

Développements sur l'analyse dans le sol pour les modèles de prévision numérique à Météo-France

Jean-François MAHFOUF, Karim BERGAOUI,
Clara DRAPER, François BOUYSSSEL,
Françoise TAILLEFER et Laura TASEVA

Météo-France/CNRM/GMME

Séminaire Dorval 13 Août 2008

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Objectifs scientifiques (1)

- ▶ Améliorer l'analyse des variables pronostiques dans le sol (températures et contenus en eau du schémas ISBA) pour les modèles de prévision numérique à Météo-France (ARPEGE, ALADIN, AROME)
- ▶ Configuration opérationnelle à Météo-France : Analyse globale des variables dans le sol avec ARPEGE interpolée à la résolution des autres modèles (ALADIN-10km, AROME-2.5km)
- ▶ Analyse dans le sol ARPEGE : **interpolation optimale (OI)** (locale) utilisant les incréments d'analyse d'une interpolation optimale bi-dimensionnelle (CANARI) des observations à 2 mètres (T_{2m} , RH_{2m}) (Giard and Bazile, 2000)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Objectifs scientifiques (2)

- ▶ Faiblesses principales : difficile d'utiliser de nouveaux types d'observations et de nouvelles variables pronostiques de surface :
 - ▶ Observations satellitaires informatives sur l'état hydrique des sols (AMSR-E, ERS, ASCAT, SMOS)
 - ▶ Analyses de précipitations (pluviomètres, radars) et produits satellitaires de flux radiatifs descendants en surface (LandSAF)
 - ▶ Versions de ISBA multi-niveaux ou modélisant la photosynthèse (biomasse = variable pronostique)
- ▶ Proposition : Développement d'une assimilation dans le sol externalisée au sein du module de surface SURFEX : **Filtre de Kalman Etendu (EKF)** (*2D-Var simplifié de Balsamo et al. (2004)*) et **Interpolation Optimale (OI)**

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

- ▶ Etude de faisabilité d'une assimilation conjointe d'observations conventionnelles (T_{2m} , HU_{2m}) et satellitaires (radiances micro-ondes et infra-rouge) [Balsamo *et al.* : données simulées en préparation de la mission HYDROS]
- ▶ Etude de faisabilité d'une assimilation conjointe de d'indice foliaire et d'eau du sol superficiel [Muñoz-Sabater *et al.* : données SMOSREX]
- ▶ Evaluation à l'échelle locale avec des observations simulées (Mahfouf, 2007): comparaison des méthodes OI, EKF, 2D-Var, EnKF (code F90 disponible sur <http://netfam.fmi.fi/HMS07/>)

Etude de faisabilité

- ▶ Période : Juillet 2006
- ▶ Domaine : ALADIN-France (289x289 pts)
- ▶ Variables analysées :
 - ▶ EKF : w_2, T_2
 - ▶ OI : w_2, T_2, w_g, T_s
- ▶ Observations : Analyses CANARI T_{2m} et RH_{2m} toutes les 6 heures sur le domaine ALADIN-France
- ▶ Forçage atmosphérique : prévisions à courte échéance (0-6h) sur le domaine ALADIN-France
- ▶ Conditions initiales dans le sol : Analyses ALADIN (01 Juillet 2006 00Z)
- ▶ Définition des erreurs : $\sigma_{T_{2m}}^o = 1 \text{ K}$, $\sigma_{RH_{2m}}^o = 10 \%$,
 $\sigma_w^b = 0.1 \times (w_{fc} - w_{wilt})$

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Interpolation optimale

$$w_g^a = w_g^b + \alpha_1(T_{2m}^o - T_{2m}^b) + \alpha_2(RH_{2m}^o - RH_{2m}^b)$$

$$w_2^a = w_2^b + \beta_1(T_{2m}^o - T_{2m}^b) + \beta_2(RH_{2m}^o - RH_{2m}^b)$$

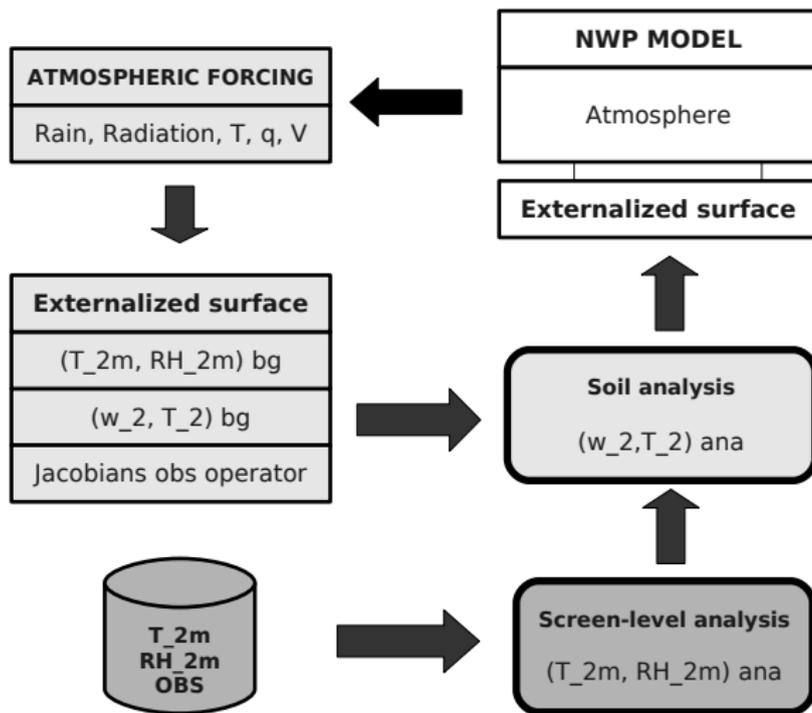
$$T_s^a = T_s^b + \mu_1(T_{2m}^o - T_{2m}^b) + \mu_2(RH_{2m}^o - RH_{2m}^b)$$

$$T_2^a = T_2^b + \nu_1(T_{2m}^o - T_{2m}^b) + \nu_2(RH_{2m}^o - RH_{2m}^b)$$

Filtre de Kalman Etendu (simplifié)

$$\mathbf{x}_t^a = \mathbf{x}_t^b + \mathbf{B}\mathbf{H}^T(\mathbf{H}\mathbf{B}\mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1} [\mathbf{y}_t^o - \mathcal{H}(\mathbf{x}_0^b)]$$

Couplage entre le modèle atmosphérique et l'assimilation dans le sol externalisée



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Comparaison des deux méthodes

Interpolation optimale

Coefficients analytiques α_i et β_i issus d'expériences de type Monte-Carlo avec un modèle colonne (Bouttier *et al.*, 1993; Giard and Bazile, 2000). Autres coefficients fixes : $\nu_1 = 1$, $\nu_2 = 0$, $\mu_1 = 1/2\pi$, $\mu_2 = 0$.

Forte réduction en présence de pluie, nuages, vents intenses, neige, faible forçage radiatif (seuils empiriques)

EKF

Coefficients "dynamiques" :

$$\mathbf{K} = \mathbf{B}\mathbf{H}^T(\mathbf{H}\mathbf{B}\mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1}$$

où le Jacobien de l'opérateur d'observations \mathbf{H} est obtenu en différences finies :

$$\mathbf{H} \approx \frac{\mathbf{y}^t(w_2^0 + \Delta w^0) - \mathbf{y}^t(w_2^0)}{\Delta w^0}$$

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

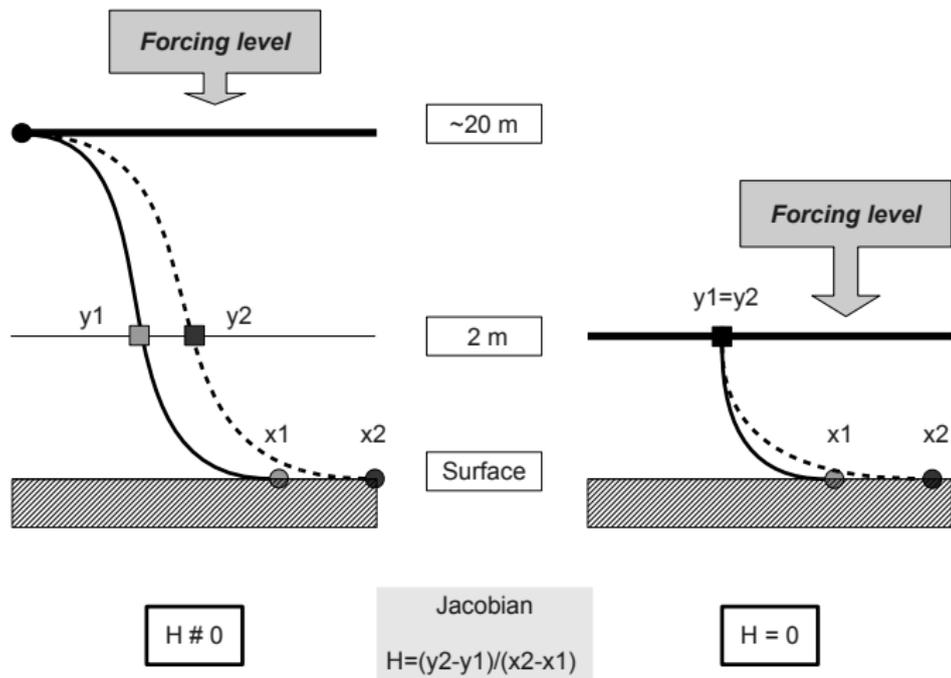
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Jacobiens dans la CLS



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

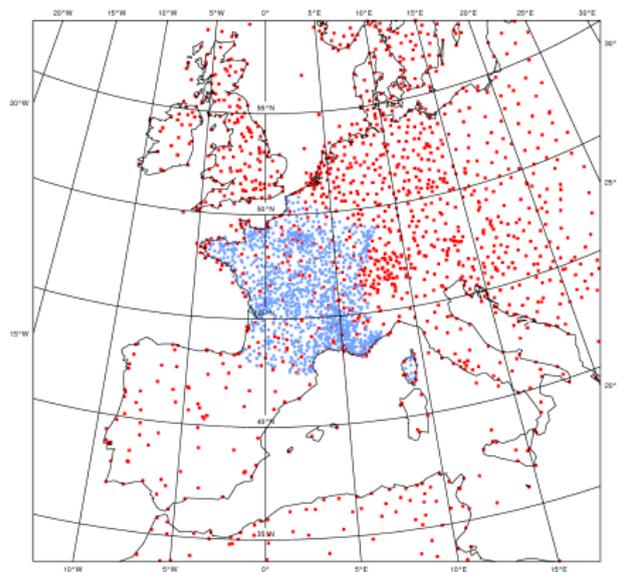
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Réseau observations de surface ALADIN-France



bleu = RADOME (1000) - rouge = SYNOP (1000)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

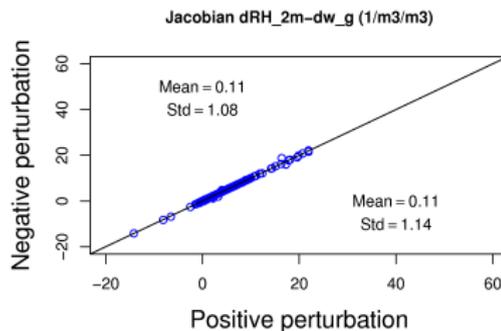
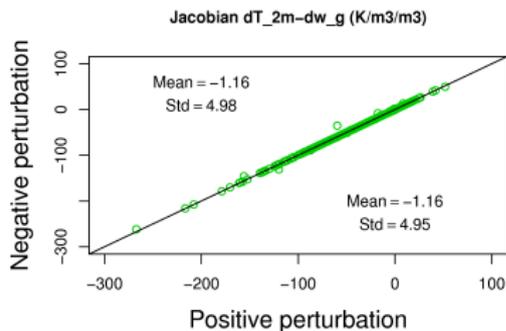
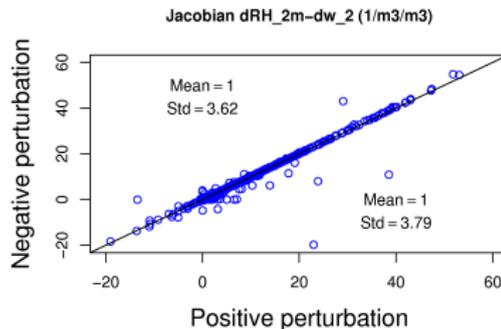
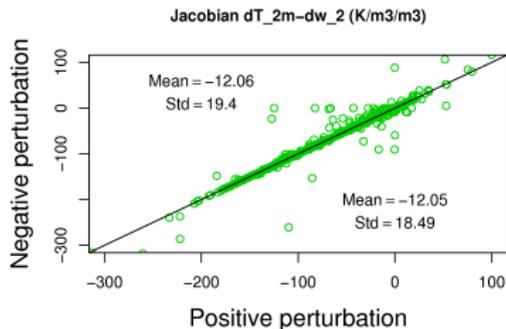
Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Linéarité des Jacobiens

$$[\partial T_{2m}/\partial w_2] \quad [\partial RH_{2m}/\partial w_2] \quad [\partial T_{2m}/\partial w_g] \quad [\partial RH_{2m}/\partial w_g]$$



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

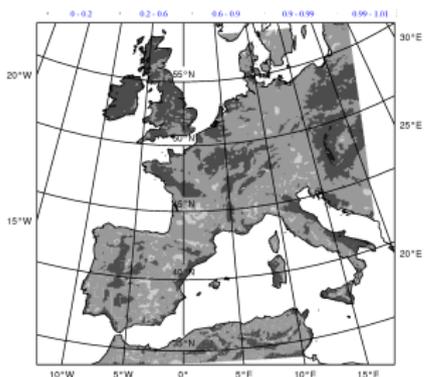
Conclusions et
perspectives

Critères de réduction des coefficients optimaux

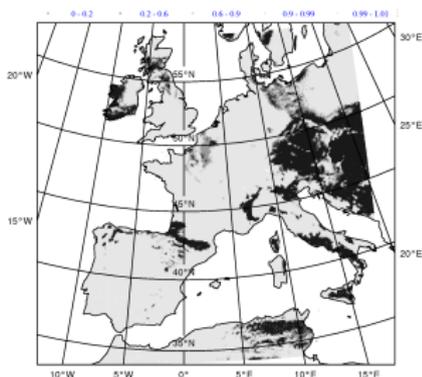
0 0.2 0.6 0.9 0.99 1.01



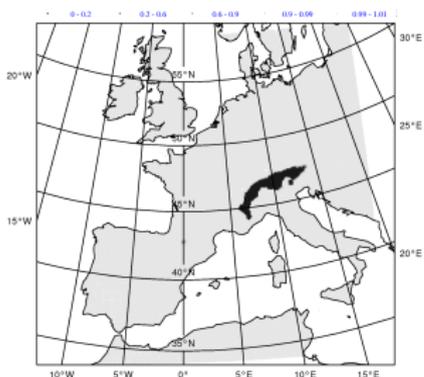
Wind threshold 01 July 2006 12 Z



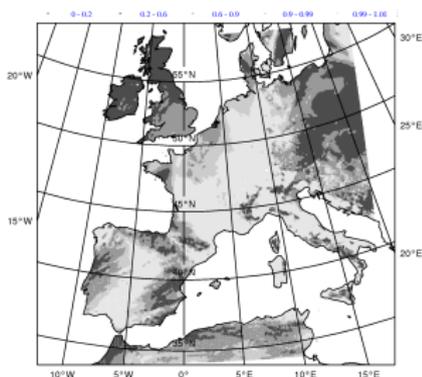
Precip threshold 01 July 2006 12 Z



Soil_ice threshold 01 July 2006 12 Z



Cloud threshold 01 July 2006 12 Z



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

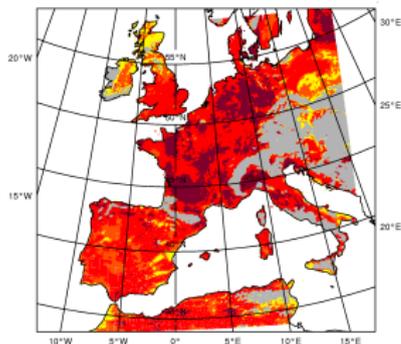
Conclusions et
perspectives

Matrice de gain vs. coefficients optimaux

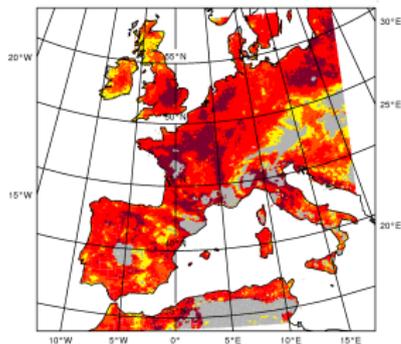
-15 -10 -5 -2 -1 -0.2 0.2



OI coefficient W2-T2M - 1 July 2006 12Z



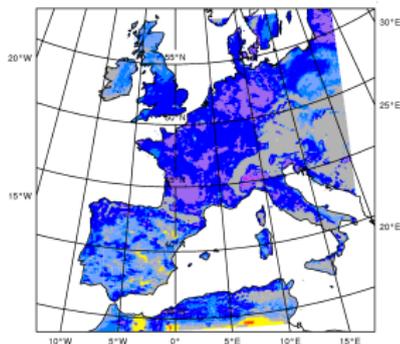
EKF coefficient W2-T2M - 1 July 2006 12Z



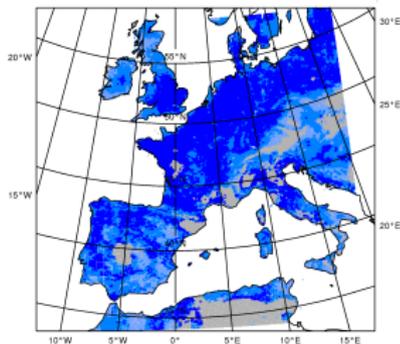
-20 -10 -2 2 10 20 50 100 150



OI coefficient W2-RH2M - 1 July 2006 12Z



EKF coefficient W2-RH2M - 1 July 2006 12Z



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

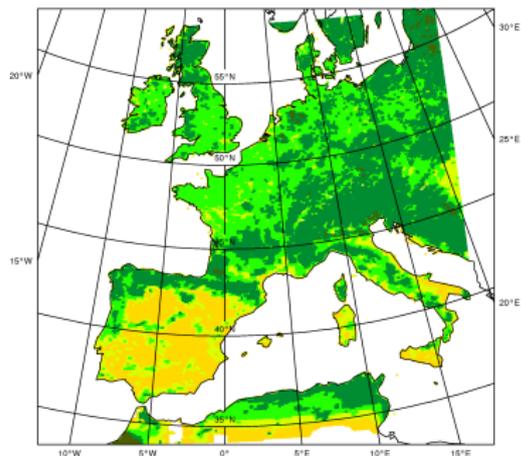
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

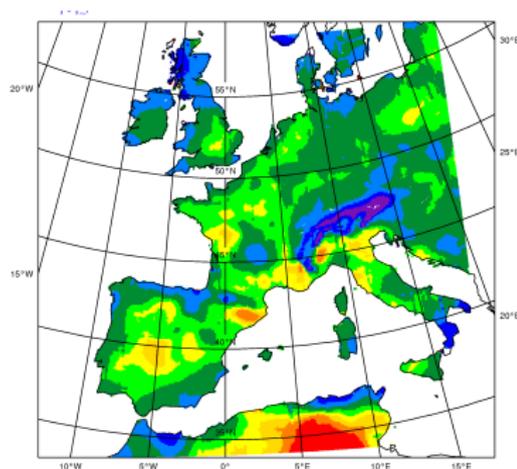
Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Fraction de végétation et SWI



0.25 0.5 0.75 0.85 0.9 1



-1 -0.25 -0.1 0 .1 .25 .5 .75 1 1.5



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Coefficients EKF vs. OI (12 UTC)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

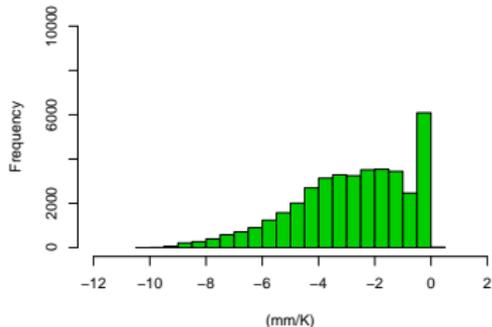
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

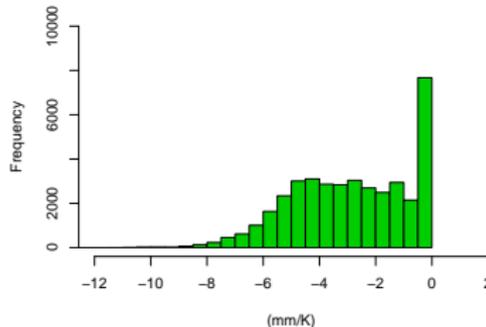
Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

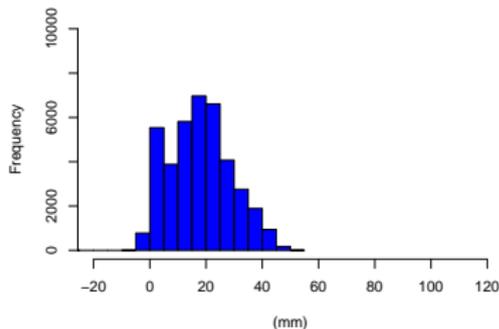
EKF W2-T2M (12 Z)



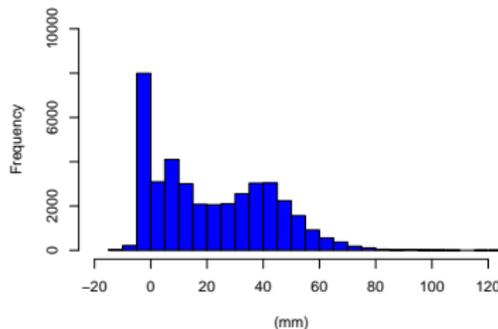
OI W2-T2M (12 Z)



EKF W2-RH2M (12 Z)



OI W2-RH2M (12 Z)



Coefficients EKF vs. OI (18 UTC)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

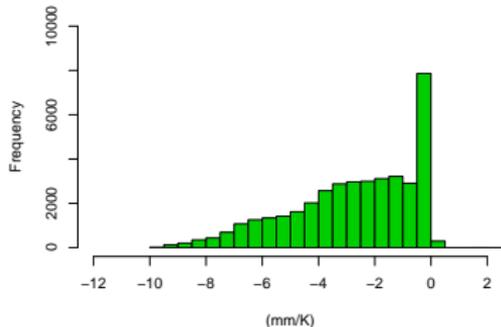
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

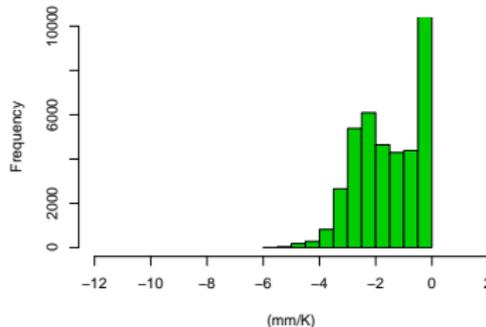
Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

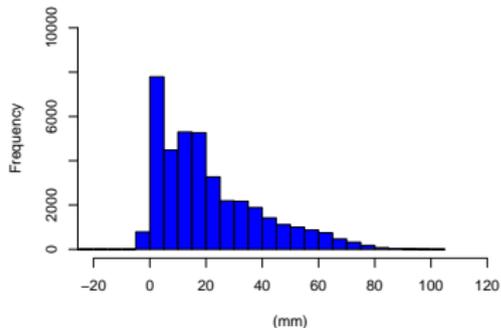
EKF WG2-T2M (18 Z)



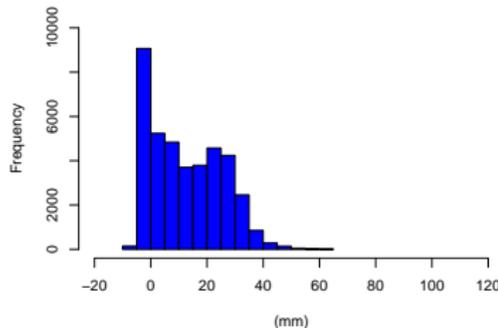
OI WG2-T2M (18 Z)



EKF WG2-RH2M (18 Z)



OI WG2-RH2M (18 Z)



Innovations analyse de T et RH à 2 mètres (moyenne Juillet 2006)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

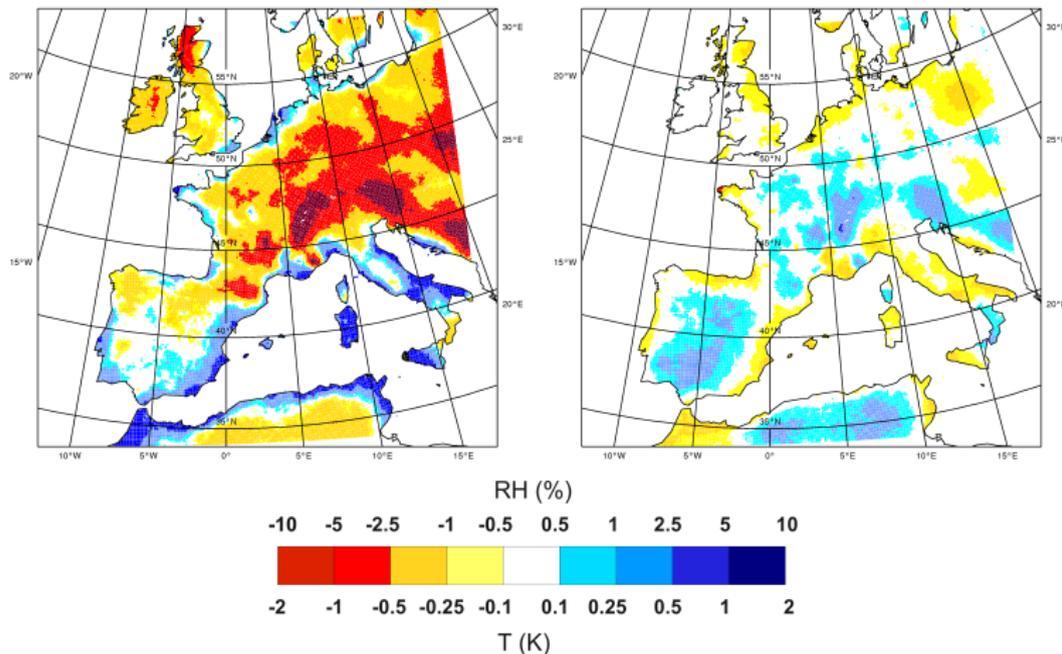
Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

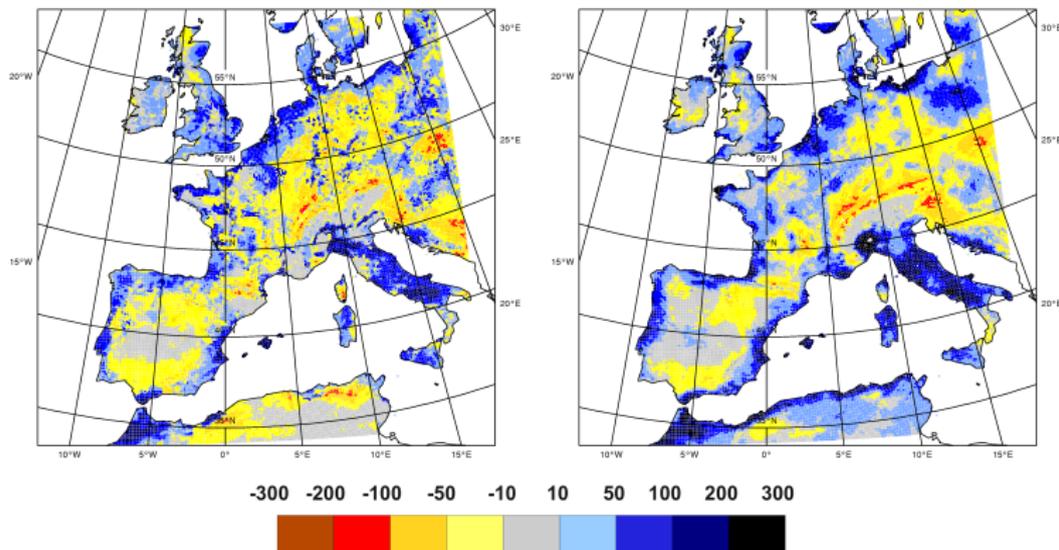
Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives



Incréments d'eau du sol profond en Juillet 2006 (mm)

EKF increments - OI increments



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Assimilation d'observations d'eau du sol superficiel

- ▶ Période : Juillet 2006
- ▶ Domaine : ALADIN-France (résolution 9.5 km)
- ▶ Données : w_g issu du diffusiomètre en bande-C à bord de ERS2 (résolution 27 km)
- ▶ Technique : filtre de Kalman Etendu simplifié
- ▶ Fenêtre d'assimilation : 6h
- ▶ Variables de contrôle : w_2
- ▶ Spécification des erreurs : $\sigma_{w_2}^b = 0.1 \times SWI$,
 $\sigma_{w_g}^o = 0.2 \times SWI$

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Etapes à considérer

- ▶ Interpolation des observations sur la grille du modèle
- ▶ Correction de biais des observations
- ▶ Spécification des erreurs d'observations
- ▶ Définition du système d'assimilation

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

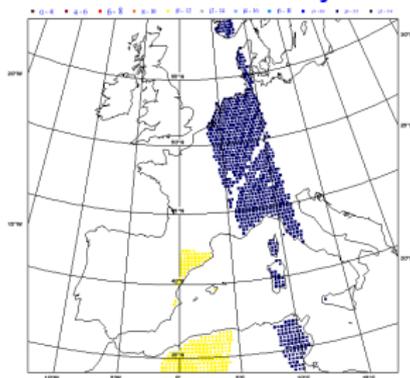
Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

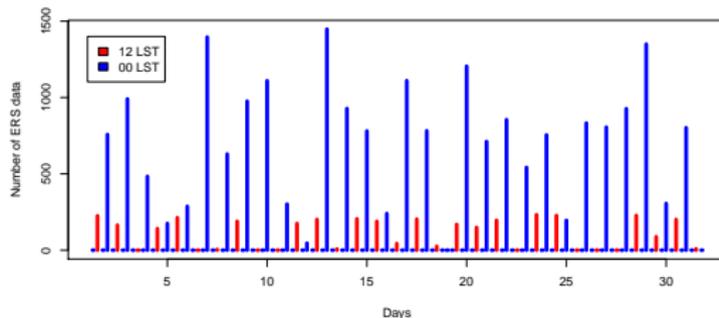
Conclusions et
perspectives

Disponibilité des produits ERS

Time of observation - 01 July 2006



ALADIN-France (July 2006)



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

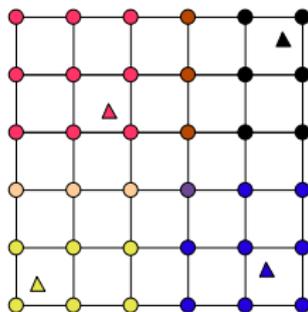
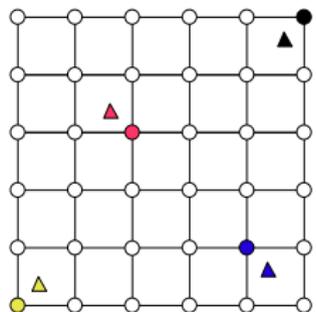
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Projection sur la grille du modèle



Plus proche voisin (nn) - Suréchantillonnage (os)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

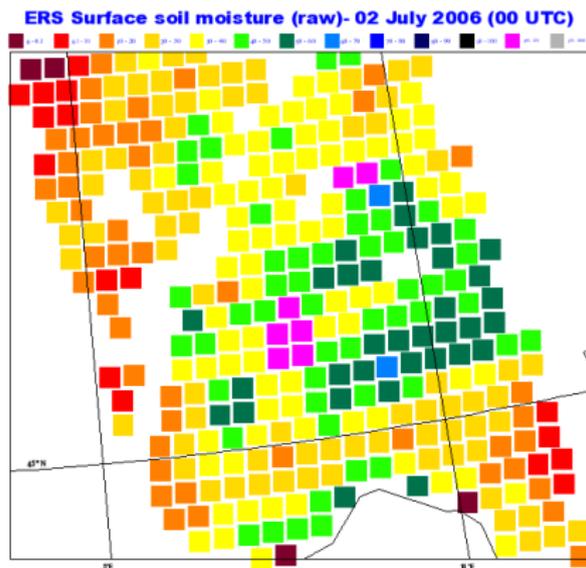
Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Données brutes



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Données interpolées

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

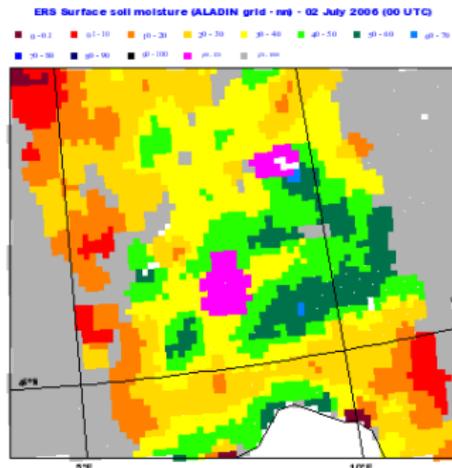
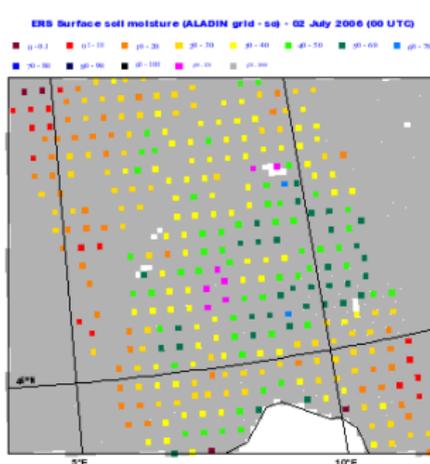
Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives



Plus proche voisin (nm) - Suréchantillonnage (os)

Comparaison w_g/w_{sat} ERS vs. ALADIN (nn)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

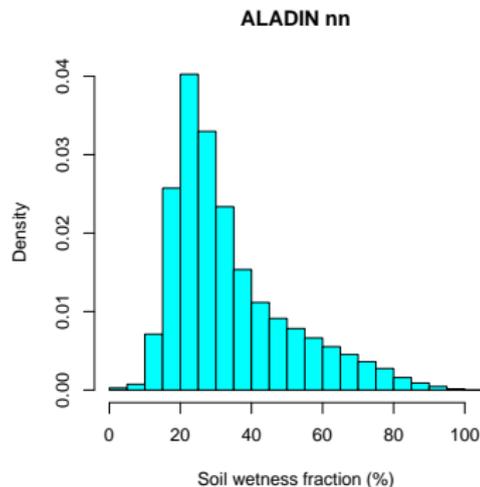
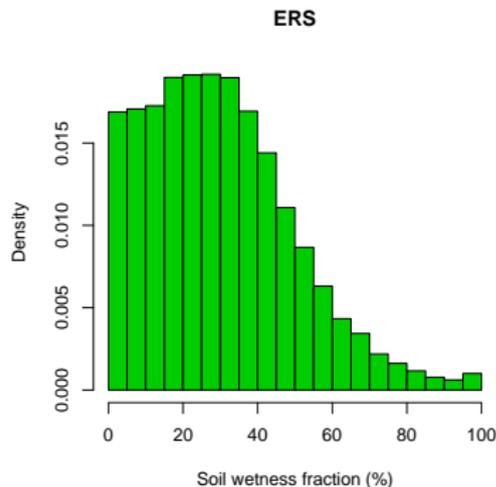
Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives



nb observations : 24751

Comparaison w_g/w_{sat} ERS vs. ALADIN (os)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

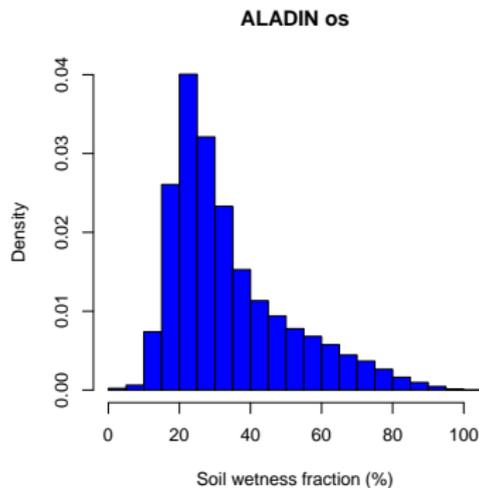
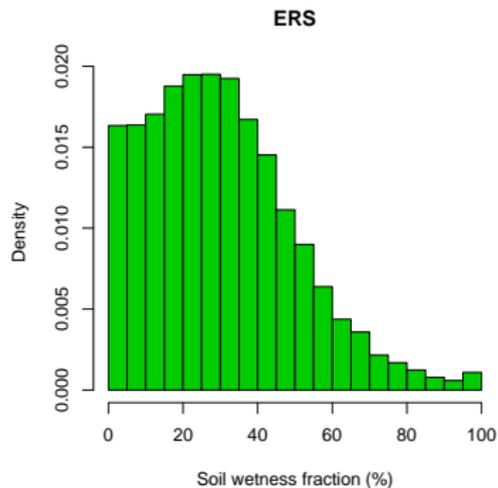
Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

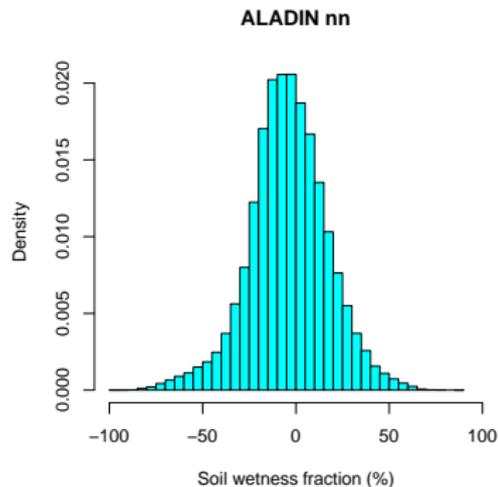
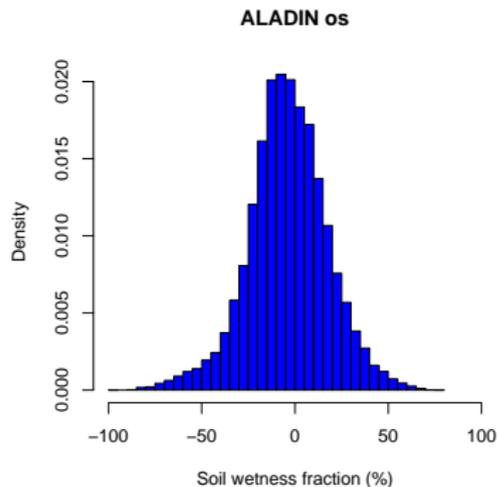
Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives



nb observations : 218967

Distribution des innovations



$$\sigma_o = \sigma_b = 13 \%$$

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Correction de biais: CDF matching

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

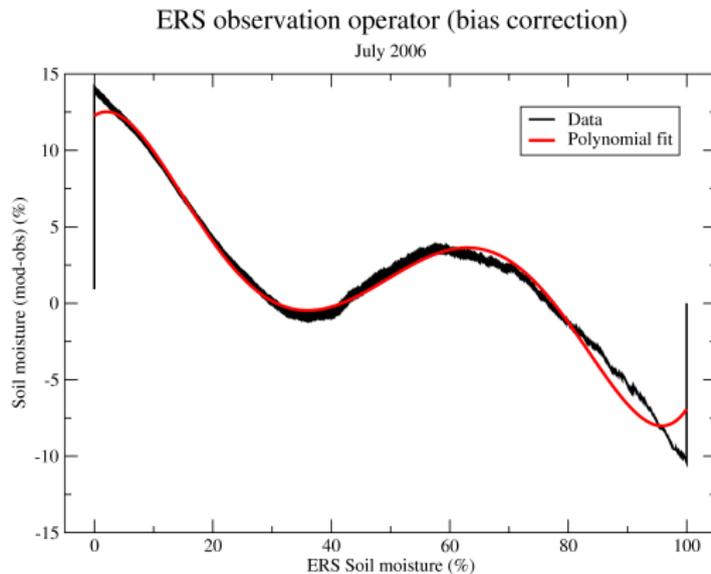
Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives



Comparaison w_g/w_{sat} BC ERS vs. ALADIN (os)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

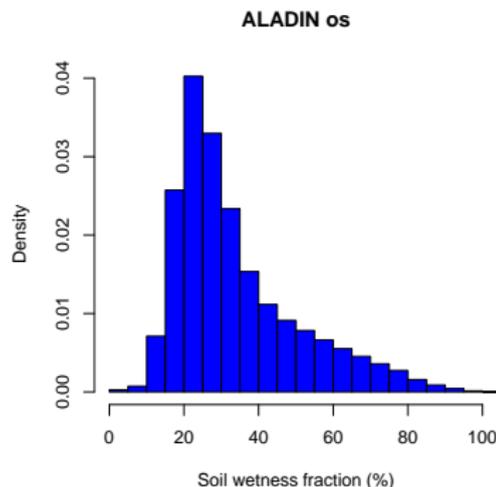
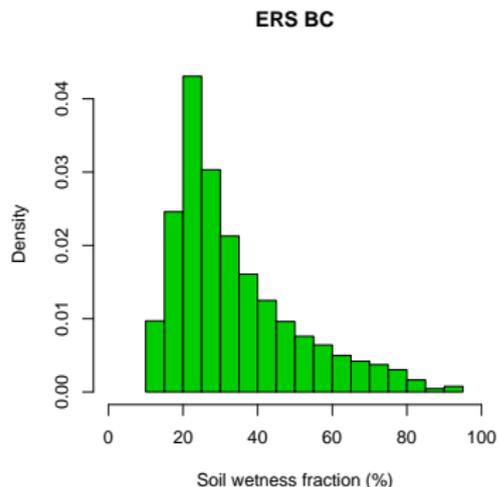
Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

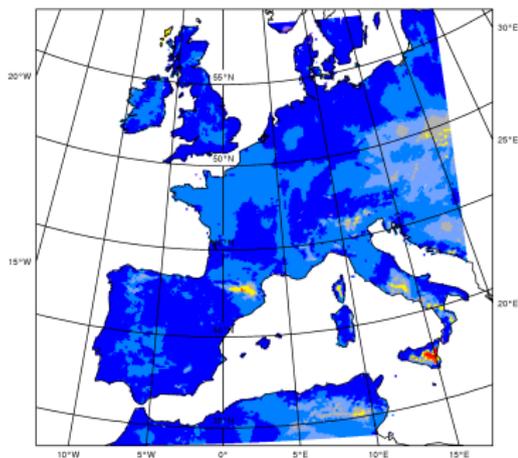
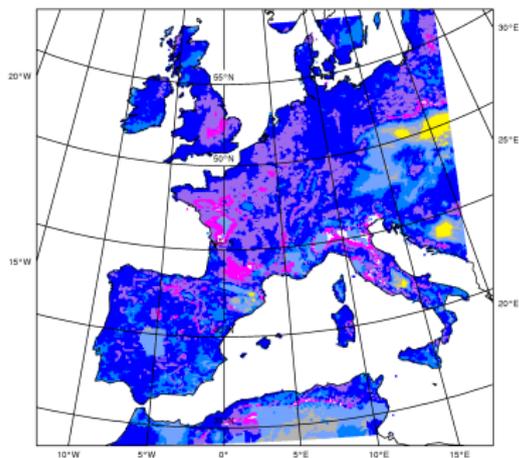
Conclusions et
perspectives



nb observations : 218967

Jacobien $\partial w_g / \partial w_2$ à 12 UTC et 24 UTC (1 Juillet 2006)

$$\frac{\partial w_g}{\partial t} = -\frac{C_1(w_g)}{\rho_w d_1} [E_g - P_g] - \frac{C_2(w_2)}{\tau} [w_g - w_{geq}(w_2)]$$



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

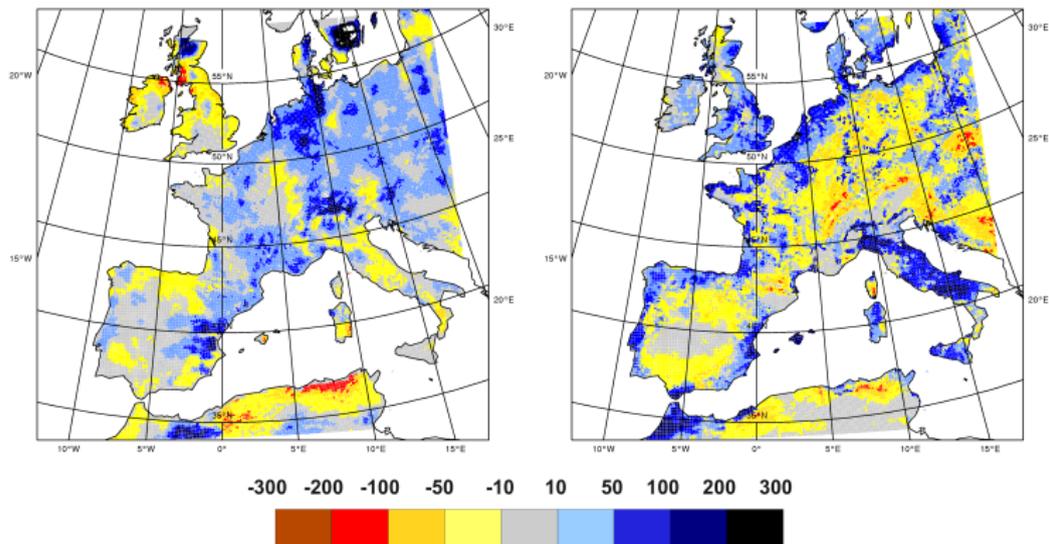
Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Incréments d'eau du sol profond en Juillet 2006 (mm)

assimilation wg - assimilation obs 2m



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

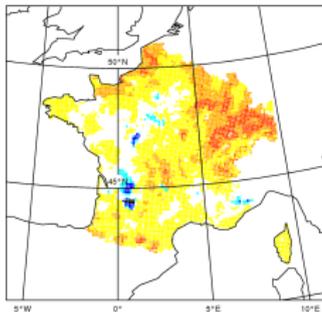
Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

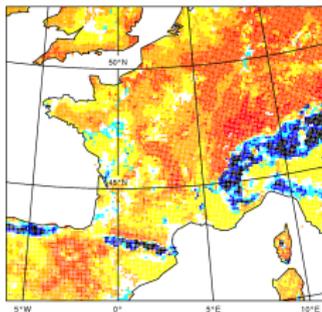
Conclusions et
perspectives

Comparaison $w_{final} - w_{initial}$ avec SIM

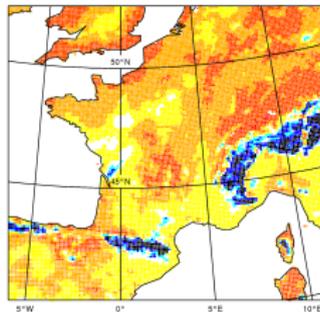
Soil moisture variations (mm) - July 2006 - SIM



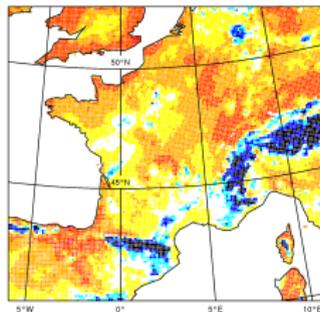
Soil moisture variations (mm) - July 2006 - EKF (2m)



Total soil moisture increments (mm) - July 2006 - OPEN LOOP



Total soil moisture increments (mm) - July 2006 - EKF (wg)



-300 -200 -100 -50 -25 0 25 50 100 500



Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Conclusions

- ▶ Développement d'un système d'assimilation externalisé (EKF, OI) pour l'analyse des variables pronostiques des sols et de la végétation dans les modèles de PN à Météo-France
- ▶ Intérêt du EKF permettant davantage de flexibilité pour le choix des variables à analyser et des observations à assimiler
- ▶ Premiers résultats encourageants sur le domaine ALADIN-France pour l'été 2006 et cohérents avec des études précédentes (assimilation wg et obs 2m)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSSSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives

Perspectives

1. Couplage de l'analyse dans le sol à l'analyse atmosphérique
2. Utilisation de l'OI SURFEX pour ALADIN, puis adaptation pour AROME
3. Poursuite des développements sur l'EKF
 - ▶ Etudes des situations hivernales
 - ▶ Assimilation des données AMSR-E et ASCAT (collaboration U.Melbourne)
 - ▶ Cyclage de la matrice \mathbf{B}
 - ▶ Amélioration correction de biais pour w_g et erreurs d'observations
 - ▶ Assimilation combinée obs 2m + w_g
 - ▶ Assimilation d'indices foliaires dans SURFEX (projet GEOLAND2)
 - ▶ Préparation SMOS (couplage avec CMEM - via PALM ?)

Développements
sur l'analyse
dans le sol pour
les modèles de
prévision
numérique à
Météo-France

Jean-François
MAHFOUF,
Karim
BERGAOUI,
Clara
DRAPER,
François
BOUYSEL,
Françoise
TAILLEFER et
Laura TASEVA

Objectifs
scientifiques

Assimilation
 T_{2m} RH_{2m}

Assimilation
 w_g

Conclusions et
perspectives