



PROPOSITION DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE SPATIALE

2008-2009

Chaque dossier de proposition doit comporter 2 fichiers : un fichier word et un fichier excel portant la même référence. Les deux fichiers doivent être impérativement approuvés par le Directeur du laboratoire proposant . Ajouter des pages si nécessaire.

1. RENSEIGNEMENTS GENERAUX

1.1. THEMATIQUE¹

Physique fondamentale—Astrophysique—Soleil, héliosphère, magnétosphère—Planétologie—
Exobiologie—Atmosphère météo—Atmosphère moyenne—Océanographie—Cryosphère—Surfaces
continentales, hydrologie—Géophysique—Sciences de la vie—Sciences de la matière

1.2. TYPE D'ACTION

nouvelle² - engagée³

1.3. INTITULÉ DU PROJET

MULTISCALE VALIDATION OF SMOS BRIGHTNESS TEMPERATURE AND
PRODUCTS OVER WEST AFRICA (Validation multi-échelle des température de
brillance et des produits SMOS en Afrique de l'ouest).

1.4. TYPE D'ACTIVITÉ AUQUEL SE RATTACHE LA PROPOSITION⁴

Etude préparatoire—Développement instrumental—Expérience d'opportunité (initiative extérieure)—
Projet de micro ou mini satellite (contexte national)—Expérience suborbitale—Modélisation ou
simulation sol—Exploitation de données - Autre⁵ : validation SMOS

1.5. VALIDATION PAR LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE

Il est demandé au Directeur du laboratoire proposant de valider la présente fiche de synthèse ainsi que les fiches excel associées⁶ en apposant ici sa signature scannée (pas de fichier pdf).

Signature :

1.6. RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Nom Prénom : Grippa Manuela
Téléphone : 05.61.55.85.97
e-mail : manuela.grippa@cesbio.cnes.fr
Adresse : CESBIO, 18, Av. Edouard Belin, bpi 2801, 31401 Toulouse, Cedex 9

Nom du Laboratoire et de l'Organisme de tutelle :CESBIO, UMR 5126 (CNRS, CNES, IRD, UPS)

Organisme gestionnaire : CNRS

¹ Rayer les mentions inutiles

² Voir 2. Propositions nouvelles

³ Voir 3. Propositions engagées

⁴ Rayer les mentions inutiles

⁵ A préciser. Les activités de recherche à caractère technologique en mont des projets spatiaux doivent être proposées dans le cadre de l'appel à propositions de R&T qui sera diffusé ultérieurement par le centre de Toulouse

⁶ Voir 4. Fiches excel à compléter

1.7. CO-PROPOSANTS

Nom Prénom : Patricia de Rosnay
 Téléphone : +44 (0)118 949 9110
 e-mail: Patricia.Rosnay@ecmwf.int
 Adresse : ECMWF Shinfield Park Reading, RG2 9AX - Angleterre

Nom du Laboratoire et de l'Organisme de tutelle : Centre Européen de Prévion Météorologique à Moyen terme (CEPMMT)

Organisme gestionnaire : ECMWF

Nom Prénom : Thierry Pellarin
 Téléphone : 04.76.51.43.46
 e-mail : thierry.pellarin@hmg.inpg.fr
 Adresse : LTHE BP 53 38 041 GRENOBLE Cedex 09

Nom du Laboratoire et de l'Organisme de tutelle : LTHE, UMR 5564 (CNRS, INPG, UJF, IRD)

Organisme gestionnaire : CNRS

2. PROPOSITIONS NOUVELLES

Les propositions d'expérience nouvelles doivent préciser le statut de l'expérience, notamment si elle est présentées dans un cadre de coopération internationale : expérience déjà sélectionnée, en cours d'examen ou encore à proposer. Il sera utile de joindre en annexe tout document précisant ce statut. Ces propositions seront soumises à une expertise scientifique d'un groupe de travail thématique du CNES assisté si nécessaire de rapporteurs extérieurs, et à l'avis du Comité d'Evaluation de la Recherche et de l'Exploration Spatiale (CERES) pour le domaine Etude et Exploration de l'Univers, ou au comité Terre Océans Surfaces Continentales Atmosphère (TOSCA) pour le domaine Etude et Observation de la Terre. Elles pourront être soumises à une expertise technique et financière du CNES sur la faisabilité de l'instrumentation proposée, la prévision des essais, le nombre des modèles et le traitement des données. La maturité technique du projet, la crédibilité du calendrier de développement et du coût seront appréciées, de même que le contexte coopératif le cas échéant et le schéma d'organisation. La place du projet dans le plan de charge du laboratoire proposant et le volume des moyens propres, notamment humains, disponibles dans le laboratoire seront également pris en compte.

2.1. OBJECTIFS SCIENTIFIQUES¹

2.2. SITUATION ACTUELLE DU THÈME DE RECHERCHE ET DESCRIPTION DU PROJET²

2.3. PUBLICATIONS

Tout publication parue dans le cadre de la présente proposition devra porter la mention obligatoire suivante "This work was supported by the Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). It is based on observations with (name of the instruments) embarked on (name of the spatial mission)."

2.4. CALENDRIER DU PROJET³

¹ En une page maximum, indiquer le contexte scientifique au plan national et international. Détailler les objectifs à atteindre sur l'ensemble du projet et les résultats attendus.

² Décrire la situation actuelle du thème de recherche et le projet, notamment le cadre de réalisation. Décrire la méthodologie envisagée et les travaux à réaliser. Décrire le cas échéant le dispositif expérimental et préciser s'il s'agit d'une campagne ballon ou aéroportée.

³ Décrire en une page maximum le calendrier de réalisation en donnant les étapes clés du déroulement du projet.

3. PROJETS ENGAGÉS

Les actions engagées entrent dans le cadre de projets ayant déjà fait l'objet d'une décision positive de soutien par le CNES. Si les objectifs du projet et/ou son contenu ont été modifiés par rapport à la proposition acceptée par le CNES, ou si les résultats intermédiaires diffèrent sensiblement des objectifs initiaux, il est demandé d'envoyer au CNES une proposition révisée avec une note justificative détaillée. Le CNES se réserve le droit de présenter à nouveau l'expérience concernée au groupe de travail thématique correspondant, au CERES ou au TOSCA et au Comité des Programmes Scientifiques, pour juger de l'opportunité de ces modifications. S'agissant des expériences en cours de développement pour lesquelles une structure de projet a été mise en place au centre de Toulouse, il est demandé d'envoyer au CNES une demande de financement pour les activités d'accompagnement scientifique, le financement des activités de développement étant couvertes en principe par le projet.

3.1. RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES¹

Ce projet est proposé dans le contexte des projets SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) et AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine) dont le calendrier coïncide de 2008 à 2010. L'objectif de la présente proposition est d'utiliser les réseaux de mesures *in situ* d'humidité du sol déployés dans le cadre d'AMMA en Afrique de l'Ouest (Lebel et al., 2007, Redelsperger et al., 2007) et de s'appuyer sur les activités de modélisation de la surface (Boone et de Rosnay 2007), pour valider les futures mesures SMOS dans cette région du globe. Le projet a été approuvé et l'Afrique de l'Ouest est sélectionnée comme site de validation SMOS par l'ESA dans le cadre de l'AO cal-val de SMOS (de Rosnay et al, ESA- AO 3257). Ce projet comporte trois axes d'études : 1/ validation des produits humidité du sol de SMOS par comparaison du produit humidité SMOS avec les mesures terrains et avec les humidités obtenues par les modèles de surface (transfert sol-végétation-atmosphère) utilisés dans AMMA aux différentes échelles, 2/ validation des algorithmes d'inversion avec la comparaison des températures de brillances et analyse des effets des hétérogénéités (modèle d'émission micro-ondes L-MEB: L-Band Microwave Emission of the Biosphere, Wigneron et al 2007), 3/ assimilation des produits SMOS dans les modèles de transfert sol-végétation-atmosphère pour accéder à l'humidité racinaire.

Le réseau de mesures d'humidité du sol déployé dans le cadre d'AMMA s'étend sur l'Afrique de l'Ouest entre le Bénin, Niger et Mali, comme montré sur la figure ci-dessous.



Figure

1 : Sites méso échelle de mesures d'humidité du sol en Afrique de l'Ouest. Onze stations d'humidité du sol sont installées au Mali, huit au Niger, dix au Bénin. Chacune est associée à un pluviographe. Les données sont acquises en continu, à un pas de temps de 15 minutes. Les stations mesurent les profils verticaux d'humidité et température du sol entre la surface et 2.5 à 4m de profondeur selon les stations.

¹ A renseigner avec attention pour la bonne compréhension des comités d'évaluation, en particulier sur les avancées obtenues par rapport à 2007, et en précisant si les objectifs du projet et/ou son contenu ont été modifiés par rapport à la proposition acceptée par le CNES, ou si les résultats intermédiaires diffèrent sensiblement des objectifs initiaux.

Une description complète des mesures au sol était fourni dans la proposition 2007 en tant que proposition nouvelle. Nous ne le rappelons pas ici, le comité TOSCA en ayant déjà connaissance. Ces informations sont également disponibles sur le sites web suivant, concernant les mesures de terrain: <http://www.lthe.hmg.inpg.fr/catch/>

Concernant la modélisation de surface dans AMMA un programme d'intercomparaison de modèles ALMIP (AMMA Land surface Models Intercomparison Project) est en cours. 12 modèles y participent parmi lesquels ISBA, ORCHIDEE, TESSEL, SsiB, Cab, JULES, Sethys, IBIS, NSIPP, Mike-She, CLM, SWAP. Dans la continuité du projet GSWP2 (Dirmeyer et al. 1999), ALMIP permet d'accéder à une information sur l'humidité du sol en Afrique de l'Ouest, obtenue à partir de la modélisation. ALMIP est très pertinent à mettre en relation avec la validation de SMOS: la diversité des modèles utilisés et la précision des forçages (notamment des précipitations) fournis dans le cadre d'AMMA (Boone et de Rosnay 2007) permettent d'appréhender l'humidité du sol par modélisation. Les produits humidité du sol simulés dans ALMIP sont également une entrée d'échelle régionale pour les activités de validation à cette échelle. Plus d'information sur ALMIP sont sur : http://www.cnrm.meteo.fr/amma-moana/amma_surf/almip/

Jusqu'en 2007 inclus, le réseau d'humidité du sol AMMA a été financé par le l'Action Programmée Inter-organisme (API) d'AMMA. Des 2008 le maintien en place du réseau de mesures terrain d'humidité du sol repose entièrement sur le programme TOSCA. La présente demande financière au TOSCA porte sur l'appui financier des activités de validation SMOS en Afrique de l'Ouest proposées à l'ESA (de Rosnay et al, ESA- AO 3257). Elle nécessite le maintien en place du réseau de mesures terrain d'humidité du sol d'AMMA en 2009 et le soutien financier aux campagnes de validation SMOS prévues pendant l'été 2009. Avec un lancement à fin 2008 c'est réellement la mousson de l'été 2009 qui permettra de valider la capacité de SMOS à retrouver l'humidité du sol et sa variabilité en Afrique de L'Ouest. Les campagnes intensives des mesures de terrain (transects kilométriques et sur 50 km à effectuer en concomitance aux passages de SMOS) prévues sur le sites du Mali pendant l'été 2009 apporteront donc des informations très précieuses pour la calibration/validation de SMOS.

3.2. ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET¹

Instrumentation des trois sites

Le réseau d'humidité du sol en Afrique de l'Ouest comporte 3 sites méso-échelles situés au Bénin, Niger et Mali, permettant de couvrir un gradient nord-sud important. Ce gradient permet de passer de la zone soudanienne (Bénin), caractérisée par une couverture végétale importante, à la zone sahélienne (Niger et Mali) où la végétation décroît au fur à mesure que l'on se déplace vers le nord. Le gradient couvert s'étend entre environ 9.8°N (sites du Bénin), 13.5°N (Niger), puis de 15°N à 17°N (sites du Mali) (de Rosnay et al. 2006).

Pour ce qui concerne le déploiement instrumental, sur le **site du Mali** une nouvelle station d'humidité du sol a été installée en début 2008 à Kobou, village situé à l'extrémité sud du transect, pour un total de 11 stations couvrant un gradient nord sud entre 15°N et 17°N. Ces mesures ont été complétées par des mesures terrain (quatre campagnes de 2004 à 2007) de transects kilométriques de l'humidité de surface avec un capteur portable. Ces campagnes régulières montrent un très bon accord entre la mesure continue des stations en place, et les mesures kilométriques. Ces mesures sont utilisées pour l'inversion de l'humidité du sol en actif à partir des mesures ENVISAT/ASAR à 1km de résolution (Baup et al. 2008, Baup et al 2007 a et b, de Rosnay et al. 2006). En plus de ces transects kilométriques, des transects sur 50km ont été effectués en 2006 et 2007 pour appréhender la relation entre l'humidité à l'échelle du kilomètre et

¹ Le CNES doit être en mesure de justifier auprès de ses Tutelles le financement des propositions qu'il a engagées. Le bilan qualitatif de l'année 2007 a pour objet d'exposer l'état d'avancement du projet, les étapes franchies, les difficultés rencontrées (par exemple, les évolutions éventuelles du contexte scientifique et/ou du cadre de réalisation). Pour les propositions comportant la réalisation d'un dispositif expérimental : exposer son état de réalisation.

de 50km. Un papier qui résume les résultats de l'analyse de ces mesures de terrain et de leur stabilité spatiale et temporelle est en cours de publication (de Rosnay et al. 2008)

Sur le **site du Niger**, 3 sites couvrant une zone de 10x10 km² ont été instrumentés pour obtenir un profil d'humidité de la proche surface (5 cm) à environ 1.3 m de profondeur. La stratégie développée au Niger repose sur l'utilisation du réseau de pluviographes très dense sur cette région (environs 40 postes sur 120x100 km²) et d'une modélisation de type SVAT. Des campagnes de terrain à l'aide de sondes portatives d'humidité ont été réalisées lors des passages de ENVISAT/ASAR (Zribi et al., 2007).

Sur le **site du Bénin**, des profils d'humidité ont été installés pour observer le rôle potentiel de la topographie sur la redistribution spatiale de l'humidité du sol. Trois sites situés sous trois couverts différents (prairie, savane arborée et forêt) ont été instrumentés avec trois profils d'humidité (en haut, milieu et bas de pente).

Travaux scientifiques réalisés en 2007

L'évaluation des produits d'humidité d'AMSR-E (résolution journalière, 25x20 km²) sur le site méso-échelle du Mali a été menée en 2007 par Gruhier et al (2008a). La comparaison des produits AMSR-E et les données de terrain a été basé sur une analyse statistique du réseau de mesures afin d'identifier la représentativité des stations de mesures locales. Les résultats obtenus ont montré que la variabilité temporelle, saisonnière ou à l'échelle de l'évènement pluvieux, des données AMSR-E est exploitable malgré la difficulté du produit à fournir des données d'humidité du sol en valeur absolues. De meilleurs résultats ont été obtenus sur le site du Mali, en zone sahélienne, par rapport au site de SMOSREX, en zone tempérée (proche de Toulouse). Un nouvel algorithme d'inversion de l'humidité du sol à partir des données AMSR-E est en développement. Cet algorithme, basé sur une inversion statistique à partir des températures de brillance mesurées à 6.9 et 10.7 Ghz en polarisation horizontale et verticale, a permis d'améliorer l'accord avec les données de terrain, sur le site du Mali, concernant soit les valeurs absolues soit la variabilité temporelle de l'humidité du sol (Gruhier et al. 2008b).

Les mesures micro-ondes AMSR-E ont été confrontées aux mesures in-situ d'humidité du sol sur le site du Niger (Pellarin et al., 2008a). Le travail sur le site du Niger a consisté à reproduire le plus fidèlement possible l'ensemble des mesures hydrologiques réalisées sur le terrain (humidité du sol, ruissellement, évaporation, infiltration) à l'aide du schéma de surface ISBA et de coupler le modèle d'émission micro-onde C-MEB afin de retrouver les températures de brillance observées par AMSR-E. Ce travail a permis de proposer une modélisation de la couche de surface du schéma de surface ISBA adaptée au contexte climatique de la zone sahélienne et de sélectionner un modèle de permittivité diélectrique du sol à l'aide de mesures terrain.

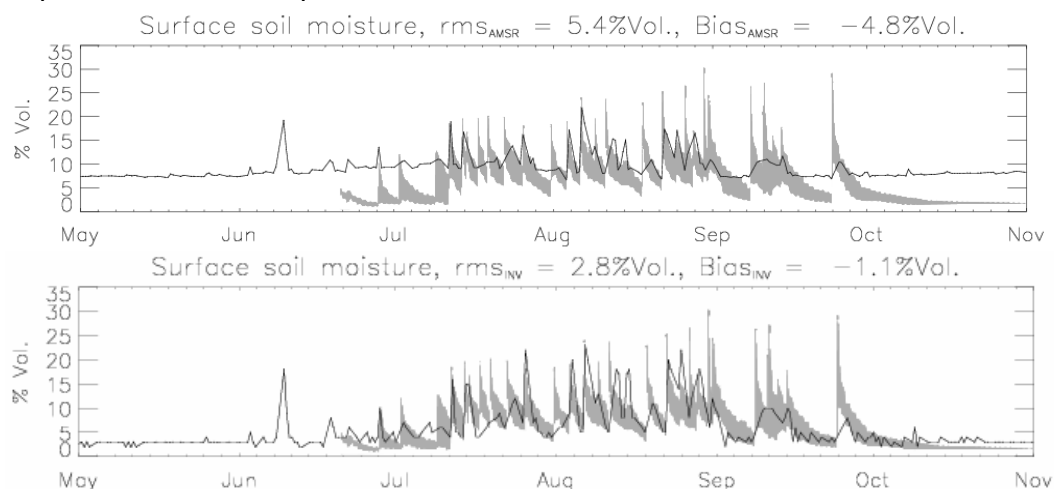


Figure 2 : Humidité du sol mesurée sur une zone de 10x10 km² au Niger (zone grisée) et produit d'humidité du sol dérivé des mesures du capteur AMSR-E (algorithme Njoku v3.01). Le graphique du bas résulte de l'inversion des mesures AMRS-E à l'aide du modèle C-MEB optimisé sur la région.

Les mesures d'humidité du sol ont été utilisées parallèlement pour améliorer l'estimation des

précipitations par satellite (Pellarin et al., 2008b). Les précipitations estimées par satellites utilisent principalement une information sur la température du sommet des nuages (provenant de satellites géostationnaires) qui est ensuite reliée statistiquement à un taux de précipitation au niveau du sol. Ces algorithmes ont généralement tendance à augmenter le nombre d'événements pluvieux. Dans ce contexte, l'humidité du sol constitue une trace de la pluie au sol et peut être utilisée pour distinguer les épisodes pluvieux d'épisodes non-pluvieux.

L'inter-comparaison de produits d'humidité du sol en provenance de capteurs micro-onde actifs (ERS-scat, Quikscat..) et passifs (AMSR-E, TRMM) est actuellement en cours. Les premiers résultats tendent à conforter l'approche par micro-onde passive pour accéder à l'humidité du sol (Gruhier et al. 2008c).

Concernant la modélisation de surface, la première phase d'ALMIP (simulations à l'échelle régionale), vient de terminer et la deuxième phase (simulations à la méso-échelle) doit commencer dans les mois qui viennent. Les résultats issus de la première phase d'ALMIP sont en ce moment en cours d'exploitation. Actuellement un stage au CESBIO porte sur la comparaison de l'humidité du sol simulé par les modèles participant à ALMIP aux données de terrain sur le site du Mali ainsi qu'aux produits d'AMSR-E à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest.

Dans le cadre de la préparation à la mission SMOS, et en particulier pour préparer la validation des produits SMOS, le projet ALMIP-MEM (Microwave Emission Model) est conduit actuellement au Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen terme (CEPMMT). Six modèles de surface participant à ALMIP sont couplés au modèle d'émission micro-onde CMEM (Community Microwave Emission Model) pour l'année 2006. Les températures de brillances sont simulées en bandes C et en bande X, telles que vues par les capteurs d'AMSR-E à 6.9 et 10.7 GHz.

CMEM est un modèle hautement modulaire d'émission de surface qui permet de considérer différentes approches de modélisation de l'émission de surface (opacité de la végétation, constante diélectrique du sol, rugosité du sol, température effective, modèle d'émission de surface, modèle d'émission atmosphérique). Il est développé dans une optique d'interfaçage entre les communautés de modélisation météorologique et climatique et l'équipe de validation de SMOS (SMOS Retrieval and Validation Team). Sur le plan technique CMEM est codé en Fortran 90 selon les normes de codage du CEPMMT, et il est en cours de couplage avec RTTOVS. CMEM est flexible en terme d'entrées sorties avec interface ascii, netcdf et grib.

http://www.ecmwf.int/research/ESA_projects/SMOS/cmem/cmem_index.html

Les sorties de modèle ALMIP-MEM sont intercomparées et évaluées par rapport aux produits AMSR-E sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest.

L'analyse est conduite sur deux niveaux pour comparer d'une part l'influence des différents modèles de processus de surface (LSMs) sur la qualité de l'émission micro-onde, et d'autre part la pertinence des différentes approches de modélisation micro-onde. Les différents modèles de surface conduisent à des performances différentes directement liées à la dynamique de l'humidité et de la température du sol qu'ils simulent. La dispersion des résultats entre les modèles est large tant sur la plan de la dynamique temporelle que spatiale. Pour l'ensemble des modèles de surface, la paramétrisation de Kirdyashev pour l'opacité de la végétation conduit aux résultats les plus performants (de Rosnay et al., 2007, 2008b).

References :

Baup F., E. Mougin, P. Hiernaux, A. Lopes, P. de Rosnay, I. Chênerie. « Radar signatures of sahelian surfaces in Mali using ENVISAT-ASAR data », IEEE TGRS, vol. 45, n° 7, pp. 2354-2363, 2007a.

Baup F., E. Mougin, P. de Rosnay, F. Timouk, I. Chênerie. « Surface soil moisture estimation over the AMMA Sahelian site in Mali using ENVISAT/ASAR data » Remote Sens Env. vol. 109, 4, pp. 473-481, 2007b

Baup F. et al. "Mapping surface soil moisture over the Malian mesoscale site by using ENVISAT ASAR data". En preparation pour journal of Hydrology, 2008

- Boone A., de Rosnay P. "AMMA forcing data for a better understanding of the West African monsoon surface-atmosphere-hydrology interactions". Quantification and Reduction of Predictive Uncertainty for Sustainable Water Resource Management. IAHS Proceedings., 313, 2007
- de Rosnay, P., Baup, F., Timouk, F., Le Dantec, V., Kergoat, L., Lavenu, F., Mougin, E., "Multi-scale soil moisture monitoring in the Gourma meso scale site: from local station network to remote sensing approaches". EGU General Assembly; Vienna, 2-7 April 2006 (poster)
- de Rosnay, J.-C. Calvet, Y. Kerr, J.-P. Wigneron, F. Lemaître, M. Escorihuela, J. Muñoz Sabater, K. Saleh, J. Barrié, G. Bouhours, L. Coret, G. Cherel, G. Dedieu, R. Durbe, N. Fritz, F. Froissard, J. Hoedjes, A. Kruszewski A., Lavenu F., Suquia D., Waldteufel P. "SMOSREX: A Long Term Field Campaign Experiment for Soil Moisture and Land Surface Processes Remote Sensing". Remote Sensing of Environment, 102, 377-389, doi:10.1016/j.rse.2006.02.021, 2006
- de Rosnay, P., Boone, A., Drusch, M., Holmes, T., Wigneron, J.-P., Balsamo, G., Pellarin, T. "Modelling approach for remote sensing validation of ALMIP soil moisture products. The surface Models Inter-comparison Project - Microwave Emission Model (ALMIP-MEM)". AMMA 2nd International conference, , 26-30 Nov 2007 (oral)
- de Rosnay, P., Gruhier, C., Timouk, F; Baup, F., Mougin, E., Hiernaux, P, Kergoat, L., and LeDantec V. "Multiscale soil moisture monitoring and characterization over the Sahelian mesoscale site of Gourma". En préparation pour Journal of Hydrology 2008
- de Rosnay, P., Boone, A., Drusch, M., Holmes, T., Wigneron, J.-P., Balsamo, G., Pellarin, T., "Validation and intercomparison of AMSR-E soil moisture remote sensing over West Africa. The ALMIP-MEM: AMMA Land Surface Intercomparison Project coupled to the Community Microwave Emission Model." In preparation 2008b
- Dirmeyer, P. A., A. J. Dolman, and N. Sato. "The Global Soil Wetness Project: A pilot project for global land surface modeling and validation." Bull. Amer. Meteor. Soc., **80**, 851-878, 1999.
- Drusch M., T. Holmes, P. de Rosnay, G. Balsamo, "Comparing ERA-40 based L-band brightness temperatures with Skylab observations: a calibration/validation study using the Community Microwave Emission Model", Journal of Hydrometeorology, under revision, 2008
- Escorihuela M.J., Y. Kerr, P. de Rosnay, J.-P. Wigneron, J.-C. Calvet, F. Lemaître. "A Simple Model of the Bare Soil Microwave Emission at L-band" IEEE TGRS, vol45(7), pp 1978-1987, 2007.
- Escorihuela M.J., P. de Rosnay, Y. Kerr, J.-C. Calvet. "Influence of Bound Water Relaxation Frequency on Soil Moisture Measurements." IEEE TGRS, vol 45(12), pp4067-4076, 2007.
- Kruszewski, F. Lavenu, D. Suquia, and P. Waldteufel, "Smosrex: A long term field campaign experiment for soil moisture and land surface processes remote sensing," Remote Sensing of Environment, vol. 102, pp. pp 377-389; doi:10.1016/j.rse.2006.02.021, 2006.
- Gruhier, C., de Rosnay, P., Richaume, P., Kerr, Y., Member, Rüdiger, C., Boulet, G., Saleh, K., Walker, J., Mougin, E., Ceschia, E., & Calvet, J.-C. "Large scale evaluation of AMSR-E soil moisture products based on ground soil moisture network measurements". GRL sous presse 2008a.
- Gruhier, C., de Rosnay, P and Wigneron J.P. "Surface soil moisture retrieval based on brightness temperature from AMSR-E over a semi-arid region". EGU General Assembly; Vienna, 14-18 April 2008b (oral)
- Gruhier, C., de Rosnay, P, Kergoat, L., and Mougin, E. "Evaluation of soil moisture products from several sensors over a semi-arid region based on ground soil moisture measurements". EGU General Assembly; Vienna, 14-18 April 2008 c (poster)
- Lebel, T., Parker, D., Bourles, B., Diedhiou, A. Gaye, A., Polcher, J., Redelsperger, J.-L. and Thorncroft, C., AMMA field campaigns in 2005 2006, GEWEX-news (http://www.gewex.org/gewex_nwsltr.html), February 2007
- Njoku, E. « Updated daily. AMSR-E/Aqua daily L3 surface soil moisture, interpretive parms », & QC EASE-Grids, March to June 2004. Boulder, CO, USA: National Snow and Ice Data Center. Digital media. 2004.

Pellarin, T., Wigneron, J. -P., Calvet, J. -C., Ferrazzoli, P., Douville, H., Lopez- Baeza, E., et al. Two-Year global simulation of L-band brightness temperatures over land. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(9), 2135–2139. 2003.

Pellarin T. , Y. H. Kerr, and J.-P. Wigneron, "Global simulation of brightness temperatures at 6.6 and 10.7 GHz over land based on SMMR data set analysis," *IEEE Trans Geosci.Remote Sens.* 44, 2492-2505. 2006.

Pellarin T., J.-P. Laurent, B. Decharme, L. Descroix, B. Cappelaere, Hydrological modelling and associated microwave emission of a semi-arid region in South-western Niger, in preparation for *Journal of Hydrology*, 2008a

Pellarin, T., A. Ali, F. Chopin, I. Jobard, J.-C. Bergès, 2008b : Using spaceborne surface soil moisture to constrain satellite precipitation estimates over West Africa. *Geophysical Research Letters*, Volume: 35 Article Number: L02813

Redelsperger, J.-L., C. Thorncroft, A. Diedhiou, T. Lebel, D. Parker, J. Polcher. African Monsoon, Multidisciplinary Analysis (AMMA): An International Research Project and Field Campaign. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 87 , N 12 , 1739-1746 , 2006.

Janicot S., A. Ali, N. Asencio, G. Berry, O. Bock, B. Bourles, G. Caniaux, F. Chauvin, A. Deme, L. Kergoat, J.-P. Lafore, C. Lavaysse, T. Lebel, B. Marticorena, F. Mounier, J.-L. Redelsperger, C. Reeves, R. Roca, P.

de Rosnay, B. Sultan, C. Thorncroft, M. Tomasini, and ACMAD forecasters team, "Large-scale overview of the summer monsoon over West and Central Africa during AMMA field experiment in 2006", *Annale Geophysica*, under review, 2008.

Wigneron J-P, Y. Kerr, P. Waldteufel, K. Saleh, M.-J. Escorihuela, P. Richaume, P. Ferrazzoli, P. de Rosnay, R. Gurney, J.-C. Calvet, M. Guglielmetti, B. Hornbuckle, C. Mätzler, T. Pellarin, M. Schwank, L-band Microwave Emission of the Biosphere (L-MEB) Model: description and calibration against experimental data sets over crop fields, *Remote Sens. Env.* 107 (2007) 639655, 2007.

Wigneron J.-P., A. Chanzy, P. de Rosnay, C. Rüdiger, J.-C. Calvet, "Estimating the effective soil temperature at L-band as a function of soil properties", *IEEE TGRS SMOS Special issue*, Vol 43(6), 2008.

Zribi M, Saux-Picart S, Andre C, Descroix L, Otle C, Kallel A. "Soil moisture mapping based on ASAR/ENVISAT radar data over a Sahelian region", *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 28 (16), 3547-3565, 2007.

M. Zribi, C. André, B. Decharme. "A method for soil moisture estimation in Western Africa based on ERS Scatter meter", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46, 2, 438-448, 2008.

3.3. CALENDRIER DU PROJET¹

Le calendrier a été réactualisé dans la proposition 2008 pour tenir compte du report du lancement de SMOS de septembre 2007 à fin 2008. Les années 2009-2010 seront fondamentales pour la validation de données SMOS, pour ce qui concerne à la fois l'évaluation de produits d'humidité de sol et l'inter- comparaison entre les températures de brillance par SMOS et celles simulées par les modèles couplés comme ALMIP-LMEB.

2005-2007:

- Déploiement instrumental du réseau d'humidité du sol en Afrique de l'ouest dans le cadre d'AMMA, financé par l'API, en lien avec les activités du Système d'Observation CATCH-AMMA.
- Campagnes spécifiques de mesures de transects et analyse des caractéristiques spatiales de l'humidité du sol et des propriétés d'échelle locale à kilométriques de l'humidité de surface. Application à la télédétection micro-onde active de l'humidité du sol (Baup et al 2007).
- Etudes des stabilités spatiale et temporelle de l'humidité du sol en zone sahélienne au Mali. Evaluation des données AMSR de température de brillance et des produits humidité du sol.
- Simulation haute résolution des températures de brillance en Bande C sur le Niger et

¹ Rappeler le calendrier d'origine. Indiquer ses évolutions éventuelles et leurs causes. Indiquer les prochaines échéances.

évaluation des températures de brillance AMSR. Influence de la variabilité spatiale des précipitations sur le signal AMSR.

2008:

- Inter-évaluation de produits d'humidité du sol sur le Gourma: comparaison multicapteurs passifs et actifs: AMSR, ERS-SCAT, ENVISAT/ASAR, Quicksat, TRMM.
- Inter-évaluation des données AMSR en bande C et des températures de brillances simulées à partir des humidités du sol ALMIP et du modèle C-Meb.
- Lancement de SMOS. Evaluation des données SMOS en conditions sèches sur les sites du Niger et du Mali.

2009:

- La première mousson après le lancement de SMOS permettra de considérer toute la diversité des conditions d'humidité du sol en Afrique de l'Ouest, de la zone soudanienne au Sahel, ainsi que leur variabilité temporelle.
- Des missions terrain seront nécessaires sur les sites de Gourma pour effectuer des mesures de transects du km à 50km, afin de confirmer les propriétés d'échelle de l'humidité du sol lors des passages de SMOS.
- Les méthodes développées et testées avec les algorithmes en bande C et validées avec AMSR seront appliquées à SMOS pour évaluer la qualité des produits d'humidité du sol (niveau 2).
- Les outils de modélisations et exercices d'inter comparaison de modèles (ALMIP) seront exploités en mode couplé avec le modèle d'émission micro-onde L-MEB afin d'intercomparer les températures de brillances simulées et observées par SMOS.
- Des cartes d'humidité du sol à haute résolution et des températures de brillance associées basées sur le réseau de pluviographes de la région de Niamey seront confrontées aux inversions d'humidité du sol de SMOS et aux températures de brillances brutes.

2010:

- La deuxième année après le lancement de SMOS permettra de valider/confirmer les résultats de la validation de produits humidité du sol effectuée en 2009 et de tester et éventuellement améliorer les méthodes d'inversion
- En fonction de résultats de l'inter-comparaison des températures de brillance simulées et observées par SMOS les outils de modélisation (modèles de surface et modèles d'émission micro-onde) seront développés et implémentés d'avantage.
- L'assimilation des produits SMOS dans les modèles de transfert sol-végétation-atmosphère sera abordée pour pouvoir accéder à l'humidité racinaire
- Une réunion SMOS-AMMA cal-val sera organisée à Toulouse, pour un bilan/perspectives des activités de validation SMOS en liens avec les vols avion CAROLS prévus pour 2011.

4. FICHES EXCEL À COMPLÉTER

La fiche de renseignements au format excel comprend 4 onglets. Elle doit porter le même nom de fichier que le document word correspondant approuvé par le Directeur du laboratoire proposant.

4.1. ONGLET PUBLICATIONS

Pour les projets engagés, donner la liste des publications parues dans des **revues à comité de lecture entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre 2007 dans le cadre des travaux effectués** avec le support du CNES. Tous les auteurs doivent être cités, ajouter autant de colonnes que nécessaires à droite du tableau avec le nom de chaque auteur, suivi de l'initiale de son prénom, son affiliation et le pays de son affiliation.

4.2. ONGLET PROGRAMME DES TRAVAUX POUR 2009

Le programme des travaux prévus en 2009 comportera la justification du budget correspondant demandé au CNES en € H.T. 2008 :

- achat d'équipement/matériels inventoriables
- études et réalisations, matériels non inventoriables
- missions
- personnel vacataire et stagiaires

La demande devra notamment préciser les besoins en matière informatique (acquisition ou rénovation de matériels, réalisation de logiciels, traitement de données, archivage, etc.), en précisant la part affectée au laboratoire, la sous-traitance et le support technique et financier demandé au CNES (N.B. : dans le cas des Sciences de la Planète Terre, les demandes de ce type relèvent, sauf exception, des commissions spécialisées : Océan, Atmosphère ou Sciences de la Terre de l'INSU). Elle devra également inclure les besoins en essais (à INTESPACE ou ailleurs) et leur évaluation financière.

4.3. ONGLET FICHE DE POSTE EN CAS DE DEMANDE DE CDD

Les demandes de CDD (nouveaux contrats ou renouvellements) devront figurer de façon argumentée (compétence manquante, remplacement momentané d'un départ...).

4.4. ONGLET ECHEANCIER BUDGETAIRE PREVISIONNEL (EN € H.T. 2008)

Pour les propositions nouvelles, établir l'échéancier prévisionnel depuis le **début de l'expérience jusqu'à son achèvement**, en établissant une esquisse du programme des travaux au-delà de 2008. Pour les propositions engagées, l'échéancier budgétaire prévisionnel doit être **actualisé chaque année**, en expliquant et justifiant les évolutions importantes et en indiquant les budgets effectivement attribués en 2008 et ≤ 2007. Expliquer, le cas échéant, les évolutions notables par rapport au budget prévisionnel présenté l'année dernière.

L'onglet "échéancier budgétaire prévisionnel" doit être conforme avec l'onglet "programme des travaux 2009" et avec l'onglet "demande de CDD 2009".

Indiquer les sources de financement autres que le CNES dont a bénéficié ou pourra bénéficier le projet (sensées couvrir des activités autres que celles financées par le CNES), en particulier : programmes nationaux, ANR, ESA, 6^{ème} ou 7^{ème} PCRD.

N'indiquer le montant dans le tableau que s'il est acquis. Préciser ci-dessous le statut du cofinancement : demandé, acquis... etc ainsi que ce qu'il recouvre dans le projet :

- Origine du financement
- Préciser s'il s'agit de dotations ordinaires (Enseignement Supérieur, CNRS, CEA, INSERM, autres établissements publics à préciser)
- Préciser si des ressources contractuelles d'origine publique ou privée sont prévues
- Autres (à préciser).

Préciser également ci-dessous les **noms et les catégories des personnels techniques** participant à l'expérience.