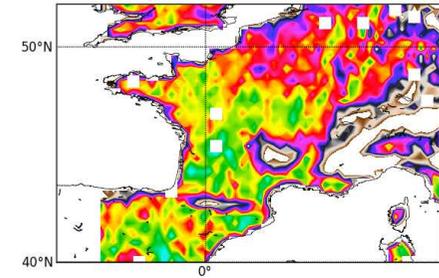


Précipitations sur continents par radiométrie micro-ondes : un défi scientifique majeur:

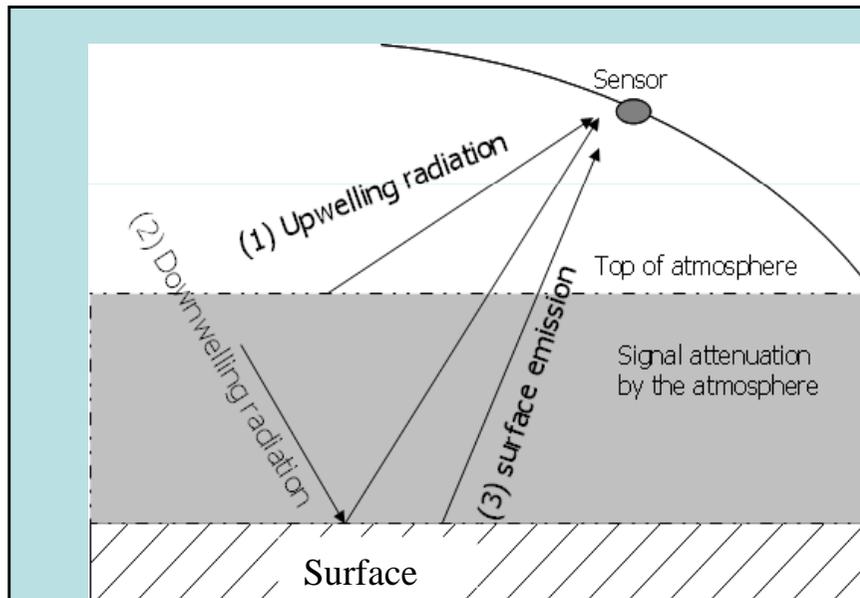
- Très peu d'études entreprises, algorithmes existants majoritairement sur océans
- Restitution plus facile sur océans (émissivité faible) que sur continents (émissivité proche de 1.0)
- Méthode originale car développée pour les surfaces continentales:
 - ❖ Forte sensibilité des émissivités de surface micro-ondes à l'occurrence de précipitations (pas d'utilisation de Tbs)
 - ❖ Exploitation des émissivités pour (1) détecter les précipitations et pour (2) quantifier leur taux journalier
 - ❖ Application sur le domaine France mais méthode exportable dans d'autres régions du monde

Bases de données de précipitations existantes sur la France:

- Le réseau des pluviomètres
- Antilope: produit mixte radar/pluviomètres
- Panthere: produit amélioré de la lame d'eau radar
- Safran: analyse des précipitations pour le relief (nivo) et l'hydrologie (SIM: Safran-Isba-Modcou)
- Mescan: future analyse de précipitations (entre autres paramètres) à partir du réseau des pluviomètres et d'ébauche de prévision numérique du temps
- Spazm: système d'analyse adapté au relief d'un réseau d'observations EDF (Gottardi et al. 2009)
- Prévisions de précipitations AROME



Émissivités de surface à partir des instruments AMSU-A, -B et SSMI/S: Calculées en inversant l'équation de transfert radiatif



**Schéma simplifié de la mesure satellite
(plusieurs hypothèses simplificatrices)**

Problème mal-posé: incertitudes sur l'atmosphère et la surface.

Une stratégie possible: RTTOV +
T/Q profiles, T_s (ARPEGE-modèle) +



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

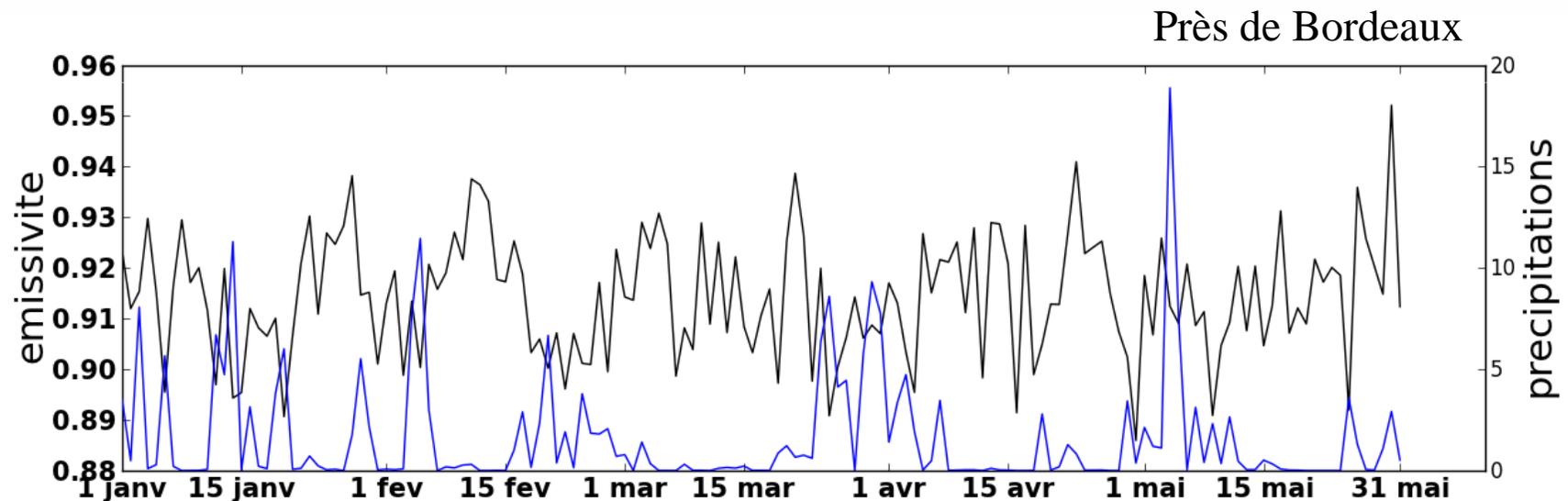
Données et méthodes

Emissivités de surface à partir des instruments AMSU-A, -B et SSMI/S:

- Étude de la sensibilité de l'émissivité à l'occurrence d'événement de précipitations
- Plusieurs fréquences testées (19 à 150 GHz) → **89 GHz offrant la meilleure sensibilité** (AMSU-A, AMSU-B, 91 GHz de SSMI/S)

Cumuls 24h des précipitations Antilope:

Dériver une fonction qui lie occurrence de précipitations et variation de l'émissivité



Les bases générales de l'algorithme d'estimation de pluie

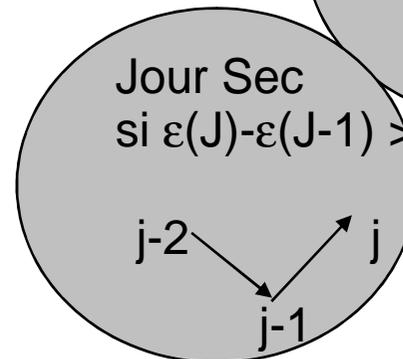
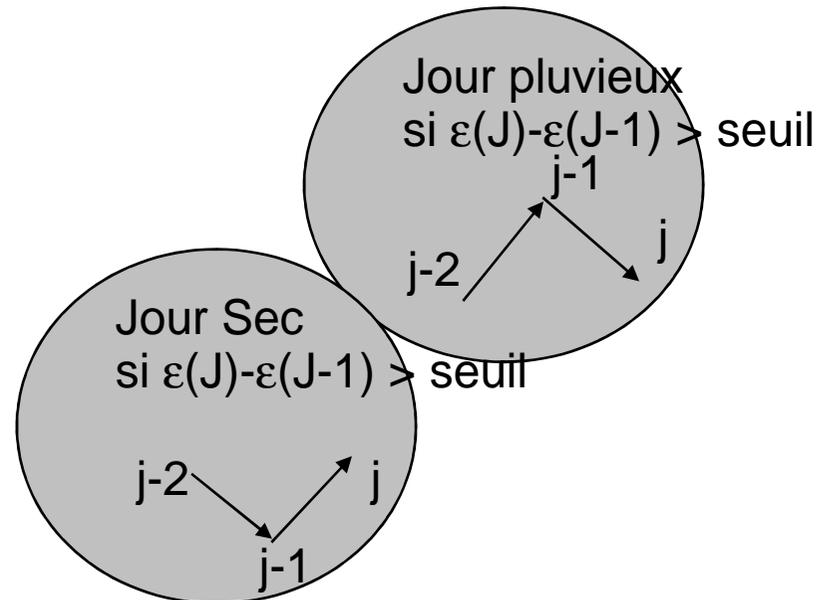
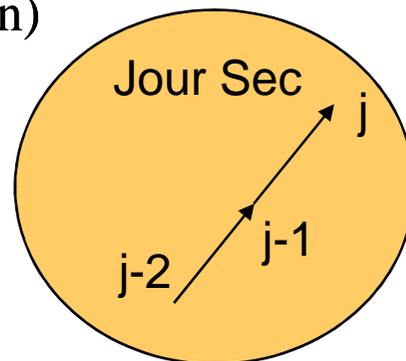
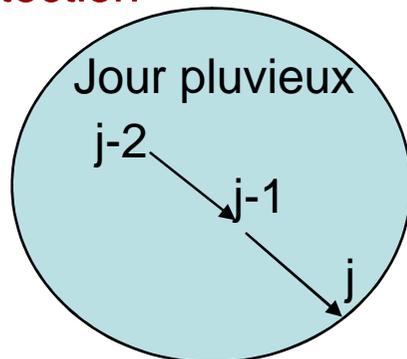
Mise en place:

- Domaine: France, Période : Janvier à Mai 2010

Algorithme (1/2): Détection de la pluie (en utilisant uniquement $\varepsilon(89)$)

- Exploiter les fortes anti-corrélations entre émissivités et pluie
- Calcul des valeurs de l'émissivité sur la France en absence de précipitations et calcul d'anomalies d'émissivité (émissivité du jour – émissivité_sol_sec) → seuil de détection spatialisé
- Prise en compte de la variabilité de l'émissivité jusqu'à deux jours avant le jour J (de restitution)

Configurations
possibles lors de la
détection



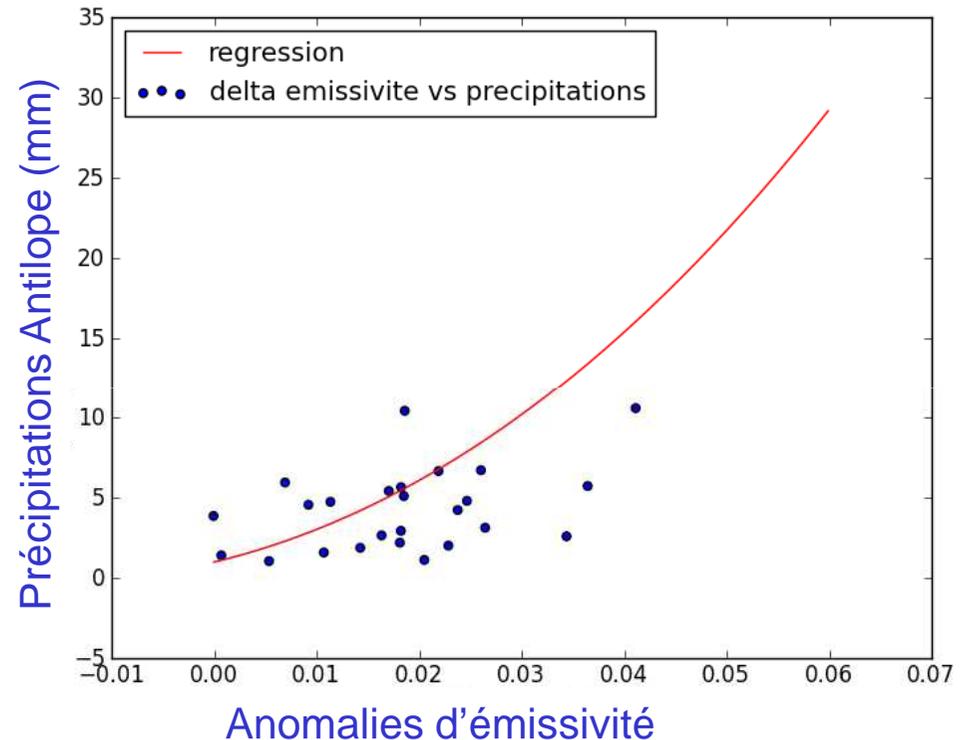
Algorithme (2/2) : [Cumul journalier des précipitations](#) :

Fonction trigonométrique et exponentielle dérivée à partir de 5 mois de données → exemple du fit près d'Orléans

- Précipitations simulées sur une grille régulière de 0.25x0.25 deg

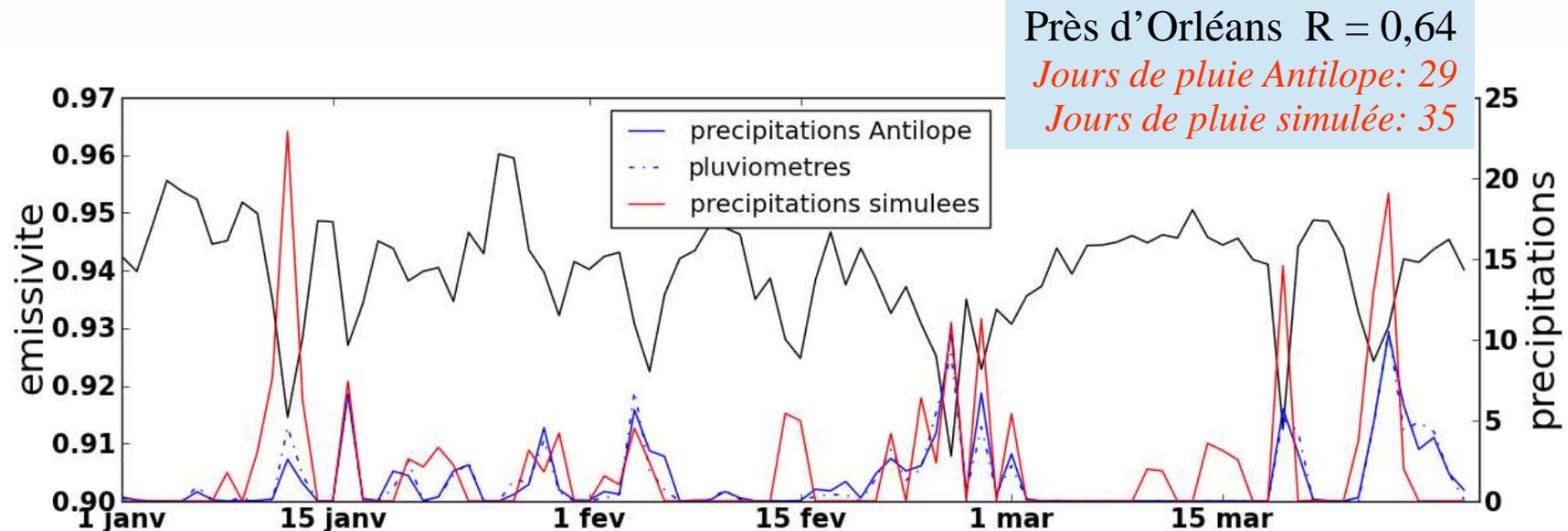
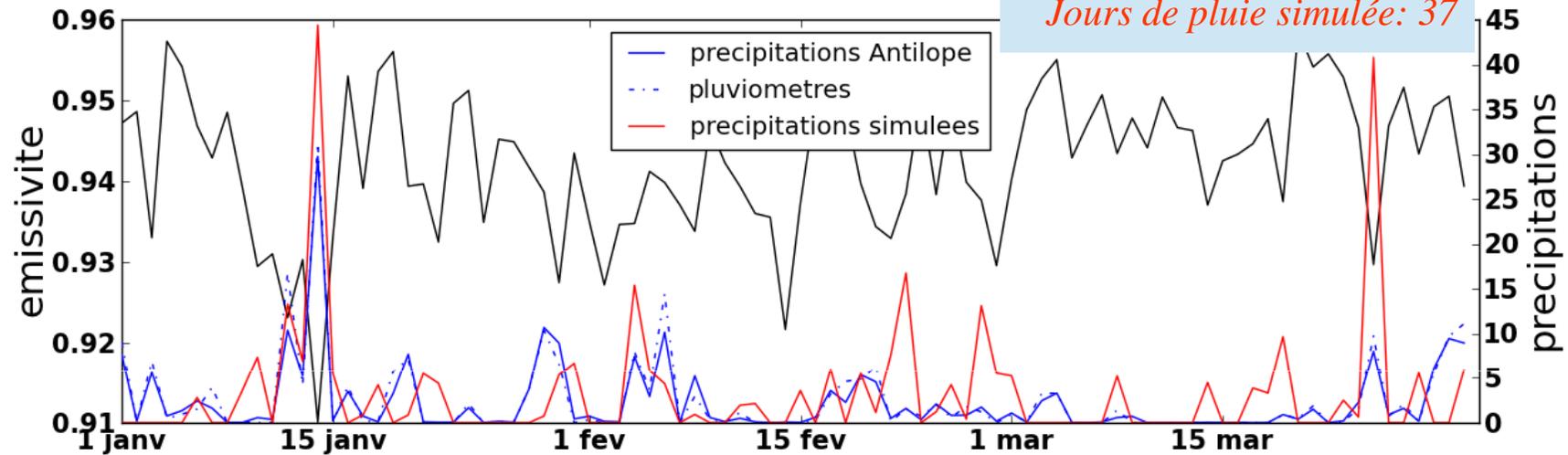
Évaluation:

- Analyses de précipitations SPAZM (pour les zones de relief)
- Antilope mais sur une période différente de celle de construction de l'algorithme.
- Observations des pluviomètres sur la France



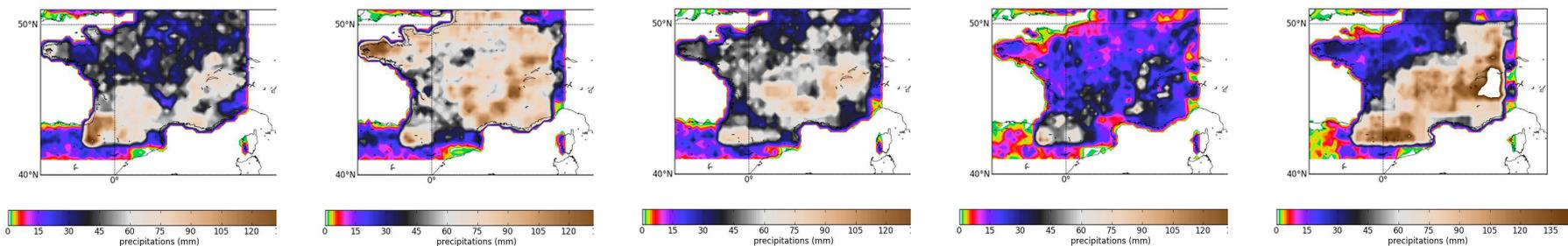
Résultats (1/2)

Détection des événements et estimation des précipitations à partir des émissivités:

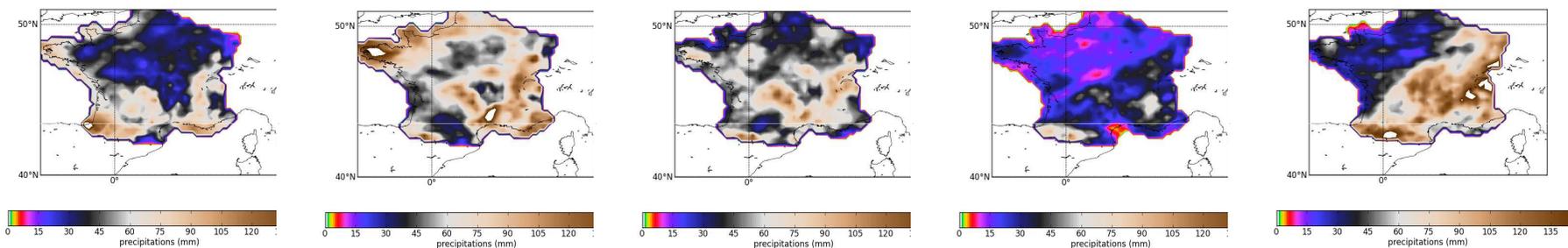


Résultats (2/2)

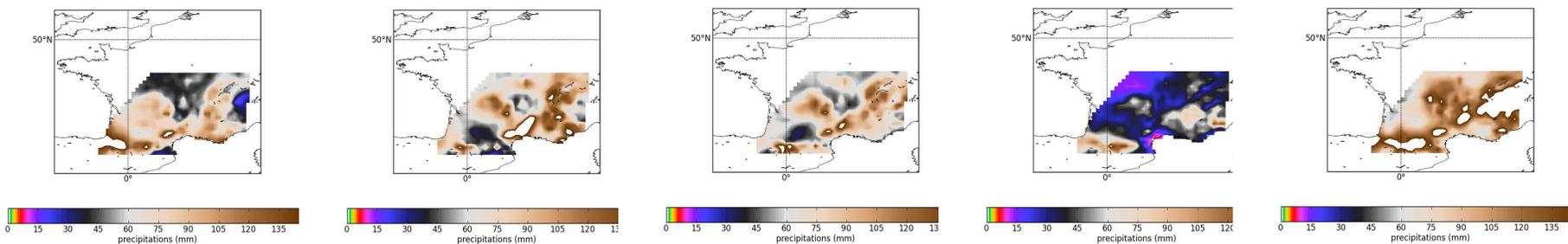
Cumuls mensuels simulés



Cumuls mensuels Antiope, données 2010 ayant servi pour la construction de l'algorithme



Cumuls mensuels Spazm, données indépendantes



Discussions

- Algorithme basé sur les réanalyses Antilope (qui peuvent être entachées d'erreurs), besoin de corriger les biais
- Nécessité d'une climatologie des émissivités pour sol sec, variable spatialement et dans le temps (construction d'un atlas dynamique du sol sec avec fenêtre glissante)
- Surestimation des faibles taux de précipitations (variabilité naturelle de l'émissivité indépendamment de l'occurrence de précipitations)
- Améliorer la détection (cas de fausses détection : seuil sol sec non adapté, présence d'eau au sol)
- Sur la France: les MW comme une composante pouvant contribuer à un système d'analyse des précipitations comme MESCAN (utilisation du modèle AROME comme ébauche permettrait d'avoir une info. Radar)
- Sur d'autres régions: méthode généralisable moyennant des adaptations.
- Évaluation de l'algorithme sur 2009 en cours

Birman, C., F. Karbou, J-F. Mahfouf (2013), Rainfall detection and estimation over land surfaces using passive microwave land surface emissivities, IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing Letters, to be submitted.