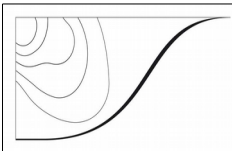


**Programme de recherche hors CNRM :
versions finales des fiches 2016, éléments de bilan 2015**

CNRM/DSAT/SAS, février 2016



Programme Recherche 2016 hors CNRM

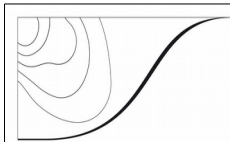
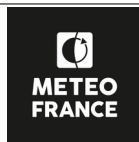
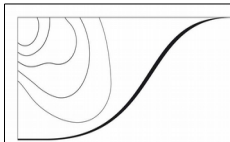
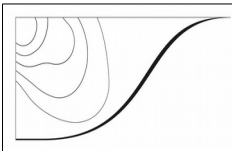


Table des matières

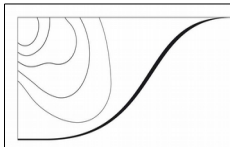
| | |
|---|-----------|
| Introduction..... | 5 |
| Un aperçu du programme de recherche hors CNRM pour l'année 2016..... | 6 |
| Quelques chiffres..... | 8 |
| Tableau récapitulatif des financements demandés et accordés..... | 10 |
| Notes..... | 11 |
| DIROP : Études menées au CMS..... | 12 |
| Contribution au SAF Nowcasting..... | 13 |
| Contribution au SAF Numerical Weather Prediction..... | 17 |
| Contribution au SAF Océan & Glace de Mer et projets associés..... | 21 |
| DCSC : Études menées à la DCSC..... | 27 |
| Constitution de longues séries de référence pour l'étude du climat..... | 28 |
| Prévisibilité et descente d'échelle sur l'Europe de la prévision saisonnière..... | 33 |
| Préparation de Services Climatiques pour le domaine de la ressource en eau..... | 35 |
| Évaluation de l'impact du remplacement du code ISBA par SURFEX pour la production hydrométéorologique..... | 38 |
| Méthodes de spatialisation - Évolution AURELHY..... | 41 |
| DIROP : Études menées à DOP..... | 46 |
| CALibration Résolument Très Orientée Non-paramétrique..... | 47 |
| SPATialisation du VENT A Partir D'Adaptations Statistiques Super Innovantes..... | 49 |
| DIROP : Études menées à MAR..... | 54 |
| Amélioration du système opérationnel de prévision de dérives à Météo France..... | 55 |
| Amélioration du système opérationnel de prévision de surcotes à Météo France..... | 59 |
| Amélioration du système opérationnel de prévision de vagues à Météo France..... | 63 |
| DSM : Études menées à la DSM..... | 69 |
| Évolution de la chaîne de production feux de forêt pour les indices de propagation..... | 70 |
| Scénarios 200 ans climat constant (2010 et 2050)..... | 73 |
| Modélisation des états de surface de chaussées..... | 75 |
| ACCLIMAT - Intégration des forçages issus des simulations du changement climatique..... | 79 |
| Modèles Accident -Dispersion atmosphérique : PERLE, MOCAGE « Accident » et autres produits / applications..... | 82 |
| MOCAGE-Qualité de l'Air..... | 87 |
| Préparation de services climatiques pour l'énergie..... | 91 |
| Études menées à la DIRAG..... | 94 |
| Régionalisation du changement climatique aux Antilles-Guyane : évolution de la température et des précipitations..... | 95 |
| Étude des phénomènes de méso-échelle à la DIRAG..... | 98 |
| Estimation des précipitations aux Antilles Guyane..... | 101 |
| Étude de l'état de la mer aux Antilles Guyane (surcote et houle cyclonique)..... | 104 |



| | |
|--|------------|
| Études menées à la DIROI (incluant la CRC)..... | 108 |
| Fiche Programme 2016 de L'équipe CYCLONES du LACy..... | 109 |
| Changement climatique, prévision saisonnière..... | 118 |
| Projet ANR SPICy..... | 121 |
| DSO: Études menées au CMR..... | 125 |
| Champs 2D issus de 3D haute résolution (5 minutes - 1 km ²)..... | 126 |
| Polarimétrie en bande S, C et X..... | 129 |
| Filtrage en triple PRT..... | 133 |
| Caractérisation des incertitudes de la Lame d'eau..... | 136 |
| Réfractivité pour la prévision numérique..... | 139 |
| DSO: Études menées à DOA..... | 142 |
| Lidars aérosols..... | 143 |
| Campagne Cisaillement 2016..... | 148 |
| DSO: Étude menée à MSO..... | 159 |
| Fiche de synthèse..... | 160 |
| Évolution du produit composite CERVUS..... | 162 |



Introduction



Un aperçu du programme de recherche hors CNRM pour l'année 2016

Les activités de recherche envisagées pour 2016 dans les autres services que le CNRM correspondent à un effort de plus de 53 « équivalent temps plein », hors renforts de personnels du CNRS ou universitaires, réparti sur une quinzaine d'équipes.

Les trois nouveaux services centraux, Direction des Services Météorologiques (DSM), Direction des Opérations pour la Prévision (DirOP) et Direction de la Climatologie et des Services Climatiques (DCSC) prennent en charge plus de 60 % de l'effort de recherche. Vient ensuite l'ensemble des Directions Inter-Régionales, et cette année entièrement représenté par l'outre-mer, Antilles-Guyane et Réunion, puis, à un niveau en dessous, la Direction des Systèmes d'Observation (DSO).

Par rapport à 2015, cela correspond à une réduction d'environ 4% de l'activité, cependant moins marquée que l'année précédente. En revanche le nombre de fiches programme passe de 50 à 35. Cette diminution concerne toutes les directions.

Les contributions des différentes équipes sont très hétérogènes, tant au niveau des thèmes abordés que du poids des activités de recherche ou de valorisation, et certains objectifs sont partagés par plusieurs services. Pour prendre en compte ceci, le programme est présenté par thèmes de recherche, en se rapprochant de la classification de référence en 12 axes.

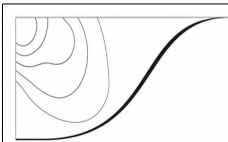
Les actions visant à l'amélioration de la prévision de l'état de l'atmosphère, des études de processus à l'amélioration des modèles, outils et méthodes, et à la valorisation de ceux-ci, à toutes les échelles (axes thématiques 1 à 4), représentent la part la plus élevée, presque un quart de l'effort de recherche hors CNRM. Les travaux de recherche correspondants sont menés principalement par l'équipe Cyclones du LACy, avec des contributions significatives du bureau d'étude de la Réunion et de la DIROP. Ils incluent deux grands volets :

- la connaissance et la prévision des cyclones et des risques associés (pluies, surcotes et crues) en couvrant tous les aspects : compréhension des mécanismes de formation et d'intensification (impact des échanges avec l'océan, de l'environnement atmosphérique de grande échelle, des processus microphysiques), modélisation, avec notamment des travaux d'amélioration des schémas microphysiques et leur couplage à une paramétrisation de l'activité électrique, assimilation de données notamment radars sols et aéroportés, mise au point d'un système de prévision d'ensemble adapté au forçage de modèles de niveau d'eau à échelle fine (exploitation de Meso-NH en mode bogusing), travaux autour des modèles Arome ultramarins et études de cas;
- l'exploitation des sorties des modèles de prévision numérique du temps : poursuite des travaux sur la calibration des prévisions d'ensemble, la rénovation des adaptations statistiques (AS) avec évaluation de nouvelles techniques, méthode de combinaison d'AS probabilistes, méthode de reconstruction de la dépendance spatiale et avec une exploitation de nature probabiliste des résultats...

Les travaux relatifs à l'observation, principalement par télédétection, depuis les satellites ou le sol (axe thématique 12) viennent juste après, avec un effort du même ordre de grandeur.

Les travaux de recherche sur l'exploitation des données satellites sont menés principalement au Centre de Météorologie Spatiale, impliqué dans 3 SAF (Satellite Application Facility) d'Eumetsat. Dans le cadre du SAF OSI (océan et glace de mer), le travail de fond d'amélioration des méthodes de restitution de la température de surface de la mer est poursuivi, avec des études comparatives en s'appuyant sur la campagne HYMEX. Pour le SAF NWP (prévision numérique du temps), les actions d'amélioration des logiciels RTTOV se poursuivent avec notamment la validation des épaisseurs optiques des aérosols de RTTOV avec un lidar spatial et les travaux sur la restitution des propriétés optiques et microphysiques des nuages. Les travaux de recherche en liaison avec le SAF NWC (prévision immédiate) se poursuivent avec la préparation des produits nuageux issus de MTG et des satellites de nouvelle génération, l'amélioration de l'identification des cirrus, de la phase des nuages et l'estimation de la hauteur des nuages près de la tropopause.

Le traitement des données radar, à la DSO bénéficie également d'un investissement important. Les travaux engagés sur l'exploitation des données polarimétriques, la restitution de champs à très hautes résolutions horizontale et temporelle, pour la prévision immédiate, la détection et le filtrage des échos fixes ou l'exploitation des données de réflectivité sont poursuivies. La DSO veut mieux caractériser l'incertitude sur



les lames d'eau et déterminer les meilleurs algorithmes nécessaires à une chaîne de traitement des données de lidars aérosols qui vont être déployés en 2016. Une nouvelle étude doit commencer sur la détection des cisaillements de vent sur le site de Clermont-Ferrand.

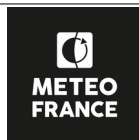
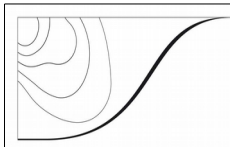
La recherche consacrée à la prévision marine (axe thématique 8) reste stable et dépasse 10% de l'effort total. Elle relève principalement de DIROP/MAR, qui soutient et coordonne les études réalisées outre-mer, en particulier sur le risque de houle et de surcote cyclonique aux Antilles-Guyane. Le développement des modèles d'état de la mer et de niveau d'eau et leur couplage, pour une meilleure prévision des risques à la côte se poursuit dans le cadre de la phase II du projet HOMONIM, avec pour objectifs la mise au point de configurations de résolutions allant de 1km à 200/500 m sur le littoral français, la mise en opérationnel d'une nouvelle configuration Océan Indien du modèle de surcotes Hycom2D et l'enrichissement des prévisions d'ensemble. Des travaux de recherche sont menés pour permettre l'assimilation dans les modèles de vagues des nouvelles données satellitaires SAR (Radar à Ouverture Synthétique). Les actions en prévision des dérives visent l'amélioration de la représentation des nappes et des courants océaniques.

Les études relatives au climat et au changement climatique (axe thématique 5) continuent de mobiliser fortement les équipes de la DCSC, de la DSM et les bureaux d'études ultramarins, avec un effort global en baisse mais qui représente encore plus de 8% de l'activité. Une partie des actions porte sur la caractérisation du climat passé ou présent, avec la construction des longues séries de données, notamment la production de séries quotidiennes pour l'étude des extrêmes. Le volet « changement climatique » est porté d'une part par la suite des études de régionalisation, développement de méthodes de descente d'échelle et exploitation des dernières simulations climatiques, menées outre-mer (Antilles, Guyane, Réunion), de l'autre par deux actions de la DSM: la suite des travaux de création d'une plateforme de simulation de la ville et du climat urbain avec intégration de forçages climatiques via DRIAS et l'exploitation de simulations « à climat stationnaire » aux horizons 2010 et 2050.

Viennent après les travaux de recherche sur la qualité de l'air et le transport de polluants atmosphériques (axe thématique 9), menés à la DSM, qui va contribuer au passage opérationnel des augmentations de résolution pour les différents modèles de dispersion, à grande et petite échelle, et de la prise en compte des aérosols organiques dans les modèles de qualité de l'air. Des prototypes de prévisions d'ensemble de modèles de dispersion doivent être aussi construits et évalués.

Un effort moins important est consacré :

- à la prévision saisonnière (axe thématique 6), en central et à la Réunion sur plusieurs aspects : gestion des ressources en eau, descente d'échelle des simulations, en explorant notamment des approches par régimes de temps;
- à l'ensemble des études relatives aux surfaces continentales, incluant :
 - i)* l'hydro-météorologie, avec les études liées au passage opérationnel d'un schéma de surface plus détaillé, la suite des travaux sur l'exploitation des données satellite de précipitations sur la Guyane et des travaux sur le stress hydrique de la forêt guyanaise...
 - ii)* l'amélioration des applications de météorologie routière, avec en particulier l'exploration de l'apport de données mesurées à bord de « véhicules connectés ».
 - iii)* la continuité de l'action de recherche sur la prévision probabiliste des risques de propagation de feux de forêt avec notamment une approche ensembliste d'états du combustible et du vent.



Quelques chiffres

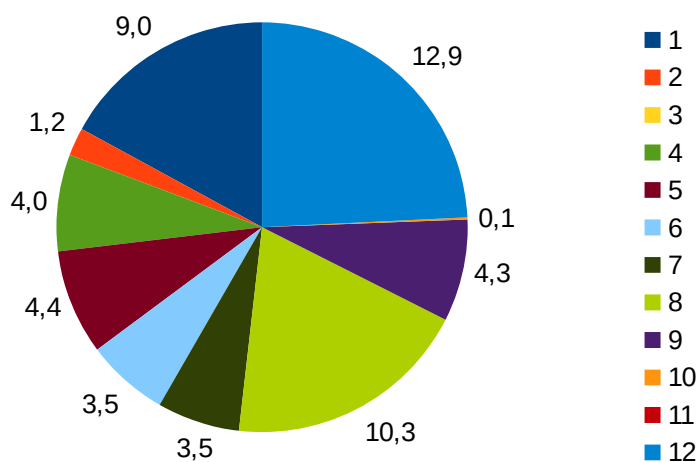
Note : Les chiffres fournis ici ne prennent pas en compte la contribution des personnels CNRS ou universitaires, ni les stages étudiants.

Répartition de l'effort de recherche 2016 par thème

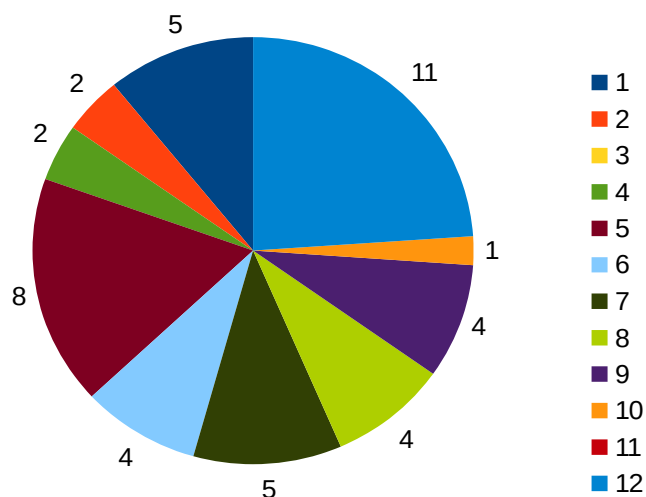
Liste des thèmes retenus :

- 1 : étude des cyclogenèses (et cyclones), prévisibilité (dont prévision d'ensemble)
- 2 : étude des phénomènes de méso-échelle
- 3 : prévision d'échelle synoptique
- 4 : prévision à méso-échelle
- 5 : étude du climat et du changement climatique
- 6 : prévision saisonnière et mensuelle
- 7 : hydrométéorologie et agrométéorologie
- 8 : océanographie (modélisation et instrumentation)
- 9 : environnement atmosphérique et météorologie urbaine
- 10 : étude du manteau neigeux et avalanches
- 11 : instrumentation aéroportée
- 12 : instrumentation in situ et télédétection (y compris spatiale)

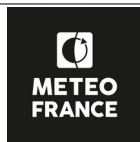
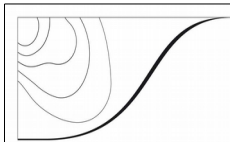
Répartition des activités de recherche 2016



Effort par thème en 2016
(permanents MF et CDD,
en p×an)

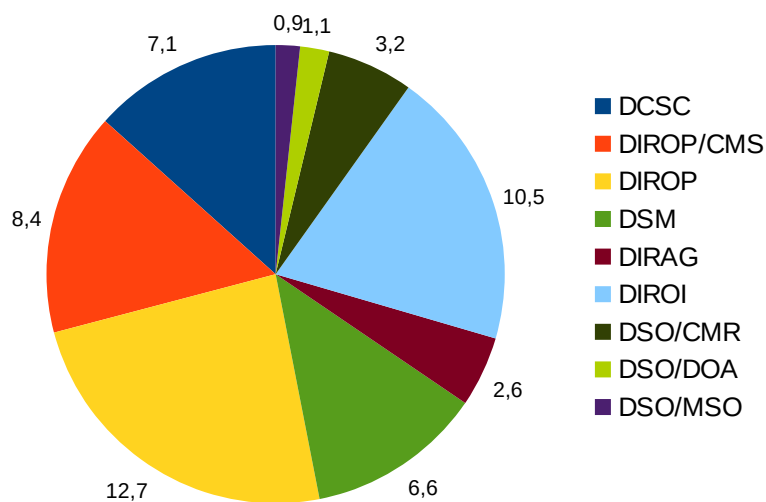


Nombre de fiches par thème
(30% de fiches avec 2 thèmes)

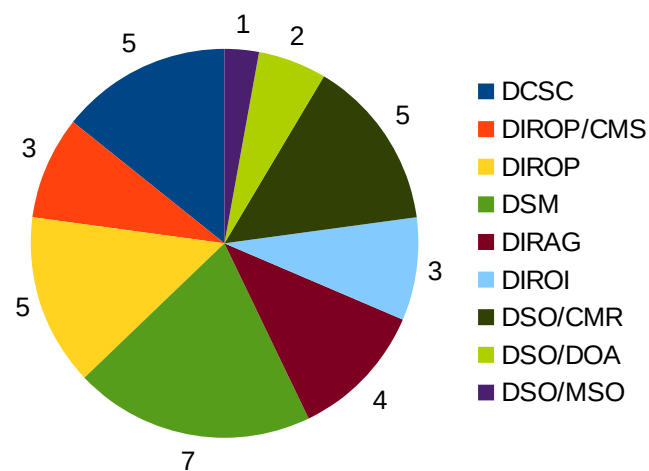


Répartition de l'effort 2016 par service

Quelques diagrammes



Effort 2016, par service
(permanents MF et CDD, en p x an)



Nombre de fiches, par service

Table récapitulative

| | Nombre de fiches | Effort, personnel permanent P x an | Effort, personnel non permanent P x an | Effort, total p x an | Part des CDD | Part des projets (nombre d'actions) | Part des projets (effort) |
|-------|------------------|------------------------------------|--|----------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------|
| DIROP | 8 | 17,1 | 4,0 | 21,1 | 19% | 13% | 9% |
| DSM | 7 | 6,1 | 0,5 | 6,6 | 8% | 29% | 11% |
| DCSC | 5 | 4,4 | 2,7 | 7,1 | 38% | 0% | 0% |
| DSR | 7 | 7,6 | 5,5 | 13,1 | 42% | 57% | 22% |
| DSO | 8 | 4,0 | 1,3 | 5,3 | 25% | 38% | 10% |
| total | 35 | 39,2 | 14,0 | 53,2 | 26% | 29% | 11% |

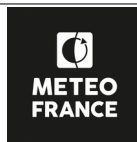
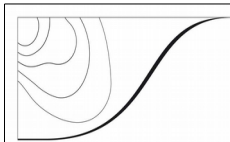


Tableau récapitulatif des financements demandés et accordés

| Services | FP | IF demandé | FF demandé | Missions demandé | Total 2016 | | Total 2015 | |
|------------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | demandé | alloué | demandé | alloué |
| DIROP/CMS | 3 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| DCSC/AVH | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| DCSC/POC | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 1,0 |
| DCSC/DEC | 2 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 4,5 | 3,0 | 3,5 | 1,5 |
| DCSC/D | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DCSC | 5 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 4,5 | 3,0 | 6,5 | 3,5 |
| DSM/AGRO | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSM/ECGC ¹ | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSM/ECD ² | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSM/ENV ³ | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSM | 7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DIROP/PI | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DIROP/DOP | 2 | 0,0 | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 3,0 | 3,0 |
| DIROP/MAR | 3 | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 10,0 | 4,0 | 10,0 | 5,0 |
| DIROP/AERO | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DIROP/LABO | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DIROP | 5 | 0,0 | 0,5 | 11,5 | 12,0 | 5,5 | 13,0 | 8,0 |
| total « ancienne DP » | 20 | 0,0 | 0,5 | 18,0 | 18,5 | 10,5 | 21,5 | 13,5 |
| DIRO | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DIRAG | 4 | 0,0 | 1,5 | 4,0 | 5,5 | 3,0 | 7,0 | 3,0 |
| DIRNC | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DIROI/hors CRC | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| autres DIR | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| total DIRs | 6 | 0,0 | 1,5 | 4,0 | 5,5 | 3,0 | 7,0 | 3,0 |
| DIROI/CRC⁴ | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSO/CEP | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSO/DOA ⁵ | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSO/Innovation | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 2,0 |
| DSO/MSO | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| DSO/CMR | 5 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 4,5 | 3,0 | 6,0 | 5,0 |
| total DT (DSO) | 8 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 4,5 | 3,0 | 10,0 | 7,0 |
| TOTAL | 35 | 0,0 | 2,0 | 26,5 | 28,5 | 16,5 | 38,5 | 23,5 |

IF : investissement (achat d'équipements informatiques); FF : fonctionnement hors missions; unité : k€

Notes : la correspondance nouvelles entités et anciennes est tentée sur une même ligne sauf 2

1 : Demande soutiens des équipes CNRM

2 : Ancienne équipe GCRI deDP/Prévi

3 : Demande soutiens des équipes CNRM

4 : Pour DIROI/CRC, une bourse de thèse Météo-France sera demandée en 2016

5 : Demande soutiens des équipes CNRM et missions personnel GMEI si besoin

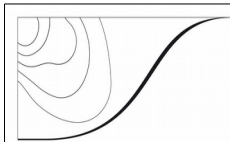
Quelques explications de CNRM/DA lors de l'arbitrage en 2015:

Un effort important est demandé sur la diminution des missions et globalement sur le budget fonctionnement,

la direction du CNRM a appliqué cette recommandation en interne et l'applique donc aussi aux autres services de M-F.

Les inscriptions en thèse sont prises en charge directement par le CNRM.

Les frais de publication sont pris en charge directement par le CNRM, fournir coût estimatif et avant facture.

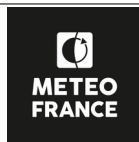
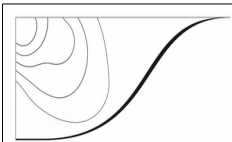


Notes

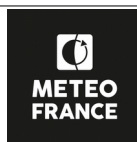
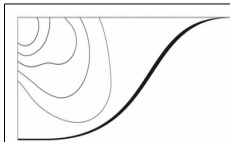
Dans les documents qui suivent, l'effort est compté en personnes×mois, avec la règle $1 \text{ p} \times \text{an} = 11 \text{ p} \times \text{mois}$ et arrondi au $\frac{1}{2} \text{ p} \times \text{mois}$ le plus proche.

Le bilan sur 2015 date d'août 2015, et est donc incomplet, pour certaines fiches.

L'ordre de présentations des fiches programmes, pour cette année 2016 est calqué au mieux sur celui de 2015, or l'année écoulée a vu de nombreuses restructurations à la DP et l'apparition de DCSC (anciennement DCLIM) et créations de DIROP et de la DSM au lieu de DPREVI et SERV ...



DIROP : Études menées au CMS



Contribution au SAF Nowcasting

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Contribution au SAF Nowcasting
- Surnom : SAFNOWCASTING

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : CMS

Personnes menant l'étude

- Responsable : Hervé Le Gléau
- Courriel du responsable : herve.legleau@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Kerdraon Gaëlle, Raoul Marie-Paule

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : Contribution au SAF Nowcasting

Thèmes de R&D associés

- Thème principal : 12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire : 0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

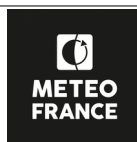
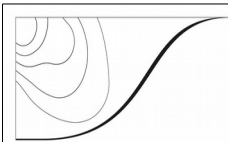
État des lieux

État d'avancement

Le CMS est engagé depuis 1997 dans le SAF -Nowcasting- (dénommé SAFNWC). Notre participation consiste à développer et maintenir un logiciel (exportable) qui permet d'extraire à partir de l'imagerie SEVIRI du satellite géostationnaire MSG les paramètres nuageux suivants : un masque de nuage (qui permet de calculer d'autres paramètres dans les zones claires), le type du nuage, et également la hauteur et la température de son sommet. Ces produits nuageux sont disponibles en opérationnel depuis 2004 à partir des trois satellites MSG1, MSG2 et MSG3 ainsi que des satellites GOES-ouest, GOES-Est et MTSAT-2 et sont depuis cette date régulièrement améliorés et validés.

Un atelier utilisateur SAFNWC s'est tenu à Madrid en Avril 2010. Ses conclusions ont permis de définir notre contribution à la quatrième phase (CDOP2 (2012-2017)) qui inclut des améliorations algorithmiques ciblées, la mise au point d'un nouveau produit « microphysique nuageuse » et surtout la refonte du logiciel et des procédures de validation (planifiée pour 2015) pour permettre le traitement de divers satellites météorologiques géostationnaires dont MTG (successeur de MSG).

Un atelier utilisateur SAFNWC s'est récemment tenu à Madrid en Février 2015. Ses conclusions ont permis de définir notre contribution à la cinquième phase (CDOP3 (2017-2022)) qui inclut des améliorations algorithmiques liées à la nouvelle génération de satellites (MTG, GOES-R, Himawari08) avec leurs nouvelles bandes spectrales et une meilleure résolution spatiale, ainsi que le développement d'une



identification des nuages stratiformes et cumuliformes. Cette fiche programme 2016 anticipe ces nouvelles exigences.

La première version validée (v1.2) du logiciel SAFNWC/MSG (permettant d'extraire 12 produits de l'imagerie SEVIRI de MSG) est disponible depuis Juin 2005 aux utilisateurs dans les pays membres d'Eumetsat. Notre participation a consisté à développer les modules logiciels permettant de détecter, classifier les nuages et d'en estimer la hauteur.

Les cartes de types et hauteurs de nuages couvrant le plein disque MSG sont actuellement élaborées en routine à partir de l'imagerie SEVIRI de MSG1, MSG2 ou MSG3 reçue au CMS. Ces produits nuageux sont utilisés opérationnellement à Météo-France :

- par les prévisionnistes de DPREVI et en régions : visualisation sur SYNERGIE et SYNOPSIS
- par les prévisionnistes en CDM : visualisation sur le PIC
- par les modèles AROME et ALADIN: utilisation des classifications nuageuses pour aider l'assimilation des radiances vapeur d'eau SEVIRI dans les zones dépourvues de nuages et au dessus des nuages bas.
- pour alimenter la base SYMPOSIUM
- pour l'élaboration du produit pluie/non pluie servant à corriger la lame d'eau Panthère
- pour documenter l'extension verticale des nuages dans les objets OPIC-Radars qui alimentent la BDPI et SYNERGIE
- par DSO/MSO/PPC pour alimenter les produits de fusion de données : CERVUS (visibilités), CARIBOU (brouillard), VISON (neige), CAPRICORNE (couverture nuageuse) et ANTILOPE

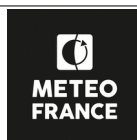
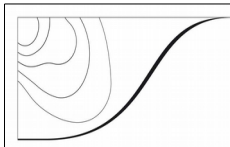
et servent également en support à des activités de recherche/développement

- par DPREVI/PI pour les produits RDT disponibles sur différents territoires : les produits nuages sont utilisés dans l'algorithme de détection/discrimination des cellules et permettent de décrire l'objet RDT.
- Par DPREVI/PI pour enrichir ASPOC-3D avec la tendance de la hauteur des nuages obtenue par satellite.
- par le CNRM/GMME et GMAP : étude de l'utilité des classifications nuageuses pour aider l'assimilation des structures nuageuses par le modèle ALADIN/AROME.
- Par DPREVI/COMPAS et DP/SERV/BEC: étude d'adaptation statistique pour évaluer la couverture nuageuse. DP/SERV a entrepris une analyse globale de nébulosité et la BDAP est maintenant alimentée avec un nouveau produit (ANS) destiné à différents clients (projet CNES, Spot/pleiade). L'analyse de nébulosité a été également valorisée par DPREVI/COMPAS comme vérité terrain pour la mise en œuvre d'adaptations statistiques.

Les modules nuageux, implantés dans le logiciel SAFNWC sont également utilisés par de nombreux services météorologiques de pays membres d'Eumetsat ainsi que par quatre SAFs (SAFO&SI, SAF Climate, SAF Land, SAF Hydro) et la CAF (Central Application Facility) d'Eumetsat. A noter également que les produits nuageux sont utilisés en interne dans le logiciel SAFNWC, par exemple par le RDT développé par Météo-France (DP/PI).

Après une phase de validation de la version v1.2 et de consultation des utilisateurs en 2005, nos activités algorithmiques ont repris en 2006 pour répondre aux nouvelles demandes exprimées. Les améliorations listées ci-dessous ont été implantées après validation (documentation scientifique et rapport de validation disponibles en anglais (disponibles sur le site du SAFNWC, les dernières versions sont citées dans la rubrique Publication/autres)):

- l'amélioration de la détection des nuages bas en pénombre grâce à l'utilisation conjointe d'une analyse temporelle et d'une méthode d'extension spatiale (Derrien M. and Le Gleau H., 2010, Improvement of cloud detection near sunrise and sunset by temporal-differencing and region-growing techniques with real-time SEVIRI. International Journal of Remote Sensing, 31, pp1765-1780).
- l'amélioration de l'identification des nuages de sable sur mer (jour et nuit).
- l'amélioration de la restitution de la hauteur des nuages, en particulier la suppression de l'aspect boîte pour les cirrus et amélioration en cas d'inversion thermique.
- l'identification de la phase des nuages
- l'amélioration de la classification des nuages bas en présence d'inversion thermique



-l'utilisation du visible haute résolution (HRV) pour l'amélioration de la détection des cumulus et brouillard de vallée

-la réduction de la confusion de la neige au sol avec des nuages en condition nocturne.

Avancées récentes :

Depuis 2015, le CMS utilise le logiciel du SAFNWC pour une production nuageuse MSG, MTSAT, GOES-E et GOES-W. Un rapport scientifique interne relatif à la vérification des produits nuageux MTSAT et GOES est disponible (voir rubrique publication/notes internes). Le suivi du masque nuageux issus de MSG, MTSAT, GOES-E et bientôt GOES-W est effectué en routine par PROD/PS.

D'autre part, des activités de développement ont été effectuées depuis plusieurs années pour une implantation prévue à partir de début 2016 (rapports SAFNWC listés dans la rubrique Publication/autres):

-amélioration de la détection des nuages en utilisant RTTOV en ligne. Un rapport scientifique intermédiaire est disponible.

-développement d'un modèle de transfert radiatif en condition nuageuse, à la base de la restitution de la micro-physique nuageuse. Un rapport scientifique intermédiaire est disponible.

-extension de la validation sur le disque complet.

Une étude préalable de l'intérêt des nouveaux canaux prévus sur l'imageur de MTG (Meteosat Troisième Génération) pour l'analyse de la couverture nuageuse a été menée en 2012, donnant lieu à un rapport scientifique. Ces travaux sont repris depuis 2015.

Suite à une demande spécifique de Météo-France, la séparation des nuages stratiformes et cumuliformes a fait l'objet d'une étude qui s'est concrétisée par la mise au point d'un prototype préliminaire et l'écriture d'un rapport d'avancement (cité dans la rubrique Publication/notes internes). Comme prévu, ce sujet, en stand-by depuis 2012, est repris dès 2016 dans le cadre du SAFNWC.

Publications

- Résumés longs d'interventions à des conférences :

G.Kerdraon, H.Le Gléau and M.P.Raoul, 2015, Combined use of 1.6 and 2.25 micrometer reflectances to improve the cloud phase retrieval in the NWCSAF/GEO cloud microphysics. Eumetsat users conference. Toulouse 21-25 September 2015.

- Notes internes :

Rapports interne CMS:

-Produits nuageux MTSAT 1R & 2 : rapport scientifique. 7 Mars 2012

-Produits nuageux GOES-Est et GOES-Ouest : rapport scientifique. 19 Septembre 2014

-Produits nuageux Himawari-08 : rapport scientifique. 17 Septembre 2015

Note d'avancement (interne):

-Scientific report on the identification of stratiform and cumuliform clouds in CT. 4 Novembre 2011.

- Autres :

Rapports SAFNWC:

-Scientific report on MTG cloud products preparation. SAF/NWC/CDOP/MFL/SCI/RP/07 v1.0. 30 Janvier 2012.

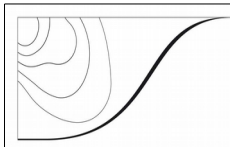
-Scientific report on use of RTTOV online to improve SEVIRI cloud detection. NWC/CDOP2/GEO/MFL/SCI/RP/02 v1.0. 3 Decembre 2012.

-Scientific report on SEVIRI cloud microphysics retrieval algorithms. NWC/CDOP2/GEO/MFL/SCI/RP/01 v1.0. 4 Juin 2015.

-Scientific report on improving the Cloud Product Processors of the NWC/GEO. NWC/CDOP2/GEO/MFL/SCI/RP/03 v1.0. 15 Juin 2015.

-Algorithm Theoretical Basis Document for the Cloud Product Processors of the NWC/GEO. NWC/CDOP2/GEO/MFL/SCI/ATBD/Cloud v1.0.1. 15 Juin 2015.

-Validation report of the Cloud Product Processors of the NWC/GEO. NWC/CDOP2/GEO/MFL/SCI/VR/01 v1.0. 15 Juin 2015.



Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 14 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Notre objectif prioritaire à partir de 2016 est la préparation des produits nuageux issus de MTG (première livraison en 2019 et seconde livraison en 2022) et des satellites de nouvelle génération (Himawari08, GOES-R and GOES-S), en commençant par l'exploitation des nouvelles bandes spectrales.

Les activités de développement scientifique planifiées en 2016 comprennent :

-L'amélioration de l'identification des cirrus, nuages fractionnés et neige au sol grâce à l'utilisation des canaux à 1.38micron et 2.25micron : prototypage avec VIIRS (imagerie embarquée sur le satellite NPP) ; simulation avec RTTOV et DISORT ; test (2.25micron) avec Himawari08 ; documentation scientifique.

-L'amélioration de l'identification de la phase des nuages grâce à l'utilisation du canal à 2.25micron : prototypage avec VIIRS (imagerie embarquée sur le satellite NPP) ; simulation avec RTTOV et DISORT ; test avec Himawari08 ; documentation scientifique.

-L'amélioration de l'estimation de la hauteur des nuages près de la tropopause : prototypage avec MSG ; documentation scientifique.

-Une synthèse des travaux effectués au CMS (2007-2011 ; en stand-by depuis cette date) sur l'identification des nuages stratiformes et cumuliformes.

Éléments de planification

Collaborations

- nationales : Laboratoire de Météorologie Dynamique, Pôle Icare
- internationales :

Consortium SAFNWC: Participation à l'équipe projet réunissant MF, l'AEMET, le ZAMG et le SMHI (services météorologiques espagnol, autrichien et suédois). Contact avec les utilisateurs des logiciels développés dans le cadre du SAFNWC ;

Consortium SAFCM (SAF Climat) ;

CREW (Cloud Retrieval Evaluation workshop).

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

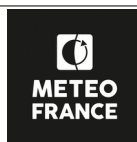
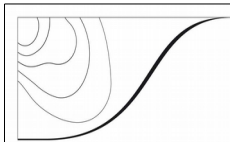
Thème principal : 14 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme



Contribution au SAF Numerical Weather Prediction

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Contribution au SAF Numerical Weather Prediction
- Surnom : SAFNWP

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : CMS

Personnes menant l'étude

- Responsable : Pascal Brunel
- Courriel du responsable : pascal.brunel@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Pascale Roquet, Jérôme Vidot

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : Contribution au SAF Numerical Weather Prediction

Thèmes de R&D associés

- Thème principal : 12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire : 0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

Extraire des produits innovants des radars et des satellites

État des lieux

État d'avancement

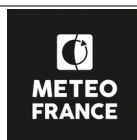
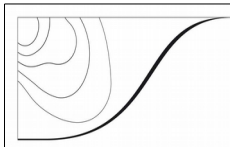
Transfert radiatif, RTTOV:

La majeure partie des objectifs du SAF NWP concernant RTTOV sont atteints. Les développements de l'interface graphique, la documentation, le modèle de BRDF des surfaces neigeuses et la production de coefficients sont nominaux. La préparation et la tenue des ateliers de transfert radiatif (Trattoria) du CNES a été un succès. Les tâches de validation des épaisseurs optiques des aérosols de RTTOV avec un lidar spatial n'ont pas encore débuté, l'inter-comparaison de codes rapides avec le LMD est en cours et l'introduction du SO₂ comme gaz variable de RTTOV sera étudiée en fin 2015.

La validation de la cartographie de l'imageur VIIRS dans le sondeur CrIS du satellite S-NPP est réalisée et a été présentée lors de conférences.

Le rapport sur la détection des aérosols est en cours. La méthode de détection du CEPMMT initialement prévue à partir de CrIS va être finalement appliquée à IASI par comparaison avec les méthodes du LMD, du LOA et de l'ULB.

Collaboration avec M. Dumont (CEN). Un produit de couverture neigeuse à résolution de VIIRS est développé et sera intégré à l'automne 2015 à la production du CMS vers Synopsys.



Organisation du troisième meeting EECLAT (Expecting Earth-Care, Learning from A-Train) les 19-21 janvier 2015 à Perros-Guirec par J. Vidot (plus de 40 participants).

Co-encadrements de thèse :

Étude de l'évolution temporelle des propriétés physiques et optiques des nuages précédant de fortes précipitations à l'aide de MSG/SEVIRI.

M. Patou est le doctorant retenu, il a débuté sa thèse en septembre 2014, il est encadré par le Professeur Jérôme Riedi du Laboratoire d'Optique Atmosphérique de Lille, et co-encadré par Jérôme Vidot.

Le deuxième sujet envisagé il y a un an (Impact radiatif des aérosols dans l'infrarouge thermique) avec le Dr. Nicolas Bellouin de l'Université de Reading (UK) n'a pas débuté faute de candidat compétent.

Hors SAF-NWP; Jérôme Vidot participe au -IASI Sounding Science Working Group- (ISSWG). Il contribue à la rédaction du IASI-NG Science Plan, et est chargé de la partie modélisation du transfert radiatif pour IASI-NG

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

Vidot, J., A. J. Baran, and P. Brunel (2015), A new ice cloud parameterization for infrared radiative transfer simulation of cloudy radiances: Evaluation and optimization with IIR observations and ice cloud profile retrieval products, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 120, doi:10.1002/2015JD023462

- Résumés longs d'interventions à des conférences :

Conf CSPP/IMAPP User's Group Meeting 2015 - Brunel, P. and P. Roquet VIIRS to CrIS mapping for Suomi NPP

Conf CSPP/IMAPP User's Group Meeting 2015 - Roquet P. Snow RGB composite for Suomi NPP VIIRS

- Posters :

Trattoria 2015 - P. Roquet RTTOV-GUI : une interface graphique pour RTTOV Trattoria 2015 - Vidot J. RTTOV : Description scientifique Trattoria 2015 - Vidot J. RTTOV : Description technique EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2014 - Vidot J., R. Armante, P. Brunel, J. Pernin and M. Ben Sassi A comparison between RTTOV-11 and 4A/OP-2012 using IASI observations in collocation with the LMD ARSA radiosoundings database

- Autres :

Communications, participations à des ateliers ou conférences

- 16ième meeting du SAF NWP Radiative Transfer Strategy le 28-29 avril 2015 au MetOffice(UK). Participants de DirOP/CMS : Pascal Roquet, Pascal Brunel et Jérôme Vidot

- 3ième atelier EECLAT (Expecting Earth-Care, Learning from A-Train) le 19-21 janvier 2015 à Perros-Guirec. Participant de DirOP/CMS : Jérôme Vidot

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

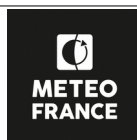
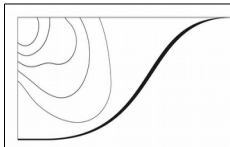
Thème principal : 18 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 11 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Transfert radiatif



Le travail de l'année 2016 va consister principalement à atteindre les objectifs du SAF NWP concernant RTTOV :

- * Validation des épaisseurs optiques de aérosols de RTTOV avec un lidar spatial ;
- * Tester/implémenter une ou plusieurs méthodes de streaming nuageux, voir ce qui est fait dans le modèles GCM. Collaboration avec A. Geer et R. Hogan de ECMWF ;
- * Poursuivre l'inter-comparaison de codes rapides, même sans les données du LMD. Action en coopération avec le LOA ;
- * Calculs raie par raie pour commencer l'introduction du SO2 comme gaz variable de RTTOV ;
- * Calculs raie par raie avec jeu de profils valides sur les années 1970 pour les instruments de cette époque et en particulier pour l'interféromètre IRIS (1970) ;
- * Continuer le développement de l'interface graphique de RTTOV.

Rapport sur la détection des aérosols à partir de CrIS seul (code de ECMWF) en comparant à MAIA (sur les données VIIRS).

Co-encadrements de thèse :

Thèse en cours de M. Patou.

Étude de l'évolution temporelle des propriétés physiques et optiques des nuages précédant de fortes précipitations à l'aide de MSG/SEVIRI. Encadré par le Professeur Jérôme Riedi du Laboratoire d'Optique Atmosphérique de Lille, et co-encadré par Jérôme Vidot.

Sujet de thèse envisagé:

Thématique du sujet: Impact radiatif des aérosols dans l'infrarouge thermique.

Thèse qui débiterait en septembre 2016, qui sera encadrée par le Dr. Nicolas Bellouin de l'Université de Reading (UK) et qui sera co-encadrée par Jérôme Vidot

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Pas de calendrier particulier, action sur l'année.

Collaborations

- internes :

CNRM/GMAP : J-F Mahfouf, N. Fourrié, V. Guidard, P. Marguinaud, L-F. Meunier, Javier ANDREY-ANDRES ;

CNRM/CEN : F. Karbou, M. Dumont.

- nationales :

LOA : P. Dubuisson, L. Labonnote, H. Herbin ;

LMD : R. Armante, C Crevoisier, V. Capelle ;

LA : B. Barret ;

LATMOS: C. Clerbaux, H. Brogniez .

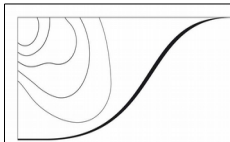
- internationales :

MetOffice : R. Saunders, J. Hocking, N. Atkinson, P. Rayer, D. Rundle, A. Baran ;

ECMWF Satellite data section : M. Matricardi, A.M. Nally, N. Borman, S. English, P. Poli, A. Geer, R. Hogan, J. Letertre-Danczak ;

Université Reading: N. Bellouin ;

USA U. Wisconsin CIMSS : E. Borbas, N. Smith .



Projets ou contrats associés

- Accord de coopération entre Météo-France et le Met Office pour -SAF Agreement on Numerical Weather Prediction (NWP) for the second 5-year Continuous Development and Operations Phase- NWP SAF CDOP-2 Agreement, starting in March 2012.
- 3 contributions soumises au TOSCA: TOSCA-IASI-NG (Cyril Crevoisier), TOSCA-IASI (Cathy Clerbaux), EECLAT (Julien Delanoe)

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 18 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 11 Thème secondaire : 0

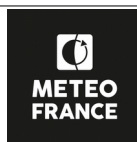
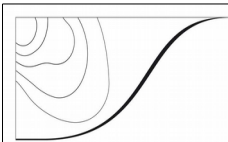
Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

Jérôme Vidot fait maintenant partie des membres de l'ISSWG. Il est demandé au CNRM la possibilité de prendre en charge ses frais de missions pour les deux réunions annuelles de l'ISSWG (deux journées par réunion en France ou Europe). Demandé 2KEuros



Contribution au SAF Océan & Glace de Mer et projets associés

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Contribution au SAF Océan & Glace de Mer et projets associés
- Surnom : SAFOSI

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : CMS

Personnes menant l'étude

- Responsable : Stéphane SAUX PICART
- Courriel du responsable : stephane.sauxpicart@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :
Gérard Legendre, Françoise Orain, Anne Marsouin, Hervé Roquet

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : Contribution au SAF Océan & Glace de Mer et projets associés

- Proposition de stage : oui

Thèmes de R&D associés

- Thème principal : 12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire : 0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

État des lieux

État d'avancement

1. Cadre

Les travaux de l'équipe sont encadrés par les contrats suivants :

SAF Océan et Glaces de Mer (OSI SAF, EUMETSAT, 2012-2017) ;

Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, Commission Européenne, 2015-2018) ;

Climate Change initiative Phase 2 (CCI/ESA, 2014-2016) ;

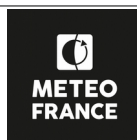
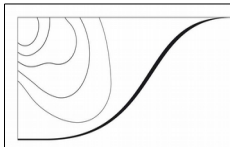
Le texte qui suit décrit l'état d'avancement en août 2014 et les perspectives pour fin 2014 et 2015.

2. Principales échéances contractuelles

OSI SAF :

Notre activité dans ce cadre est déterminée par les contraintes suivantes :

- Déclaration opérationnelle de notre chaîne METOP-B TSM (Température de Surface de la Mer) défilants : échéance Fin 2015 ;
- Retraitement TSM des données SEVIRI : échéance mi 2016 ;



- Revue MTG pour EUMETSAT : échéance fin 2016 .

CMEMS :

Mercator dans le cadre Copernicus Marine Environment Monitoring Service a accepté la proposition de MF conduite par le Norwegian Meteorological Institute dans laquelle MF doit poursuivre la production des produits TSM sur l'Europe dans la continuité de Myocean ;

- Mise en place de produits statistiques en mode automatique sur les chaines Myocean-Copernicus journalière et tri-horaire ;

- Activités liées à la transmission des chaines d'étude Myocean2-Copernicus de R&D vers l'opérationnel au sens CMS et Copernicus .

CCI Phase 2 :

Notre contribution a été redéfinie, et n'est attendu que pour 2016.

ANR-REMEMBER :

Problème de temps pour participer à ce projet , temps consacré au maintien semi-opérationnel quotidien des chaines MCMEMS et autres documents pour ce nouveau projet .

3. État d'avancement (août 2015)

3.1 Amélioration des algorithmes de restitution de la TSM à partir des données radiométriques

- Une chaîne METOP-B globale avec correction de biais basée sur des simulations de transfert radiatif a été élaborée et implémenté en environnement opérationnel au CMS : Une validation détaillée a été effectuée sur une durée relativement courte (quelques semaines).

- La méthode d'EO a été implémentée et évaluée sur la MDB de MSG entre 2012 et 2014. Les résultats sont proches de ceux obtenues par la méthode de correction de biais utilisée au CMS.

- Le retraitement de l'archive MSG/SEVIRI (2004-2012) est en cours. Le calcul des simulations de TB est en cours, et des contrôles ont déjà été fait. Le calcul du SDI de jours est phase d'élaboration. Une procédure de correction de la dérive du canal 3,9 micron a été mise en place.

3.2 Activités Arctiques

Les activités Arctique sont décrites quelques paragraphes plus bas.

Le projet Mercator Blanc n'a pas été financé et n'ayant pas de rôle à jouer dans l'alternative envisagée par les partenaires, le CMS s'est retiré. Cependant, les idées envisagées à cette occasion ne sont pas pour autant abandonnées, elles ne sont en revanche pas prioritaires.

3.3 Utilisation synthétique de champs de TSM de sources multiples et correction des biais

Ce volet s'effectue en parallèle du projet MyOcean-Copernicus Une étude comparative est en cours entre les biais inter capteurs issus de la méthode DINEOF et de la méthode actuellement utilisée pour le projet MyOcean-Copernicus (capteur SEVIRI uniquement).

3.4 Les développements MyOcean

Le projet Myocean est reconduit dans le cadre du CMEMS et dirigé pour la partie Océanographie par la société MERCATOR-Ocean .

La participation du CMS à la phase opérationnelle de Copernicus-Ocean est effective depuis mai 2015 :

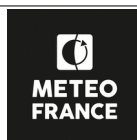
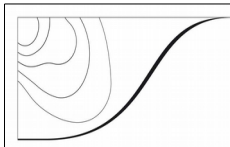
- La chaîne tri-horaire a subi des réglages et ajustements, mais ils ne suffisent pas encore, lorsque l'on regarde les statistiques de validation. Il est envisagé de changer l'ébauche de ces analyses.

- Développement d'un module de validation graphique (sous forme de page web) en cours.

3.5 Variabilité à échelle fine

Une étude a été effectuée sur l'impact des propriétés optiques de l'eau sur le cycle diurne de la température de surface de la mer. Le modèle de turbulence océanique GOTM a été utilisé en combinaison avec un modèle de transfert radiatif dans la colonne d'eau afin d'étudier la sensibilité du cycle diurne de la TSM à la présence de phytoplancton (ceci a été fait en collaboration avec le Plymouth Marine Laboratory).

Une étudiante du master « Océanographie physique » de l'Université de Bretagne Occidentale a effectué un stage de 5 mois dans l'équipe sur ce sujet. Elle a concentré son étude sur la mer de Barrents. Les résultats sont encourageant même si l'on en voit les limitations.



Participation à une étude Fromvar en collaboration LPO/UBO Brest (Thierry Reynaud) sur l'apport des L3S et Seviri sur le Front d'Ouessant .

Participation dans le cadre de Iroise interactions Océans-vagues atmosphère au travail post-doctoral de Joris Pianezze : « Simulations numériques autour des interactions océan-vagues-atmosphère : impact du front de marée de Ouessant sur la couche limite atmosphérique ».

3.6 Interaction aérosols et flux radiatifs

L'étude prévue n'a pas été faite car d'autres tâches devaient être accomplies en priorité. Cette étude n'est pas une priorité et n'est pas prévue explicitement pour 2016.

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

Marsouin, A., Le Borgne, P., Legendre, G., Péré, S., and Roquet, H. (2015). Six years of OSI-SAF METOP-A AVHRR sea surface temperature. *Remote Sensing of Environment*, 159 :288-306.

- Rapports liés à des projets ou contrats :

Saux Picart S., Algorithms Theoretical Basis Document for the Low Earth Orbiter Sea Surface Temperature Processing Chain . SAF/OSI/CDOP2/M-F/SCI/MA/216 . V1.1, 11/02/2015

Quality information for OSI TAC SST product 010-018

- Rapports de stages :

Anastasiia Tarasenko (2015)- Diurnal warming in Eastern Arctic ocean and chlorophyll-a special role

- Autres :

Communications, participations à des ateliers ou conférences

1- GHRSSST XVI science team meeting, juillet 2015, ESA/ESTEC, Pays-Bas.

Saux Picart S. and OSI SAF team. RDAC Update : EUMETSAT OSI SAF.

Saux Picart S., Merchant C., Péré S. and Marsouin A. Preparing OSI-SAF MSG/SEVIRI SST reprocessing 2004-2012.

2- OSI SAF Science days, juin 2015, Schiermonnikoog, Pays-Bas. Participant.

Saux Picart S., Legendre G., Marsouin A., Péré S., Roquet H. New processing chain for METOP/AVHRR SST.

Saux Picart S., Tarasenko A. Modelling the diurnal variability in the Kara Sea.

Marsouin A., Le Borgne P., Legendre G., Péré S., Roquet H. Six years of OSI-SAF METOP-A AVHRR sea surface temperature.

3- OSI SAF User Workshop, novembre 2014, Toulouse, France. Participant.

Saux Picart S., Eastwood S., Legendre G., Marsouin A., Péré S., Roquet H. OSI-SAF prospects on SST and radiative fluxes.

4- GMMC , juin 2015

Joris Pianezze, Jean-Luc Redelsperger, Thierry Reynaud, Valérie Garnier, Fabrice Ardhuin, Louis Marié, Françoise Orain, Marie-Noelle Bouin, Mickaël Accensi. « Simulations numériques autour des interactions océan-vagues-atmosphère : impact du front de marée de Ouessant sur la couche limite atmosphérique ».

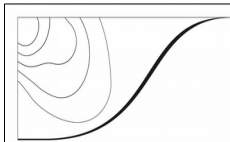
Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 49 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0



Description de l'étude

1 Études liées au retraitement de l'archive MSG/SEVIRI

Le CMS s'est engagé à terminer le retraitement avant l'été 2016. Plusieurs questions scientifiques doivent être étudiées :

1.1 Méthodes de calcul de la TSM

- Poursuivre les comparaisons entre les méthodes de correction d'algorithme et d'EO. En Particulier on s'attardera à étudier la répartition des biais géographiques résiduels, la sensibilité des deux méthodes à une variation vraie de la TSM, ...

- On prévoit également de se pencher sur la méthode d'ajustement des températures de brillance simulées. C'est une étape critique pour l'élimination des biais régionaux. La méthode utilisée dans la chaîne opérationnelle de traitement des données MSG/SEVIRI donne satisfaction, mais on pressent que des améliorations sont possibles, en particulier en ce qui concerne la taille des fenêtres spatiales et temporelles du lissage (voir Le Borgne et al. (2011) pour plus de renseignements sur l'étape d'ajustement).

1.2 Saharan Dus Index (SDI)

Le SDI est un indice qui permet de faire une correction a posteriori de la TSM, là où elle est influencée par la présence de poussière de sable atmosphérique. C'est un indice critique et dont l'élaboration peut être amélioré :

- Établir une méthode d'interpolation du SDI (Saharan Dust Index) de jour en utilisant les informations antérieures et postérieures (possible dans le cadre d'un retraitement).

- Contrôler la vraisemblance et la continuité du SDI sur la durée du retraitement.

1.3 Mise en place du contrôle du masque nuage

C'est également une étape critique qui mérite une attention particulière. Les méthodes mises en œuvre pour détecter les cas où le masque nuage échoue se baseront largement sur ce qui est fait dans la chaîne opérationnelle de traitement des données du capteur SEVIRI, mais on étudiera en détail chaque étape afin de le rendre plus performant si possible.

1.4 Validation

La validation du retraitement se fera au long du retraitement et les méthodes employées seront classiques. Cette validation se fera à l'aide de la base de données mise en place par le projet ERA-CLIM.

1.5 Estimation des statistiques d'erreur

La méthode d'estimation des statistiques d'erreur associées au produits délivrés par le CMS n'est pas conforme au recommandation du GHRSSST. Dans le cadre du retraitement on se penchera sur cette question en collaboration avec Pierre Tandeo de Telecom Bretagne spécialiste des statistiques environnementales. Un sujet de stage est en cours d'élaboration, le stagiaire sélectionné sera co-encadré par S. Saux Picart et P. Tandeo.

2 Utilisation synthétique de champs de TSM de sources multiples et correction des biais

Poursuite de validation pour le capteur SEVIRI corrigé par METOP selon cette nouvelle méthode de calcul de biais utilisant DINEOF (Université de Liège ,Aida Azcarate) .

- Comparaison avec la méthode de calcul de biais actuel

- Si résultats positifs, développements pour utiliser cette méthode pour tous les capteurs .

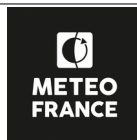
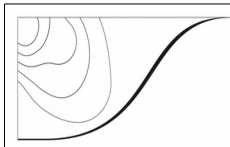
3 Les développements CMEMS

- Première phase pour rendre opérationnelles les chaînes d'étude Myocean2:

. Amélioration de l'interface d'acquisition des données TSM de multiples capteurs de façon à permettre le contrôle par la supervision ;

. Modification de l'interface d'émission des produits finaux pour en faciliter le contrôle par la supervision .

- Développements pour intégrer des données satellites TSM à partir de SLSTR dans les chaînes Myocean-Copernicus ;



- Chaîne test pour utiliser ce capteur SLSTR comme référence dans le calcul de biais.

4 Variabilité à échelle fine

D'autre part dans le cadre du WP5 du projet REMEMBER des études de cycles diurnes et flux seront menées en utilisant la modélisation 1D (GOTM) sur la Méditerranée. Objectif la comparaison des bouées en Méditerranée de la campagne HYMEX avec les données satellites. Collaboration en cours avec Marie-Noëlle Bouin, Samuel Somot ...

Dans le cadre du projet deux études sont prévues :

- Une comparaison des erreurs d'analyses L4 issues de la chaîne MyOcean aux erreurs d'analyse OSTIA et par rapport aux bouées ;
- Validation des produits L4, L3S, L3C de la campagne HYMEX aux bouées.

5 Participation au projet CCI

Le CMS participera à la validation de la méthode bayésienne de détection nuageuse élaborée par l'équipe de Chris Merchant de l'Université de Reading et qui sera appliquée aux données AVHRR pleine résolution. L'approche consistera à comparer le masque nuage issu de cette méthode au masque nuage de la chaîne opérationnelle METOP-A/AVHRR du CMS.

6 Météosat Third Generation (MTG)

En prévision du lancement de MTG prévu fin 2019, le CMS doit passer une revue à caractère scientifique d'EUMETSAT. Entre autre EUMETSAT attend pour 2016 un ATBD (Algorithm Theoretical Baseline Document) détaillant les spécifications scientifiques de la future chaîne de traitement de la TSM et des flux radiatifs MTG.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

- Déclaration opérationnelle de notre chaîne METOP-B TSM (Température de Surface de la Mer) défilants : échéance Fin 2015 ;
- Retraitement TSM des données SEVIRI : échéance mi 2016 ;
- Revue MTG pour EUMETSAT : échéance fin 2016 ;
- Contribution au projet CCI: été 2016.

Collaborations

- nationales : Ifremer, Télécom Bretagne
- internationales : University of Reading (UK); Plymouth Marine Laboratory (UK); REMSS (US); met.no (Norway)

Projets ou contrats associés

SAF Ocean and Sea Ice (EUMETSAT) ; CCI (ESA) ; CMEMS ;REMEMBER (ANR)

Stages proposés (type, durée, sujet)

Stage niveau Master2 de 5 à 6 mois: « Estimation des statistiques d'erreur liées au calcul de la température de surface de la mer par télédétection spatiale ».

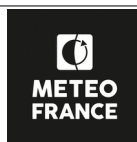
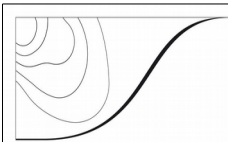
Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 49 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0



Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM : aucune

Compléments

Financement

La participation de Météo-France au SAF Océan & Glaces de Mer est financée par EUMETSAT.

La participation de Météo-France à CMEMS est financée par la Commission Européenne (FP7).

La participation de Météo-France au projet CCI Phase 2 est financée par ESA.

Acronymes

ATBD Algorithm Theoretical Baseline Document

AVHRR Advanced Very High Resolution Radiometer

CCI Climate Change Initiative

CDOP-2 Continuous Development and Operational Phase 2 (2012-2017)

CMEMS Copernicus Marine Environment Monitoring Service

CMS Centre de Météorologie Spatiale

ESA European Space Agency

GHRSSST Group for High Resolution Sea Surface Temperature

GOTM General Ocean Turbulence Model

HYMEX Hydrological cycle in the Mediterranean eXperiment

IASI Infrared Atmospheric Sounding Interferometer

LPO Laboratoire de Physique des Océans

MDB Matchup Data Base

METOP Meteorological Operational

MSG Meteosat Seconde Generation

OE Optimal Estimation

OSTIA Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (Met Office)

RDAC Regional Data Acquisition Center

RTTOV Rapid Transmission for TOVs (modèle de transfert radiatif rapide)

SAF Satellite Application Facility

OSI SAF Océan et Glaces de mer

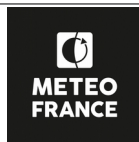
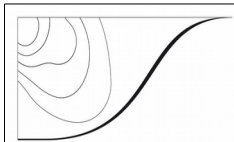
SDI Saharan Dust Index

SEVIRI Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (imageur à bord de MSG)

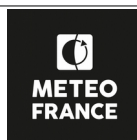
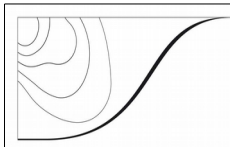
SLSTR Sea and Land Surface Temperature Radiometer

TSM Température de Surface de la Mer

UBO Université de Bretagne Occidentale (Brest)



DCSC : Études menées à la DCSC



Constitution de longues séries de référence pour l'étude du climat

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Constitution de longues séries de référence pour l'étude du climat
- Surnom : LSR

Équipe soumettant la fiche

- Service : DCSC
- Équipe : DEC

Personnes menant l'étude

- Responsable : Anne-Laure Gibelin
- Courriel du responsable : anne-laure.gibelin@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Sylvie Jourdain, Brigitte Dubuisson.

A-L Gibelin et S. Jourdain coordonnent l'action nationale de constitution de longues séries de référence pour l'étude du climat (respectivement l'homogénéisation et la sauvegarde de données anciennes). De nombreuses autres personnes sont impliquées dans cette action à la DCSC, dans les DIRs/EC et en CM.

Type d'action

- Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
- LSR : Constitution de longues séries de référence pour l'étude du climat

Thèmes de R&D associés

- Thème principal : 5--étude du climat et du changement climatique
- Thème secondaire : 0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

Mieux caractériser le climat et son évolution à l'échelle des territoires

État des lieux

État d'avancement

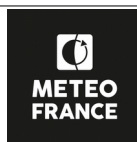
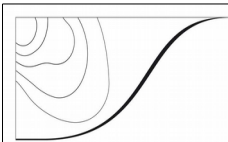
Cette action regroupe les actions de sauvetage des données anciennes (Data Rescue) et d'homogénéisation mensuelle des séries de données.

1 - Data Rescue

Coordination par la DCSC de l'action nationale de Data Rescue : action prioritaire en 2015 des inventaires des archives du climat de tous les centres de Météo-France. Coordination de la numérisation de documents clim anciens et de la saisie de données insérées dans la BDClim.

- Mise en place d'un système de gestion d'archives du climat et constitution d'une bibliothèque numérique d'archives du climat pour les sauvegarder et mettre à disposition du public : réponse à l'appel à projets du Programme des Investissements d'Avenir retenue par le MEDDE.

- projet AAA Fontainebleau : inventaire, numérisation et saisie d'une partie du fonds d'archives climatologiques des Archives Nationales de Fontainebleau. Numérisation de relevés des écoles normales depuis 1865 pour rallonger les longues séries de température.



- projet FP7 ERA-CLIM 2 : Recherche d'observations en altitude antérieures à 1958. Coordination par la DCSC de l'action nationale de numérisation des documents contenant des données d'altitude en métropole, outremer et TAAF. Saisie des observations de vent en altitude en métropole et outremer (Antilles, Réunion, Guyane). Fourniture de 2,5 millions de données de ballons pilotes 1951-1957.

- Formation Data Rescue Coclico outremer : Fin des Formations en Data Rescue des DIROM (Polynésie, Nouvelle-Calédonie) .

2 - Homogénéisation mensuelle

- Coordination par la DCSC de l'action nationale pour la réactualisation des séries homogénéisées de température et de précipitations.

- Fin de l'homogénéisation des séries de précipitations sur la France par les DIR, avec un encadrement DCSC. Plus de 1100 séries de RR couvrent tout le territoire métropolitain avec une qualité et une densité inégales.

- Analyse des tendances sur la France sur la période 1959-2009. Sur la période 1959-2009, les cumuls annuels de précipitations ne présentent pas d'évolution significative à l'échelle de la France. Les tendances présentent cependant des contrastes spatiaux et saisonniers.

- Production des SQR à partir des séries homogénéisées. Fourniture des données pour des projets de recherche (EXTREMOSCOPE, CERFACS)

- Formation au nouvel outil HOMER de plusieurs collègues en DIR

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

Gibelin AL, Dubuisson B, Corre L, Deaux N, Jourdain S, Laval L, Piquemal JM, Mestre O, Dennetière D, Desmidt S, Tamburini A, 2014 : Evolution de la température en France depuis les années 1950 : Constitution d'un nouveau jeu de séries homogénéisées de référence, *La Météorologie*, 87, 45-53, <http://hdl.handle.net/2042/54336>, DOI : 10.4267/2042/54336.

Corre L, Ribes A, Gibelin AL, Dubuisson B : Issues in estimating observed warming at the local scale. A case study: the recent warming over France, soumis à *International Journal of Climatology*.

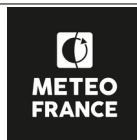
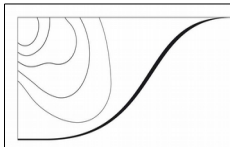
Jourdain S, Roucaute E, Dandin P, Javelle JP, Donet I, Ménassère S, Cénac N, 2015 : Le sauvetage de données climatologiques anciennes à Météo-France : De la conservation des documents à la mise à disposition des données, *La Météorologie*, <http://hdl.handle.net/2042/56598> | DOI : 10.4267/2042/56598.

Brugnara Y, Auchmann R, Brönnimann S, Allan R, Auer I, Barriendos M, Bergström H, Bhend J, Brázdil R, Compo G, Cornes R, Dominguez-Castro F, van Engelen A, Filipiak J, Holopainen J, Jourdain S, Kunz M, Luterbacher J, Maugeri M, Mercalli L, Moberg A, Mock C, Pichard G, Reznicková L, van der Schrier G, Slonosky V, Ustrnul Z, Valente, Wypych A, and Yin X, 2015 : A collection of sub-daily pressure and temperature observations for the early instrumental period with a focus on the "year- without a summer" 1816, *Clim. Past*, 11, 1027–1047, www.clim-past.net/11/1027/2015/ doi:10.5194/cp-11-1027-2015

Cram T, Compo G, Yin X, Allan R, McColl C, Vose R, Whitaker J, Matsui N, Ashcroft L, Auchmann R, Bessemoulin P, Brandsma T, Brohan P, Brunet M, Comeaux J, Crouthamel, Gleason B, Groisman P, Hersbach H, Jones P, Jónsson T, Jourdain S, Kelly G, Knapp K, Kruger A, Kubota H, Lentini G, Lorrey A, Lott N, Lubker S, Luterbacher J, Marshall G, Maugeri M, Mock C, Nordli O, Rodwell M, Ross T, Schuster D, Lidija Srncic L, Valente M, Zsuzsanna Vizi s, Wang X, Westcott N, Woollen J and Worley S, 2015 : The International Surface Pressure Databank version 2, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/gdj3.25/full> DOI: 10.1002/gdj3.25

- Posters :

Anne-Laure Gibelin, Brigitte Dubuisson, Lola Corre, Thumette Madec, Evolution of temperature and precipitation in France since the 1950s : a new homogenised dataset, EGU 2015, Vienne



- Notes internes :

Rapports d'étude disponibles pour chaque zone homogénéisée en T et RR.

- Rapports de stages :

Stage en cours pour améliorer et automatiser la méthode HOMER, co-encadré par O Mestre (DirOP) et B Dubuisson (DCSC)

- Autres :

Valorisation des séries homogénéisées et SQR dans le cadre de l'Offre de Services Climatiques en Ligne de Météo-France. Ces séries constituent les informations principales concernant le climat passé à l'échelle des régions administratives. Le portail ouvrira mi-septembre 2015.

Communications, participations à des ateliers ou conférences

Anne-Laure Gibelin, Brigitte Dubuisson, Lola Corre, Thumette Madec, Evolution of temperature and precipitation in France since the 1950s : a new homogenised dataset, EGU 2015, Vienne. Mission financée par le CNRM.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 8 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 8 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Cette action vise à fournir à Météo-France des séries de référence pour l'analyse du climat passé. Ces données permettent en particulier l'étude du climat récent, la validation et la calibration des modèles de climat, et la détection du changement climatique à échelle régionale. Cette action regroupe les actions de sauvetage des données anciennes (Data Rescue) et d'homogénéisation des séries de données. Elle comprend aussi des travaux de valorisation de ces séries.

C'est une action de fond coordonnée par la DCSC, regroupant des actions nationales au niveau de Météo-France, et la participation à plusieurs projets, impliquant de nombreux acteurs à DCSC/DEC, en DIR et en CM.

1 - Data Rescue

L'action est inscrite au COP 2012-2016 avec un objectif de 2 millions de données par an insérées dans la BDCLIM. Participation à différents projets nationaux et internationaux. Fourniture de données aux bases de données internationales (ISPD, WMO-MEDARE) et à laboratoires de recherche.

2 - Homogénéisation mensuelle

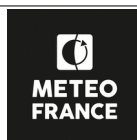
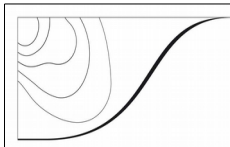
La production de séries homogénéisées mensuelles est inscrite dans le COP 2012-2016.

L'homogénéisation des séries de données est un préalable indispensable pour étudier l'évolution du climat. Un nouveau jeu de séries de température (TN et TX) et de précipitations (RR) couvrant tout le territoire français a été constitué, sur une période allant des années 1950 à aujourd'hui. La réactualisation de ces séries a démarré en 2015, pour fournir un diagnostic le plus à jour possible.

Le nouveau jeu permet de nombreuses actions de recherche et R&D sur l'évolution du climat en France.

3 - Production de séries quotidiennes pour l'étude des extrêmes

L'étude des extrêmes nécessite de disposer de séries à pas de temps quotidien. Une méthode est d'utiliser les résultats de l'homogénéisation pour sélectionner les séries quotidiennes brutes qui contiennent un nombre faible de ruptures d'homogénéité d'amplitude faible. Ces séries sont dénommées séries quotidiennes de référence (SQR), les SQR ont été produites à partir du nouveau jeu de séries homogénéisées mensuelles. Elles permettront de calculer des indicateurs en vue d'analyser les évolutions des extrêmes quotidiens.



D'autre part des séries quotidiennes homogénéisées de températures seront produites avec la méthode SPLIDHOM. Cette méthode s'applique sur des couples de séries très corrélées, et un nombre restreint de séries pourront être produites. Les résultats issus des SQR et des séries quotidiennes homogénéisées en température seront comparés.

4 - Valorisation

Ces travaux seront valorisés de différentes manières : publications d'articles, conférences, expositions... Mais également diffusion des données et des diagnostics dans le cadre de l'offre en ligne des Services Climatiques de Météo-France notamment.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

1 - Data Rescue

- Poursuite des inventaires des centres de Météo-France ;
- Poursuite de la numérisation des longues séries de température des écoles normales ;
- Poursuite de la saisie des observations en altitude d'outremer et antérieures à 1923 ;
- Mise en place de l'outil de gestion d'archives du climat.

2 - Homogénéisation

- Poursuite et fin de l'homogénéisation des séries d'insolation ;
- Poursuite de l'homogénéisation de séries centenaires de température, suivant la disponibilité des séries et la récupération de données possible ;
- Poursuite de la valorisation des séries produites : températures, précipitations, insolation
- Analyse de l'évolution des extrêmes ;
- Poursuite de la réactualisation des séries de température et précipitations depuis les années 50.

4 - Valorisation

- Publication d'articles scientifiques ;
- Diffusion des données et des diagnostics à travers notamment l'offre en ligne de Services Climatiques (voir détails sous OPLANA) .

Collaborations

- internes :

Directions Interrégionales , CNRM, DirOP(O Mestre), DIRCom/DOC, SG/LOG/CAIT

- nationales :

Archives de France (Fontainebleau), Université de la Rochelle

- internationales :

FP7 ERA-CLIM 2 , ACRE, WMO-MEDARE, JAMSTEC , Research and Development Center for Global Change, Université de Bern

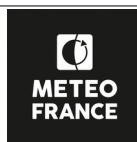
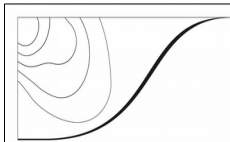
Projets ou contrats associés

EXTREMOSCOPE

FP7 - ERA-CLIM 2

AAA Fontainebleau, co-financement BNP-Paribas

ARCLIM (Projet d'Investissement d'Avenir)



Stages proposés (type, durée, sujet)

Stage en cours pour améliorer et automatiser la méthode HOMER, co-encadré par O Mestre (DirOP) et B Dubuisson (DCSC). Stage INSA 4ème année option statistiques de 3 mois.

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 8 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 6 Thème secondaire : 0

Statut

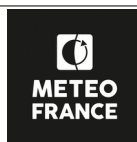
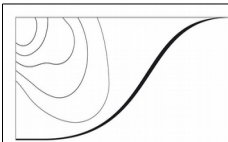
programme

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

3000 € : 2 missions pour participer aux conférences EGU et EMS-ECAM 2016 :

- une sur la valorisation des résultats sur les séries homogénéisées de température, précipitations, insolation
- une sur l'analyse des extrêmes



Prévisibilité et descente d'échelle sur l'Europe de la prévision saisonnière

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Prévisibilité et descente d'échelle sur l'Europe de la prévision saisonnière
- Surnom : DEEP

Équipe soumettant la fiche

- Service : DCSC
- Équipe : AVH

Personnes menant l'étude

- Responsable : Christian VIEL
- Courriel du responsable : christian.viel@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Pierre Etchevers , Jean-Michel Soubeyroux, Anne-Laure Gibelin , Jean François Guérémy

Type d'action

- Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : DEEP

Thèmes de R&D associés

- Thème principal : 6--prévision saisonnière et mensuelle
- Thème secondaire : 0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

État des lieux

État d'avancement

Pas d'étude menée en 2015 sur la descente d'échelle, faute de ressources. Mais le sujet a été proposé dans l'AO C3S Seasonal Forecast.

En revanche, fin 2014 - début 2015, projet tutorée ENM de Pauline Jaunet portant sur la prévisibilité des régimes de temps. Résultats sous forme de fiches de synthèse, disponibles sur http://previsibilite/documentation/doc_specifique/previ_mens/stage_pauline/liens.html .

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

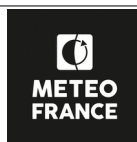
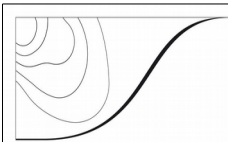
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Ci joint le texte de notre proposition C3S en matière de descente d'échelle.



T3) Downscaling (DS) products :

The dissemination of seasonal forecast downscaled products with their uncertainties is a main stake to permit a better use of this information.

DCSC will develop DS products over Europe according to two complementary approaches:

- spatial and temporal global DS with CPT (IRI tool, <http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/tools/cpt/>) or a method based on weather regimes (Gueremy 2012) experimented by DCSC (Robert, 2014).
- high resolution DS, to feed impact models, like DSCLIM method (CERFACS, http://www.cerfacs.fr/~page/dsclim/dsclim_doc-latest.pdf) or a calibration method as used for the RIFF prototype (Euporias Project) (Singla, 2012)

La 1ère approche est donc l'application de la méthode testée par Titouan Robert (http://dpnet.meteo.fr/DCLIM/hydro/etudes/Rapport_deep_Titouan_Robert_2014.pdf)

La 2ème approche est celle utilisée dans notre prototype de prévi saisonnière hydrologique, dans le cadre du projet FP7 EUPORIAS.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Démarrage au 2nd trimestre 2016 avec le soutien d'un CDD

Collaborations

- internes : CNRM/GMGEC , DCSC/DEC
- internationales : CEPMMT

Projets ou contrats associés :

C3S/SF

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

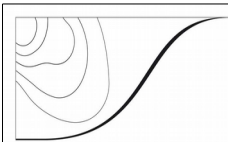
Thème principal : 3 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 6 Thème secondaire : 0

Statut

programme



Préparation de Services Climatiques pour le domaine de la ressource en eau

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Préparation de Services Climatiques pour le domaine de la ressource en eau
- Surnom : EUPORIAS

Équipe soumettant la fiche

- Service : DCSC
- Équipe : AVH

Personnes menant l'étude

- Responsable : Christian Viel
- Courriel du responsable : christian.viel@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Jean-Michel Soubeyroux (DCSC/DAS), Pierre Etchevers (DCSC/AVH/D), Fabienne Régimbeau (DCSC/AVH), Jacques Richon (DCSC/AVH)

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : EUPORIAS

- Éléments complémentaires :

Soumission d'une proposition à l'AO Copernicus C3S pour étendre cette application à l'échelle de l'Europe dans le cadre des informations sectorielles dans le domaine de l'eau.

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
6--prévision saisonnière et mensuelle
- Thème secondaire :
7--hydrométéorologie et agrométéorologie

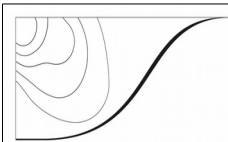
Axes du contrat d'objectif concernés

État des lieux

État d'avancement

Le projet FP 7 Euporias se présente dans la continuité du travail développé pour la prévision saisonnière hydrologique. Il s'agit de développer des services climatiques au bénéfice du domaine de la ressource en eau sur notre territoire métropolitain. Pour cela on s'est entouré d'utilisateurs potentiels à l'échelle des bassins versants (EPTB Seine Grands Lacs et SMEAG). Pour les enjeux au niveau national, c'est les personnes en charge du comité sécheresse au MEDDE qui nous accompagnent.

Le principal travail, outre la réalisation de simulations complémentaires (rejeux SIM avec le forçage du hindcast d'Arpège système 3), a été l'établissement des liaisons et le partage des connaissances nécessaires avec les -stakeholders- du projet pour définir des produits pertinents et adaptés aux processus de décision



dans la gestion des étiages et le remplissage des réservoirs. Ainsi, un prototype de service climatique a été conceptualisé et mis en avant dans le cadre du projet.

Le travail en 2015 a principalement porté sur la concrétisation du prototype de service climatique au bénéfice direct de l'EPTB Seine Grands Lacs. Les enjeux adressés sont ceux liés aux périodes d'étiage et de remplissage des réservoirs. Le protocole Placebo a été mis en place en utilisant les informations fournies par les expériences de référence et les expériences dite RAF (Random Atmospheric Forcing). Plusieurs jeux de données ont été fournis à EPTB Seine Grands Lacs avec des initialisations au 1er mai, 1er juin et 1er septembre. Des scores objectifs de la performance du système ont été établis mais c'est surtout l'apport de l'information climatique dans la chaîne de prise de décision qui a été documenté et évalué grâce au dépouillement des résultats du protocole Placebo.

A l'automne 2015 a été lancé le travail de connexion temps réel du prototype à partir du nouveau système 5 Arpège et de la chaîne Surfex/Modcou. La 1ère étape consiste à adapter la chaîne de calcul avec ses nouveaux modèles et mettre à jour le calcul des différents scores objectifs sur les paramètres hydrologiques : SWI et débits.

Pour un présentation du prototype RIFF voir <http://riff.predictia.es/fr>

Publications

- Résumés longs d'interventions à des conférences :

Présentation ECAM 2015 à SOFIA du 7 au 11 septembre

Communications, participations à des ateliers ou conférences

Présentation ECAM 2015 à SOFIA du 7 au 11 septembre

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 5 Thème secondaire : 1

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 8 Thème secondaire : 2

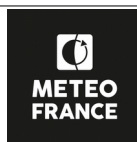
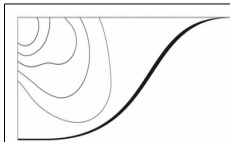
Description de l'étude

L'année 2016, 4e et dernière année du projet, sera principalement consacrée à la mise en service temps réel du prototype RIFF en mode prévision et à la préparation des produits à destination des utilisateurs. En particulier, une réflexion sur l'accompagnement des utilisateurs sera engagée pour bâtir un véritable service climatique de prévision saisonnière, à l'instar du site DRIAS pour les projections climatiques. Le site extranet support sera ici celui utilisé en prévision saisonnière : <http://elaboration.seasonal.meteo.fr/>

En détail, le programme de travail intègre les éléments suivants :

- adaptation du prototype pour le fonctionnement avec le modèle opérationnel Arpège Syst 5: sélection des données du hindcast, calibration des débits, maj des scores globaux et locaux ;
- préparation de la chaîne temps réel et des outils de suivi de son fonctionnement dans l'environnement central de développement ;
- spécifications des produits temps réel sur la ressource en eau à destination des utilisateurs identifiées : Grands Lacs Seine, SMEAG et MEDDE ;
- mise en place du service climatique et documentation sur le site extranet ;
- actions d'accompagnement des utilisateurs pour la bonne utilisation du service en cohérence avec les autres productions temps réel de prévision saisonnière.

A noter en parallèle à cette action, la possibilité de démarrage d'une action dans le cadre Copernicus C3S/SIS/Eau (AO en attente de résultat) visant à démontrer la faisabilité de fourniture d'un service climatique sur la ressource en eau à l'échelle européenne. Les indicateurs proposés concernent l'humidité



des sols, l'équivalent en eau du manteau neigeux et les débits. La chaîne de calcul à mettre en place utilisera la future réanalyse de surface UERRA et le modèle SURFEX/TRIP. En phase de -Proof of Concept-, le démonstrateur sera appliqué aux 4 années 2007-2010 pour lesquels est disponible la réanalyse EURO4M/SURFEX sur l'Europe.

En 2016, l'objectif serait de porter les modèles dans l'environnement de développement central, préparer les scripts de lancement et identifier les paramètres de sortie, en relation avec notre utilisateur particulier, ici l'ONEMA.

Visualisation du fichier joint :

ftp://intra-retic.cnrm.meteo.fr/pub/rencontres/2015/fiche_programme/placebo_EPTB-1.doc

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Pour EUPORIAS :

1er trimestre 2016 : branchement de la chaîne Arp Syst 5 + Surfex/Modcou et rejeu de l'hindcast pour les mois d'initialisation : mai, juin et si possible septembre. Préparation des produits pour les Gd Lacs de Seine, SMEAG et MEDDE ;

2e trimestre 2016 : Lancement de la nouvelle chaîne en mode prévision sur l'initialisation de mai et diffusion expérimentale des produits ;

3e trimestre 2016 : Branchement temps réel de la nouvelle chaîne en mode prévision et alimentation automatique du site extranet pour la diffusion du produit ;

4e trimestre 2016 : Formation des utilisateurs et premiers retour d'expérience.

Collaborations

- internes :

CNRM/GMGEC sur les performances de la nouvelle chaîne Arpège Syst 5 ;

CNRM/GMME sur le nouveau modèle SURFEX-ISBA/MODCOU.

- nationales :

Relations avec nos utilisateurs

Suivi de l'avancement de l'action dans le cadre de la cv ONEMA et avec nos partenaires hydrologiques : IRSTEA notamment en charge de la coordination de l'action PREMHYCE visant à développer la prévision des étiages en DREAL : forçage EPS à 15j et/ou climatologique au delà.

- internationales :

Partenaires du projet EUPORIAS : Met Office, IC3, DWD, KNMI ...

Projets ou contrats associés

projet FP7 EUPORIAS

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

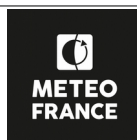
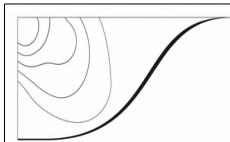
Thème principal : 8 Thème secondaire : 2

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 12 Thème secondaire : 3

Statut

programme



Évaluation de l'impact du remplacement du code ISBA par SURFEX pour la production hydrométéorologique

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Évaluation de l'impact du remplacement du code ISBA par SURFEX pour la production hydrométéorologique
- Surnom : SURFEXHYDRO

Équipe soumettant la fiche

- Service : DCSC
- Équipe : AVH

Personnes menant l'étude

- Responsable : Fabienne Regimbeau
- Courriel du responsable : fabienne.regimbeau@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

DCSC/AVH : François Besson, Fabienne Regimbeau, Pierre Etchevers, Christian Viel, Michèle Blanchard
CNRM/GMME : Patrick Lemoigne

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : SURFEXHYDRO

Thèmes de R&D associés

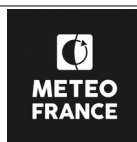
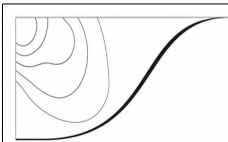
- Thème principal :
7--hydrométéorologie et agrométéorologie
- Thème secondaire :
5--étude du climat et du changement climatique

État des lieux

État d'avancement

Une version du code SURFEX adapté à la modélisation hydrologique a été fourni par le CNRM/GMME à DCSC/AVH en vue de remplacer ISBA dans la chaîne de modélisation hydro-météorologique SIM (chaînes opérationnelles, réanalyse mensuelle, réanalyse climatologique, prévision d'ensemble). Ce changement de code s'accompagne de plusieurs évolutions conceptuelles : passage de 3 à 12 couches de sol, mailles divisées en patchs en fonction du type de surface, prise en compte de la variabilité sous-maille du relief. Ces changements vont se traduire par le changement de certaines variables de sortie utilisées par AVH pour le suivi hydro-météorologique et les publications associées (comme le BSH notamment), ainsi qu'une modification de leur climatologie et des gammes de valeurs prises par ces paramètres et qui sont devenues usuelles pour les personnes en charge du suivi climatique. Cette évolution a aussi un impact sur les produits basés sur les sorties de Surfex et développés par des utilisateurs extérieurs (par exemple le Schapi et les SPC).

Cette étude vise à mesurer l'impact du remplacement d'ISBA par SURFEX sur les paramètres hydro-météorologiques utilisés pour la production à DCSC/AVH, au besoin de proposer de nouvelles variables à



utiliser, de qualifier les modifications de leur climatologie. De plus, il sera intéressant d'évaluer l'impact du changement de modèle de surface sur la qualité de la simulation des débits par la chaîne d'analyse en temps réel et de la réanalyse historique des stations d'intérêt pour le Schapi.

La première étape a consisté à faire tourner le code SURFEX-Hydro (version 7.3) et le code Modcou sur la période 1958 à nos jours afin de constituer la base de données de l'étude. Les résultats ont été archivés au format natif sous Hendrix. L'analyse des sorties de SURFEX Hydro et de Modcou en comparaison avec la climatologie existante a commencé et aura bien avancé d'ici fin 2015. En parallèle, SAFRAN-SURFEX tourne en opérationnel depuis mars 2015. L'alimentation des bases de données opérationnelles (BDAP-BDMP) est en cours d'élaboration. Par ailleurs, la chaîne temps réel de prévision d'ensemble des débits est opérationnelle depuis mars 2013. Celle-ci utilise pour l'instant Isba, pour lequel les travaux de GMME ont montré l'intérêt d'assimiler les débits. Les difficultés rencontrées dans la mise en place de l'assimilation sur le super ordinateur ont freiné un peu cette action, mais on espère aboutir à la mise en place de l'assimilation d'ici la fin 2015. L'utilisation de SURFEX dans le cadre de la prévision d'ensemble et de la prévision saisonnière sera menée fin 2015-début 2016.

Enfin, DCSC/AVH participe au projet AQUIFR qui vise à créer une plate-forme intégrant à la fois SURFEX pour l'hydrologie de surface et différents modèles hydro-géologiques pour les différents aquifères français (MODCOU, Marthe,...).

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 6 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

CNRM/GMME a prévu de livrer la version 8 de Surfex pour la fin 2015. La nouvelle version sera intégrée dans la chaîne temps réel. La réanalyse climatologique sera refaite et archivée dans les bases opérationnelles. Ceci permettra de consolider les diagnostics réalisés avec la version 7.3 en 2015. Le travail d'adaptation des résultats au nouveau modèle sera poursuivi en lien avec les utilisateurs de sorties de la chaîne hydro-météorologique, notamment pour les besoins de la production interne, les utilisateurs du BSH et le SCHAPI :

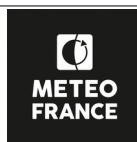
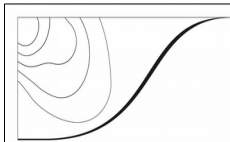
- L'analyse de l'impact du passage de Isba à Surfex pour la production climatologique se fera suivant le même plan que pour la validation lors du changement de normales 1981-2010 à la place de 1971-2000, en lien avec les personnes en charge du suivi climatique à la DCSC et en région ;
- L'analyse de l'impact sur le BSH et l'accompagnement des utilisateurs (DREAL, DGALN) s'effectuera dans le cadre de la convention avec l'ONEMA ;
- La bascule de la production concernera plusieurs systèmes de production : alimentation de la BDCLIM, Climascopen Extranets (MISE, DREAL ...).

AVH participera aussi à un travail d'analyse et d'estimation des résultats de la chaîne SIM2 pour la fonte nivale au travers d'un stage encadré par le SPC Alpes du Nord.

Le travail au sein du projet AQUIFR se poursuivra avec la mise en place d'une modélisation temps réel intégrant à la fois Surfex et les modèles d'aquifères : un post-doc devrait débuter au CNRM en 2016 et sera co-encadré par AVH

Les travaux sur la prévision d'ensemble seront poursuivis selon deux axes : 1) mise en place d'une chaîne SIM2-PE sans assimilation permettant d'effectuer des prévisions de variables de surface comme la fonte nivale ou l'indice d'humidité des sols, 2) mise en opérationnel de la chaîne SIM-PE avec assimilation pour la prévision des débits.

La chaîne SIM2 sera également utilisée dans le cadre du projet Euporias dans le cadre de la prévision saisonnière des débits sur le bassin versant de la Seine (voir fiche R&D Euporias).



Éléments de planification

Calendrier envisagé

Fin 2015: comparaison des climatologies SIM/SIM2, définition des nouvelles variables, estimation des impacts sur la production

Premier semestre 2016 : mise à niveau des différentes chaînes avec la V8 de Surfex, mise en opérationnel de la chaîne SIMPE avec assimilation

Été 2016 : adaptation des systèmes de production (BDCLIM, Climascopie,...), évaluation des nouveaux produits avec les utilisateurs (BSH, Schapi).

Automne 2016 : bascule de la chaîne SIM à la chaîne SIM2.

Collaborations

- internes : CNRM/GMME , DIR (évolution du BSH)
- nationales : SCHAPI, DREAL et ONEMA pour la validation des nouveaux produits
ARMINES, BRGM (AQUI_FR)

Projets ou contrats associés

Convention MF-ONEMA, AQUI_FR

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

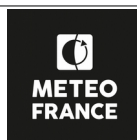
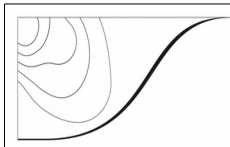
Thème principal : 12 Thème secondaire : 3

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme



Méthodes de spatialisation - Évolution AURELHY

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Méthodes de spatialisation - Évolution AURELHY
- Surnom : SPATIALISATION

Équipe soumettant la fiche

- Service : DCSC
- Équipe : DEC

Personnes menant l'étude

- Responsable : Pascal SIMON
- Courriel du responsable : pascal.simon@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Claire Canellas , Pierre Lassègues, Anne-Laure Gibelin

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :

Méthodes de spatialisation et contrôle spatial des observations

- Éléments complémentaires :

La présente fiche « Méthodes de spatialisation Évolution AURELHY » prend la suite de la fiche « Méthodes de spatialisation et contrôle spatial des observations », les activités planifiées dans le cadre de la thématique « Contrôle spatial des observations » ayant été clôturées les années précédentes (cf fiches correspondantes). La présentation de la fiche ci-dessous (état des lieux, publications & présentations) ne retiendra donc que les éléments relevant de la thématique « Méthodes de spatialisation ».

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :

5--étude du climat et du changement climatique

- Thème secondaire :

0--sans objet

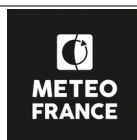
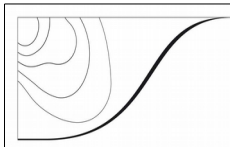
Axes du contrat d'objectif concernés

Qualifier en temps réel des conditions climatiques ou des événements marquants

État des lieux

État d'avancement

Plusieurs études spécifiques conduites à DClim/DEC ces dernières années (étude sur l'impact de la qualité du réseau d'observations, étude sur les ruptures, étude sur la prise en compte de réseaux supplémentaires, inter-comparaison de méthodes de spatialisation, etc ... cf ci-dessous) ont permis de définir des pistes d'amélioration du logiciel de spatialisation AURELHY développé et utilisé par Météo-France, notamment pour le calcul des normales climatologiques de températures et précipitations. Les travaux correspondants



ont été intégrés au plan d'action 2014 de la DClm sous la forme d'une action de niveau 2: -DP-CLIM1_4: Évolutions de la méthode et du logiciel AURELHY- (resp. P. Simon), reconduite en 2015 (http://oplana.meteo.fr/src/action_direction.php?id=7074).

Le travail planifié dans le cadre de cette action comportait trois aspects:

1) réécriture du logiciel en langage R, afin de disposer d'un code plus moderne et évolutif.

Ce travail de réécriture du logiciel a été réalisé d'abord dans le cadre d'un stage étudiant, au cours duquel ont également été réalisées de premières expériences de sensibilité à la résolution spatiale des paysages (Le Cunuder 2014), puis consolidé sur ressources propres de DClm/DEC, et une documentation écrite, accompagnée d'un tutoriel d'utilisation, de ce nouveau code R a été rédigée (Lassègues 2014). Des expériences de validation croisée comparant différentes options de la version R à la version opérationnelle (code Fortran), d'une part sur les décennies [1981-1990], [1991-2000] et [2001-2010], d'autre part sur les données annuelles 2014 (Canellas 2015), ont permis de définir une version de référence du code R capable de reproduire exactement les résultats de la version opérationnelle.

2) améliorations méthodologiques du logiciel.

Une fois l'étape de réécriture du logiciel effectuée, le travail sur les améliorations méthodologiques a pu démarrer. A cette fin, plusieurs jeux d'expériences de sensibilité (par rapport à la version de référence définie ci-dessus), ont été successivement réalisés, balayant plusieurs des nouvelles options introduites dans le code: méthode de sélection des prédicteurs (3), méthode de calcul d'ACP (2), type de MNT utilisé (5), type de krigeage (5), type de paysage (5), utilisation de nouveaux prédicteurs (5), combinaison d'échelles spatiales, altitude réelle (vs interpolée) des postes, coordonnées des postes avec précision métrique (vs hectométrique), utilisation des marges pour le modèle linéaire, etc ... Une validation croisée préliminaire (de type -leave one out-) de certaines de ces expériences a été réalisée sur les données annuelles 2014 (Canellas 2015); une analyse de la totalité des expériences (validation croisée par lots avec tirages répétés) est en cours dans le cadre d'un stage étudiant (Touré 2015).

Parallèlement à ces expériences de sensibilité, un travail préliminaire d'introduction de l'utilisation de classification par type de temps dans AURELHY a été réalisé sur la région Alpes. L'apport de cette technique apparaît peut concluant en première analyse, mais devrait être prolongé par une analyse sur le domaine France entière avant d'en tirer des conclusions définitives.

3) améliorations des données en entrée:

Le travail d'amélioration des données d'entrée a été abordé en consolidant les résultats d'un stage IENM réalisé en 2013 (Moreau & Guillemain 2013). Différentes méthodes de reconstitution de données manquantes ont été mises en place avec comme objectif d'augmenter le nombre de postes utilisables par AURELHY (interpolation pondérée par la distance des postes, par la corrélation entre les séries, etc...) et testées sur le domaine France (rapport de synthèse à venir). La quantification de l'impact de l'introduction de ces données reconstituées sur les résultats d'AURELHY n'a pas encore été abordée.

Par ailleurs, des données météorologiques des pays frontaliers (Suisse, Italie) ont été collectées, toujours dans le but d'enrichir les données d'entrée d'AURELHY et une climatologie Alpine réalisée à partir de ces données. Des tests de l'introduction de ces postes suisses et italiens (en plus des postes français) dans AURELHY ont été effectués, montrant selon une première analyse un impact modéré sur les postes français proches de la frontière (mais plus important sur TX que sur les autres paramètres). Ces données ont par ailleurs été utilisées dans une étude préliminaire de spatialisation au pas de temps quotidien sur un domaine Alpes Occidentales, et de comparaison de deux méthodes d'élaboration de champs climatologiques, l'une à partir des moyennes des stations, l'autre à partir d'agrégation de champs spatialisés quotidiens.

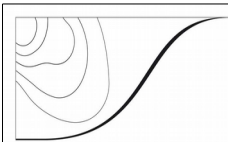
Livrables réalisés dans le cadre de la thématique « méthodes de spatialisation »:

2011:

- Mise en place d'une méthode de spatialisation du vent moyen 10mn et des rafales utilisant les données AROME et les paramètres du relief. Ce produit de spatialisation peut être utilisé comme base d'expertise pour les certificats d'intempérie simplifiés ainsi que pour les études d'exposition au risque (LGV Nîmes-Montpellier). Mise en œuvre de la méthode sur les 213 dates de vent fort de l'étude SMACL (fin 2012).

2012:

- Contribution à l'étude DIRSO climatologie des précipitations et des températures sur les Pyrénées (AURELHY après classification par types de temps) ;



- Contribution à l'évolution d'AURELHY : changement du Modèle Numérique de Terrain ;
- Stage étudiant (4 mois) sur l'Inter-comparaison de plusieurs méthodes de spatialisation des précipitations quotidiennes (krigeage ordinaire, krigeage avec dérive externe utilisant le radar, splines en plaques minces 3D utilisant le radar, Antilope, Safran).

2013:

- Stage étudiant (4 mois) sur la validation pour la France du nouveau modèle MESCO (projet EURO4M) pour les précipitations et les températures et inter comparaison avec d'autres méthodes de spatialisation ;
- Stage étudiant (4 mois) sur les calculs de durées de retour à partir de produits de spatialisation (rafales de vent et précipitations) ;
- Stage TSE sur la validation de la ré-analyse lame d'eau radar-pluviomètres 1997-2006 Coméphore ;
- Stage IENM (projet tutoré 3ème année) sur la reconstitution de données manquantes des séries climatologiques de températures et précipitations quotidiennes en vue d'enrichir en données d'entrée la spatialisation AURELHY.

2014:

- Stage étudiant (4 mois) sur la ré-écriture du logiciel Aurelhy en langage R, avec éléments d'étude de la performance du logiciel.

2015:

- Stage étudiant (3 mois): Spatialisation de paramètres météorologiques – Evolution de la méthode AURELHY.

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

[Canellas et al, 2014] : Les normales climatiques spatialisées AURELHY 1981-2010 : températures et précipitations, La Météorologie, n° 85, pp 47-55

- Posters :

- « Méthode de spatialisation du vent moyen et des rafales utilisant les données du modèle AROME et les paramètres du relief », conférence EMS-ECAM, Berlin 2011.

- « Intercomparaison de méthodes de spatialisation pour les précipitations quotidiennes sur la France », conférence EMS-ECAM, Reading 2013.

- Notes internes :

[Gibelin et al, 2012] : Dossier de communication interne sur les normales climatiques 1981-2010, document interne Météo-France.

[Canellas et al, 2013] : -Étude des anomalies de température des cartes du Climascop-, Note Interne DClim/DEC, 91 pages.

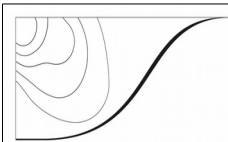
[Lassègues et al, 2013] : -Sous estimation des données de pluviomètres en cas de vent et de neige et méthodes de correction – Utilisation des données de neige pour corriger ou remplacer les données d pluviomètres en montagne – Utilisation de nouvelles séries dans AURELHY-, Note Interne DClim/DEC, 12 pages.

[Lassègues, 2014] : -Package packAurelhyMF- & -Tutoriel Aurelhy sous R-, Documents Internes DClim/DEC (disponibles sur demande)

[Canellas, 2015] : -Produits AURELHY annuels 2014 - Validation croisée AURELHY-Fortran / AURELHY-R -, Document Interne DClim/DEC

- Rapports de stages :

[Figarol 2012]: « Mise en œuvre et comparaison de différentes méthodes de spatialisation des précipitations quotidiennes. » Rapport de stage étudiant (Master SID de l'UPS)



[Lafitte 2013]: « Validation du modèle Mescan pour l'analyse des précipitations et des températures sur la France. Inter-comparaison avec d'autres méthodes de spatialisation. » Rapport de stage étudiant (Master SID de l'UPS)

[Cabrol 2013]: « Calcul de durées de retour de phénomènes extrêmes à partir de la spatialisation de paramètres météorologiques. » Rapport de stage étudiant (Master SID de l'UPS)

[Moreau & Guillemain 2013]: « Reconstitution de données manquantes pour des séries climatologiques de températures et précipitations quotidiennes. » Rapport de projet tutoré 3ème année IENM

[Le Cunuder 2014]: « Spatialisation des paramètres climatologiques en utilisant les prédictors du relief. » Rapport de stage étudiant (Master SID de l'UPS)

[Touré 2015]: « Spatialisation des paramètres climatologiques - Evolution de la méthode Aurelhy. » Rapport de stage 3ème année INSA (en cours)

- Autres :

Participation au module de formation COCLICO-G (présentation « Méthodes de spatialisation »)

Communications, participations à des ateliers ou conférences

- Présentation -Spatialisation des précipitations- devant la commission Hydrologie du CSM (11/ 2014).
- Présentation -Spatialisation de paramètres météorologiques avec Aurelhy- lors de l'atelier -PN montagne et neige- du CNRM (Décembre 2014).
- Présentation -Champs climatologiques et champs quotidiens de précipitations et de températures sur les Alpes occidentales: 1990-2012- aux Rencontres R&D (Juin 2015)
- Présentation -Évolutions d'Aurelhy- aux Rencontres R&D (Juin 2015)

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 12 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 3 Thème secondaire : 0

- Compléments

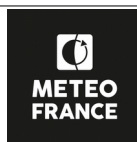
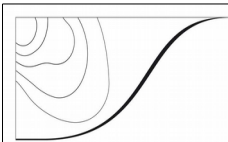
3 (stage étudiant Adjaratou TOURE)

Description de l'étude

Pour la période couverte par la présente fiche, le travail à réaliser s'effectuera essentiellement et prioritairement selon le cadre défini dans l'action OPLANA DP-CLIM1_4: -Évolutions de la méthode et du logiciel AURELHY -et dans le prolongement direct du travail décrit dans la section -État des lieux- (cf ci-dessus).

Plus précisément, les axes de travail seront:

- 1) L'analyse détaillée des expériences de sensibilité déjà réalisées ;
- 2) La réalisation d'expériences de sensibilité supplémentaires (définition des zones AURELHY), et leur analyse ;
- 3) A partir des résultats de 1) et 2), la réalisation d'expériences de sensibilité -combinées- (variation simultanée de plusieurs paramètres) permettant d'aboutir in fine à la définition d'une nouvelle version opérationnelle du logiciel ;
- 4) L'utilisation des méthodes de reconstitution, à différents pas de temps, pour quantifier l'impact de l'introduction de ces données sur les résultats d'AURELHY ;
- 5) La documentation technique de la nouvelle version opérationnelle du logiciel + actions de communication, de valorisation et de formation sur le nouvel AURELHY.



Utilisation pour le calcul des produits annuels à partir de 2015.

Parallèlement à ce travail planifié d'évolution d'AURELHY (définition de la configuration optimale du logiciel, élaboration de préconisations d'utilisation), ne remettant pas en cause la philosophie générale de la méthode, d'autres thématiques, plus prospectives, pourront également être abordées dans un second temps:

- utilisation de méthodes de spatialisation utilisant une approche locale (ex PRISM) et comparaison avec AURELHY ;

- utilisation -non-standard- d'AURELHY: pas de temps non-climatologiques (quotidiens par ex.), autres paramètres, etc ...

- utilisation pour des études de sensibilité à la densité du réseau de mesures ainsi que, sur un plan plus technique, la mise en place d'une interface de lancement (type HOMER).

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Évolution d'Aurelhy:

1) Fin du stage Touré 2015 (Septembre 2015)

- Statistiques de performance des expériences de sensibilité.

2) Évolution méthodologique (Décembre 2015):

- Consolidation des résultats du stage ;

- Nouvelles expériences de sensibilité ;

- Expériences de sensibilité -combinées- .

3) Travail sur l'enrichissement en données d'entrée (Mars 2016)

4) Définition de la nouvelle version opérationnelle AURELHY-R + documentation & communication (mi 2016)

Prospective: comparaison méthodes de spatialisation locales: 2016 .

Collaborations

• internes : CEN (spatialisation des précipitations en montagne), BEDs DIR-OM (Aurelhy)

• nationales : EDF-DTG (spatialisation des précipitations en montagne)

• internationales : Météo-Suisse (spatialisation des précipitations en montagne)

Stages proposés (type, durée, sujet)

Stage étudiant INSA (3 mois): sujet à définir suivant la prospective R&D de la DCSC

Encadrement DCSC/DEC (P Simon, P. Lassègues, C. Canellas)

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

• Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 12 Thème secondaire : 0

• Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 3 Thème secondaire : 0

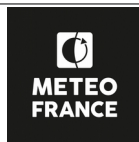
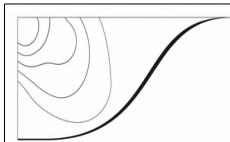
Statut

programme

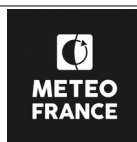
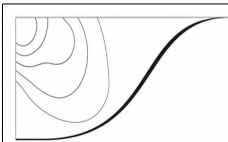
Demandes d'aide au CNRM

• Frais de missions :

1500 € pour participation à une conférence internationale (ex: ECAC 2016)



DIROP : Études menées à DOP



CAlibration Résolument Très Orientée Non-paramétrique

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : CALibration Résolument Très Orientée Non-paramétrique
- Surnom : CARTON

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : DOP

Personnes menant l'étude

- Responsable : Olivier MESTRE
- Courriel du responsable : olivier.mestre@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Maxime Taillardat, Michaël Zamo, Harold Petithomme, Philippe Arbogast, Philippe Naveau

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : CARTON

- Éléments complémentaires :

Fiche bénéficiant de la FCPLR obtenue en juin 2014 par Maxime Taillardat - encadrant principal de thèse : Philippe Naveau, LSCE, co-encadrement Olivier Mestre, DPREVI/COMPAS, AL Fougères, U. Lyon

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :

1--étude des cyclogénèses (et cyclones), prévisibilité (dont prévision d'ensemble)

- Thème secondaire :

0--sans objet

État des lieux

État d'avancement

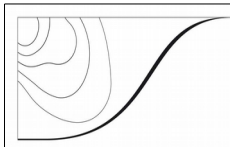
* Points Calibration et ECC

Les travaux de Maxime Taillardat ont permis des avancées significatives de CARTON :

- recodage des méthodes EMOS/BMA et comparaison des résultats avec la méthode développée à DOP par Maxime (régression quantile par forêts aléatoires (RFQ) ;
- tests sur plusieurs paramètres: températures, vent (un article soumis), nébulosité, précipitations ;
- évaluation de l'apport des ensembles et de l'info apportée par un modèle déterministe, la méthode RFQ permettant de le faire.

Les méthodes de copule d'ensemble (ECC) et Shaake Shuffle ont également été testées par Maxime. Elles montrent que la cohérence spatio-temporelle des prévisions d'ensemble peut être restaurée après la calibration.

* Agrégation d'experts probabilistes



Réflexions en cours (Michaël Zamo) sur la meilleure manière de procéder.

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

-Calibrated Ensemble Forecasts using Quantile Regression Forests and Ensemble Model Output Statistics-
Taillardat, M., Mestre, O., Zamo, M., Naveau, P. Monthly Weather Review, soumis

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Compléments 16 p x mois

Description de l'étude

Poursuite des travaux sur la calibration des prévisions d'ensemble :

- approfondissement de la méthode pour de nouveaux éléments (nébul, RR) ;
- à voir : possibilité d'une AS d'activité électrique probabiliste ;
- restauration de la dépendance spatiale.

Lien vers l'opérationnel

A noter : l'équipe est impliquée dans le projet européen EoCoe (en collaboration avec le CERFACS et GMAP/RECYF)

Fourniture de prévisions d'ensemble calibrées

Éléments de planification

Calendrier envisagé : Étude au long cours

Collaborations

- internes : GMAP/RECYF
- nationales : LSCE (P. Naveau), U. Lyon (AL Fougères)

Projets ou contrats associés : EoCoe

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 16 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

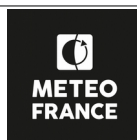
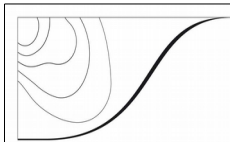
Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

1k€ missions Toulouse/Lyon (actuelle affectation de Maxime)



SPAtialisation du VENT A Partir D'Adaptations Statistiques Super Innovantes

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : SPAtialisation du VENT A Partir D'Adaptations Statistiques Super Innovantes
- Surnom : SPAVENTAPASSERI

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : DOP

Personnes menant l'étude

- Responsable : Michaël Zamo
- Courriel du responsable : michael.zamo@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Liliane Bel (AgroParisTech), Olivier Mestre (DirOp/COMPAS/DOP)

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : SPAVENTAPASSERI

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
4--prévision à méso-échelle
- Thème secondaire :
0--sans objet

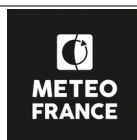
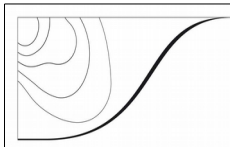
État des lieux

État d'avancement

L'étude vise construire des AS probabilistes de vent en points de grille, en modélisant la dépendance spatiale entre plusieurs points de grille. L'objectif est de produire de telles AS à destination d'utilisateurs souhaitant disposer de prévisions améliorées en dehors des emplacements des stations météorologiques.

2014 a permis de finaliser l'étude sur la spatialisation des mesures de vent moyen vers la grille d'AROME, au pas horaire, pour la France métropolitaine. La méthode de spatialisation finalement retenue est basée sur les splines plaque mince de régression, et fait intervenir peu de variables (prévision de vent moyen la plus récente d'AROME, position et altitude). Il a été procédé à une évaluation des performances de l'analyse AROME par validation croisée (en mettant des stations de côté). Cela a permis de montrer que notre méthode de spatialisation obtient de meilleures performances que l'analyse d'AROME et produit des champs d'aspect réaliste. L'archive de mesures spatialisées par notre méthode couvre à présent la période janvier 2011 à mars 2015, au pas horaire.

Des AS de vent moyen ARPEGE en points de grille ont également été construites et comparées, en prenant comme observation les mesures spatialisées présentées ci-dessus. Ces AS ont été construites pour plusieurs domaines en regroupant les points de grille. Les forêts aléatoires obtiennent des performances notablement meilleures que les prévisions brutes d'ARPEGE, quelles que soient les zones géographiques considérées. La taille de regroupement optimale des points de grille pour une AS a été estimée à 3x3 points de grille. Ces AS



seront mises en opérationnel courant 2016. Un article est en cours de rédaction sur l'ensemble de ces résultats (spatialisation et AS).

Des résultats préliminaires sur la calibration d'ensemble montrent que la méthode du Schaake shuffle permet de reconstruire aussi bien, voire mieux, que l'ensemble copula coupling (ECC) la distribution conjointe calibrée pour plusieurs points de grille.

Ces résultats ont été présentés sous forme de poster lors de conférences internationales en 2015.

Saïd Qasmi, en stage de cinquième semestre de formation EIENM à DOP, a étudié la spatialisation d'AS de rafales. A la suite d'un banc d'essai, il a dégagé les meilleures méthodes d'AS (forêts aléatoires ou machines à vecteur support généralement) pour les stations métropolitaines. Il a également montré qu'employer pour une station donnée (station cible) un modèle d'AS construit sur une autre station (station origine) ne dégrade pas ou peu la performance si l'autre station est bien choisie. Il n'a cependant pas été possible de dégager de règle permettant de choisir efficacement la station origine, ce qui aurait permis de spatialiser les AS de rafales.

Publications

• Posters :

- European Geosciences Union General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12 – 17 April 2015 : -Improved gridded wind forecasts by statistical post-processing of numerical models with functional and/or block regressions- (M. Zamo) - Spatial Statistics: Emerging Patterns, 9-12 June 2015, Avignon, France : -Gridding and calibrating ensemble wind forecasts in the boundary layer- (M. Zamo)

• Rapports de stages :

- Étude des performances de la méthode de transport d'Adaptation Statistique de la force des rafales de vent, Saïd Qasmi, janvier 2015. Disponible sur le site de l'équipe DOP:
http://vm-dop/gestion/doc/etudes/2015_Qasmi_Transport_AS_rafales.pdf

Communications, participations à des ateliers ou conférences

- Journées d'étude en Statistique, -Choix et agrégation de modèles-, CNRS, Fréjus, 5-10 Octobre 2014 (M. Zamo)
- European Geosciences Union General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12 – 17 April 2015 (M. Zamo)
- Spatial Statistics: Emerging Patterns, 9-12 June 2015, Avignon, France (M. Zamo)

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

• Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 11 Thème secondaire : 0

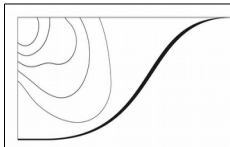
• Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Les sorties de Modèles de Prévision Numérique du Temps sont généralement entachées de biais, dus à diverses incertitudes et simplifications : incertitudes dans la mesure de l'état initial, simplification des processus physiques de l'atmosphère, résolution du modèle.

Afin de tenter de corriger ces biais, des méthodes statistiques sont utilisées, essentiellement en calibrant des modèles de régression (au sens large du terme) entre observations et prévisions correspondantes. Ces adaptations statistiques (AS) utilisées à Météo-France, aussi utiles et efficaces soient elles, souffrent de plusieurs problèmes : d'une part, elles ne sont calculées qu'aux lieux où sont disponibles des observations, et d'autre part les AS sont réalisées indépendamment en chaque point. La dimension spatiale n'étant pas prise en compte, on perd une source d'information potentielle. De plus, la cohérence spatiale de l'état de l'atmosphère n'est plus assurée. Et par ailleurs, de nouvelles demandes d'AS spatialisées (en points de



grille) émergent. C'est particulièrement le cas pour les prévisions de vent, qui intéressent les producteurs éoliens.

Si l'on considère les sorties de la Prévision d'Ensemble ARPEGE (PEARP), celles-ci sont disponibles par pas de 3H (6H au delà de 54H d'échéance), sur une grille de 25 km sur la France. Or des utilisateurs comme EDF, RTE... ont besoin de sorties au pas de temps demi-horaire sur les emplacements des fermes éoliennes.

Les études menées en 2013 ont permis de tester des techniques de data-mining classiques sur le problème de la prévision du vent, avec d'excellents résultats pour le vent moyen. Cela permet en outre de « s'approprier » les données. Pour les rafales, la paramétrisation d'ARPEGE ayant changé récemment, il faudra reconduire l'étude ultérieurement. La suite de l'étude se concentrera donc sur la prévision de la vitesse du vent à dix mètres (moyenné sur dix minutes).

En 2014, le travail a principalement porté sur la spatialisation des mesures de vent. Il a été montré que des méthodes de régression permettent d'obtenir des mesures interpolées suffisamment exactes pour servir de base à des AS en points de grille. Ces méthodes de régression (splines plaques minces de régression) donnent des cartes de vent réalistes et obtiennent des scores meilleurs que l'analyse AROME. Une archive au pas horaire de cette spatialisation est disponible pour la période janvier 2011-mars 2015 pour la France métropolitaine sur la grille AROME (0.025° de résolution). Elle a servi dans un premier temps à une étude pour des AS de vent moyen ARPEGE à la résolution 0,1°. Cette étude a montré que les forêts aléatoires permettent d'obtenir des prévisions notablement meilleures que les sorties directes d'ARPEGE. Ces AS seront mises en opérationnel dans le courant 2016. Un article décrivant la méthode de spatialisation des mesures de vent moyen et les AS ARPEGE est en cours de rédaction.

Pour la suite de ce projet, les techniques de modélisation spatio-temporelles avancées décrites ci-après permettront de débiaiser le modèle de prévision, ce qui est le rôle traditionnel d'une AS, mais également de réaliser une interpolation spatio-temporelle tout en fournissant une estimation calibrée de l'incertitude des prévisions. En clair, on vise à développer des AS probabilistes disponibles en points de grille.

La méthodologie envisagée présente trois aspects, chacun pouvant comprendre plusieurs variantes dont on déterminera la plus performante :

1 - Construction d'AS probabilistes en points de grille : on cherche ici à construire des AS construites sur chaque point de grille séparément. Ces AS prendront une forme probabiliste permettant de quantifier efficacement l'incertitude de la prévision.

2 - Reconstruction de la dépendance spatiale entre les AS sur plusieurs points de grille : les AS spatialisées pourront souffrir d'un manque de cohérence spatio-temporelle. En effet, elles seront construites sur des AS en différents points a priori non cohérentes entre elles et ne permettant donc pas de construire la distribution conjointe du vent prévu en plusieurs points de grille. En clair, elles ne permettront pas de prévoir la probabilité de dépassement de seuil de vent simultanément en plusieurs points de grille. Des méthodes statistiques permettent de reconstruire cette dépendance spatiale entre points de grille.

3 - Descente d'échelle : les AS probabilistes obtenues, construites à partir d'ensembles à faible résolution spatiale, pourront être interpolées à la résolution des mesures de vent spatialisées précédemment (0,025°).

La procédure envisagée pour ces différents aspects sont présentés plus en détails ci-dessous.

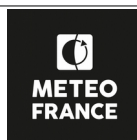
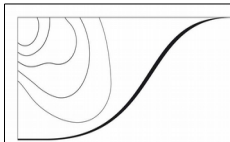
* Construction d'AS probabilistes en points de grille :

La construction d'AS en points de grille s'effectuera selon deux approches dont on retiendra la meilleure :

- une première approche comportant deux étapes : une spatialisation des mesures de vent vers les points de grille d'un modèle de prévision (AROME); puis la construction d'AS probabilistes en points de grille sur la base de ces pseudo-mesures en points de grille

- une deuxième approche également en deux étapes : la construction d'AS probabilistes en points stations; puis spatialisation de ces AS vers les points de grille d'un modèle de prévision.

Ces deux approches diffèrent donc fondamentalement par l'ordre adopté : spatialisation puis AS ou AS puis spatialisation. Courant 2014, il a été montré cependant que la deuxième approche ne fonctionne pas sur des AS déterministes (cf. stage de Saïd Qasmi sur les rafales). La première approche est déjà bien avancée, la spatialisation des mesures de vent étant déjà disponible.



Plusieurs AS probabilistes seront construites, grâce notamment à l'utilisation de plusieurs modèles bruts (d'ensemble ou déterministes) et/ou de méthodes de calibrage (régression non homogène, forêt de régression quantile testée par Maxime Taillardat, processus aléatoire). Pour chaque point de grille, on pourra donc utiliser des méthodes de combinaison de modèles pour améliorer la performance. Diverses méthodes de combinaison pourront être testées, comme des méthodes de pooling, la moyenne bayésienne de modèles (BMA) et l'agrégation séquentielle d'experts. Les méthodes d'agrégation séquentielle d'experts ont été testées par Nicolas Morie dans un cadre déterministe. Elles permettent à peu de frais d'obtenir de meilleures performances que chacune des AS combinées. Les ensembles employés regrouperont les ensembles issus de TIGGE disponibles en opérationnel à Météo-France. Les modèles déterministes seront pris parmi les modèles disponibles en opérationnel à Météo-France.

* Reconstruction de la dépendance spatiale entre les AS sur plusieurs points de grille :

L'approche envisagée sur ce point est basée sur les copules, empiriques ou paramétriques. Maxime Taillardat a montré lors de son travail de fin d'études que l'ensemble copula coupling (ECC) permet de reproduire la structure spatiale d'un ensemble brut sur l'ensemble calibré. Cependant, l'approche ECC ne peut pas être employée pour une AS probabiliste issue d'une combinaison d'AS probabilistes (on perd la notion d'ensemble d'origine). Nous utiliserons donc pour ce point une autre copule empirique (le Schaake shuffle) et des copules paramétriques. Des résultats préliminaires montrent que le Schaake shuffle peuvent donner de meilleurs résultats que l'ECC sur une AS d'un seul ensemble, et que la copule paramétrique la plus adaptée à nos données de vent est la copule de student (pour deux points de grille proches). Les copules paramétriques ne permettant pas de traiter des problèmes de très grande dimension, nous modéliserons les paramètres de la copule choisie par un modèle géostatistique, ce qui aura pour avantage supplémentaire de pouvoir appliquer la méthode en tout point du domaine d'étude.

* Validation des résultats

Une phase de validation et de scoring des prévisions obtenues interviendra aux différentes étapes précédentes en confrontant les prévisions aux observations. Une étude fine, en fonction par exemple du type de temps, fournirait des informations sur la qualité de la prévision selon la situation météorologique. L'intérêt de la méthode est qu'elle permettrait également d'établir des cartes d'incertitude de la prévision. Cette approche débouchera sur un choix du modèle le plus efficace parmi ceux testés (meilleure méthode de spatialisation, meilleure méthode de combinaison d'AS probabilistes, meilleure méthode de reconstruction de la dépendance spatiale), et sur une exploitation de nature probabiliste des résultats.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Développement des AS probabilistes spatialisées en point de grille : d'ici fin 2015

Combinaison de modèles : premier semestre 2016

Collaborations

- internes : CNRM/GMAP, CNRM/GMME
- nationales : Liliane Bel (AgroParisTech)

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

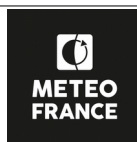
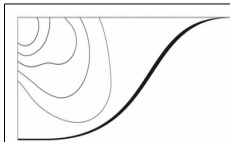
Thème principal : 11 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme



Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

0,5 k euro : mission Toulouse/Paris ou Paris/Toulouse : rencontre Liliane Bel, Directrice de thèse

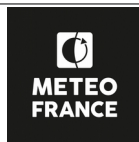
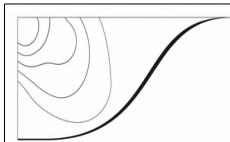
- Autres financements :

Inscription en troisième année de thèse (octobre 2015): 0,5 k euro

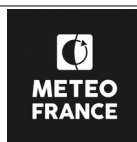
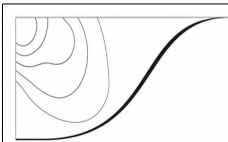
Compléments

Cette étude se déroulera sur plusieurs années, et est effectuée par Michaël Zamo dans le cadre d'une thèse encadrée par Liliane Bel (AgroParisTech), Olivier Mestre (DPREVI/COMPAS) - soutenance de thèse en cours 2016. Développement des AS probabilistes spatialisées en point de grille : d'ici fin 2015

Combinaison de modèles : premier semestre 2016



DIROP : Études menées à MAR



Amélioration du système opérationnel de prévision de dérives à Météo France

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Amélioration du système opérationnel de prévision de dérives à Météo France
- Surnom : DERIVES

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : MAR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Pierre Daniel
- Courriel du responsable : pierre.daniel@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Ulvoas Valérie, Paradis Denis

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
Amélioration du système opérationnel de prévision de dérives à Météo France

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
8--océanographie (modélisation et instrumentation)
- Thème secondaire :
1--étude des cyclogénèses (et cyclones), prévisibilité (dont prévision d'ensemble)

Axes du contrat d'objectif concernés

Améliorer la prévision à toutes les échéances et à toutes les échelles d'espace et de temps.
Enrichir le contenu probabiliste de la prévision numérique à courte échéance.
Prévoir des paramètres plus directement utilisables dans la prise de décision.

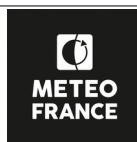
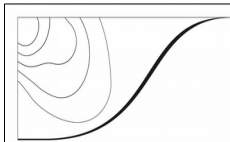
État des lieux

État d'avancement

Plusieurs évolutions du système opérationnel Mothy ont été réalisées en 2015 :

- Suite à différents retours d'expérience menés avec des CROSS et à des collaborations (US-CG), 13 nouvelles cibles SAR (objets que l'on peut faire dériver selon le mode « leeway » de MOTHY) ont été ajoutées, alors que 6 autres (inutiles) ont été supprimées pour disposer maintenant de 70 cibles potentielles (fin juillet) ;
- Refonte des formulaires de demande de dérive MOTHY ;
- Passage de la résolution des courants GFS au $\frac{1}{4}^\circ$.

Parallèlement, de nombreux développements ont été menés :



- Calcul de dérives du Polar Pod de Jean-Louis Etienne sur 3 ans autour de l'Antarctique pour préparer son expédition prévue démarrer en 2016 ;
- Préparation à l'utilisation de courants Mercator Ocean (PSY4) haute résolution (1/12°) pour les domaines Aladin outre mer ;
- Plusieurs travaux exploratoires : dérives de baleine (avec Chris Barker de la NOAA), de déchets flottants en mer de Corail (LPO de Brest), d'algues sargasses (sujet développé aux Antilles par plusieurs organismes, suivi en collaboration avec la DIRAG) ;
- Portage du système MOTHY sur les serveurs qui prendront le relais de glenan et pitcairn d'ici la fin 2015 (molene-prod1, corfou-prod2 et oleron-int) ;
- Support à la DIRNC pour développer une configuration MOTHY de très haute résolution pour la Nouvelle-Calédonie en utilisant les courants océaniques produits par le modèle FVCOM de l'IRD.

En outre, plusieurs assistances (institutionnelles ou commerciales) ont été conduites :

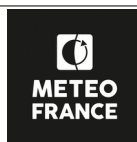
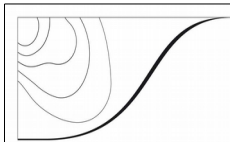
- Mise en place, avec la D2C, d'une convention entre l'ITOPF et MF pour réaliser des dérives en mer d'hydrocarbure, H24, en tous lieux (déjà plusieurs demandes à proximité de la Corée ou de Singapour) ;
- Étude de dérive d'hydrocarbures sur 40 jours suite à l'accident du chalutier russe Oleg Naydenov le 14 avril 2015, à 15 nautiques au sud de l'île Grande Canarie, par 2 700 m de fond, avec 1400 t d'IFO 380 à bord. (demande PREMAR Atlantique) ;
- Dérives fictives pour l'exercice Roches Douvres 2015 en mai 2015 (demande PREMAR Manche Mer du Nord), exercice POLMAR en Méditerranée ;
- Étude de dérive à rebours d'hydrocarbure pour les autorités mauritaniennes ;
- Plusieurs calculs de dérive dans le cadre de réquisitions judiciaires.

Compte tenu des limites atteintes par l'actuelle IHM de lancement de MOTHY, en termes d'évolution, la décision a été prise par DirOP/MAR, PG et le projet Synopsis de développer une interface de lancement et de visualisation de modèles d'alerte dans Synopsis pour 2017. Les spécifications fonctionnelles pour MOTHY ont donc été rédigées et transmises à l'équipe projet Synopsis.

Le projet MEDESS-4MS (Mediterranean Decision Support System for Marine Security) s'est achevé le 31 mars 2015, après 3 ans et 2 mois de collaboration entre les 21 partenaires de 7 pays méditerranéens. Il a permis le développement d'une interface utilisateur centralisée, pour lancer des modèles de simulation de dérive de nappe d'hydrocarbures en mer disponibles pour la Méditerranée (dont MOTHY) en utilisant des données météo-océaniques à l'état de l'art sur cette zone (dont ARPEGE). Les résultats des simulations peuvent s'afficher dans un SIG doté de nombreuses fonctionnalités quant à la sensibilité du littoral, l'emplacement des zones protégées ou encore les équipements d'intervention. Les outils vont être maintenus « un certain temps » afin d'en assurer la disponibilité auprès des utilisateurs finaux. Par ailleurs, une consolidation et une dissémination des résultats pourraient être supportées par le biais d'une candidature à un futur projet de capitalisation dans le cadre du 1er appel à projet du programme Med 2014-2020, en juin 2015. En l'absence de structure de coordination et de financement, il est peu probable que la pérennité du système puisse être assurée car un modèle économique ne semble pas exister pour cet outil.

Pour sa part, le contrat de recherche avec le SHOM ayant pour objectif de fournir au SHOM la capacité à simuler la dérive d'objets, de navires ou de polluants sous l'effet du vent et des courants océaniques, s'est achevé début mai 2015. Une dernière version de MOTHY a été installée sur une machine du SHOM/Toulouse, intégrant les derniers développements réalisés (une capacité à utiliser les courants haute fréquence et une marée disponible en tous points du globe (FES 2012), validée sur plusieurs marégraphes). Ce contrat a été une grande réussite pour le SHOM (objectifs atteints) et pour Météo-France (nombreux développements réalisés sur le code MOTHY) et un nouveau contrat de recherche est envisagé pour 2016.

Enfin, en mars, une formation a été dispensée aux prévisionnistes « marine » du CNP pour rafraîchir leurs connaissances sur le système MOTHY (notamment sur la prévision d'ensemble, la prévision multi-modèle, les nouveaux forçages disponibles et les configurations spécifiques à certaines assistances).



Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 22 Thème secondaire : 1

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Le maintien de la capacité opérationnelle du CNP en matière de prévision de dérive, la satisfaction de nos clients institutionnels (Cedre, Préfectures Maritimes, DAM...) et donc l'amélioration continue de nos systèmes de prévision de dérive, demeurent des priorités de l'équipe.

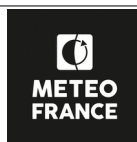
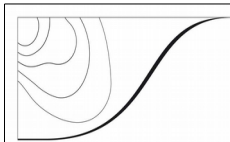
L'effort portera en 2016 sur l'ajout de nouvelles fonctionnalités dans le système opérationnel Mothy :

- Après une validation approfondie (non-régression sur la zone Mer du Nord-Manche-Golfe de Gascogne), mise en place de la possibilité d'activer la marée en tous lieux (marée « globale ») ;
- capacité à initialiser une nappe d'hydrocarbure surfacique (polygone ou ensemble de points et non seulement un point) ;
- nouveaux forçages météo-océaniques disponibles (courants des systèmes IBI et PSY4 de Mercator Ocean, augmentation de résolution de Arpege et Arome, extension des échéances de Arome...) et extension de la prévision d'ensemble Mothy aux forçages de l'EPS du CEP de la PE-Arome ainsi qu'aux objets dérivants (en plus des nappes d'hydrocarbure) ;
- nouvelles cibles SAR dans la mesure où des observations de leurs dérives sont obtenues (algues sargasses par exemple).

Plusieurs collaborations seront poursuivies en 2016 :

- Avec le SHOM, pour définir un nouveau contrat de recherche sur l'amélioration des fonctionnalités de MOTHY et son intégration dans la production HYCOM3D ;
- Avec le projet Synopsis pour suivre et valider la nouvelle IHM de lancement de modèle d'alerte adaptée à MOTHY ;
- Avec l'IRD et la DIR-NC pour permettre à MOTHY d'utiliser les courants océanographiques produits par le modèle FVCOM de l'IRD. Cette configuration FVCOM a comme originalité un maillage déstructuré permettant d'améliorer sensiblement les prévisions de courants marins par petit fond, notamment pour les circulations intra-lagunaires dans la baie de Nouméa. Les développements que nous réaliserons se baseront sur ceux déjà implémentés pour la prise en compte des courants HYCOM-3D dans MOTHY. Nous aurons également à fournir une assistance à un stage IENM3 sur le sujet, encadré par la DIR-NC . A terme, le système Mothy sera capable d'intégrer opérationnellement les courants FVCOM pour la prévision des dérives sur le territoire de la Nouvelle-Calédonie. La répliquabilité de ce travail dans une autre zone d'intérêt (grands lagons avec marée, notamment Mayotte) est possible dans la mesure où un système océanographique opérationnel y sera développé ;
- Avec nos anciens partenaires du projet Medess4ms pour trouver une solution de pérennité au système développé en 2012-2015 pour la Méditerranée ;
- Avec nos partenaires historiques (comme le Cedre, la DAM, l'US-CG, la NOAA, MetNo, LPO, etc...) pour prendre en compte leurs besoins ou collaborer à l'amélioration des calculs de dérives.

La validation du système Mothy est menée régulièrement lors d'expérimentations dédiées ou de Retex communiqués par les CROSS. Suite au stage de P Sadoulet en 2010, des outils existent pour utiliser les données des bouées Argo lors de leur dérive en surface durant une douzaine d'heures. Il reste à mettre au point une procédure un peu plus automatique et à mieux utiliser l'information sur la précision des données (positionnement GPS). L'objectif est de mieux connaître le comportement de Mothy sur des zones très diverses et de tester différents forçages océaniques ou l'impact des vagues (dérive de Stokes).



Éléments de planification

Calendrier envisagé

- Premier semestre 2016, mise en opération d'une nouvelle version de Mothy incluant notamment la marée globale, l'extension de la prévision d'ensemble à l'EPS et aux objets, la capacité à initialiser une nappe d'hydrocarbure surfacique, les nouveaux forçages océaniques,
- Mi 2016, nouvelle configuration de Mothy en Nouvelle Calédonie, utilisant les courants de l'IRD .

Collaborations

- internes :

DSI, DPrévi/Compas, DSM/EC, GMAP, D2C, DIR outre mer et métropolitaines

- nationales :

Mercator-Ocean, OMP, Cedre, Ifremer, SHOM, DAM, CROSS, Ecole des Mines d'Ales, Total, Université de La Rochelle, IRD

- internationales :

MetNo, Puertos del Estado, UCY, HCMR, UPC, AZTI, IST, INGV, EMSA, MOON, NOAA

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 20 Thème secondaire : 2

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

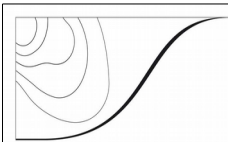
Statut

projet

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

3500 euros ; 2-3 missions (nationale et/ou internationale) pour participer à la communication sur nos travaux R&D ou faire de la veille scientifique



Amélioration du système opérationnel de prévision de surcotes à Météo France

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Amélioration du système opérationnel de prévision de surcotes à Météo France
- Surnom : SURCOTES

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : MAR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Patrick Ohl
- Courriel du responsable : patrick.ohl@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Ayache David, Guillaume Morvan, Paradis Denis

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
Amélioration du système opérationnel de prévision de surcotes à Météo France

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
8--océanographie (modélisation et instrumentation)
- Thème secondaire :
1--étude des cyclogénèses (et cyclones), prévisibilité (dont prévision d'ensemble)

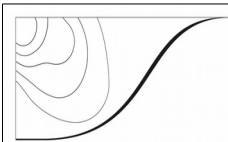
Axes du contrat d'objectif concernés

Améliorer la prévision à toutes les échéances et à toutes les échelles d'espace et de temps
Enrichir le contenu probabiliste de la prévision numérique à courte échéance
Prévoir des paramètres plus directement utilisables dans la prise de décision

État des lieux

État d'avancement

En 2015, le projet HOMONIM (Historique Observation MODélisation des Niveaux Marins, mené avec le SHOM et co-financé par la DGPR) a encore beaucoup occupé l'équipe « surcotes » de DirOP/MAR. Le 28 janvier, la chaîne opérationnelle de modélisation des surcotes basée sur Hycom2D a ainsi évolué pour adopter une nouvelle bathymétrie sur la Méditerranée (issue des travaux du SHOM dans HOMONIM), pour utiliser une friction de fond optimisée (par une méthode stochastique) dans la configuration Atlantique et pour améliorer le post-traitement (grille 1/24° pour la Méditerranée, au lieu de 1/12°, nouveaux points de sortie et production de fichiers NetCDF pour une visualisation par le SHOM). Fin février, un nouveau bulletin « J2J3 » prolongeant le bulletin « VVS » a été produit pour permettre aux prévisionnistes d'accéder aux résultats détaillés du modèle à chaque pleine mer jusqu'à l'échéance 3 jours. A l'automne, une nouvelle version sera déployée sur la chaîne opérationnelle : elle inclura une nouvelle bathymétrie pour la



configuration Atlantique avec une friction de fond (devenue dépendante de la hauteur d'eau) et une tension de vent qui auront été optimisés. Les premiers résultats montrent une amélioration des scores sur notre panel de 22 tempêtes et sur un run long (pour la marée et la surcote). En outre, la production des configurations Atlantique et Méditerranée, forcées par Arome, sera mise à niveau : allongement des échéances pour les 4 réseaux existants (0, 6, 12 et 18 UTC) qui étaient limitées à 30 h et passeront donc à 42, 36, 42 et 36 h respectivement, et introduction du réseau de 3 UTC (échéances jusqu'à 39 h).

Les travaux pour prendre en compte l'état de la mer dans le terme de tension du vent (couplage en temps différé avec MFWAM) et ceux pour activer l'option « découverture » (meilleure représentation de l'estran, suppression des instabilités lors des basses mers de fort coefficient) n'ont pas abouti en 2015 : ils doivent être prolongés en 2016.

Toujours dans le cadre du projet HOMONIM, un système de prévision d'ensemble (PE) de surcotes, basée sur la PEARP (qui a vu sa résolution passer au 1/10° en avril) et l'EPS, et à la fois sur l'ancien modèle de Météo France et sur le nouveau (Hycom2D), a été amélioré pour produire 2 fois par jour des PE, en mode R&D. Ces dernières alimentent une interface de visualisation (adaptée de celle mise au point dans le projet ECOOP) que des prévisionnistes ont testée pour l'améliorer. Plusieurs scores ont été calculés pour évaluer la qualité de cette PE. Ils ont fait l'objet d'une présentation aux journées R&D de MF en juin. Le travail de portage vers Vortex a démarré en 2015, avec difficulté, compte tenu du manque de soutien disponible dans l'équipe projet Vortex. Il se poursuivra au second semestre pour déboucher sur une mise en opérationnel prévue fin-2015.

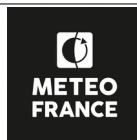
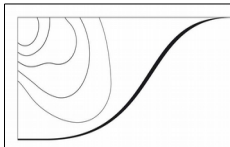
En collaboration avec DirOP/MAR, le SHOM est parvenu à démontrer la faisabilité technique d'un système couplant un modèle de surcotes (Hycom2D) et un modèle de vagues (WW3), avec Oasis, sur une zone à enjeux (Pertuis charentais), nécessitant une cascade de 4 domaines pour Hycom2D pour parvenir à une résolution de 30 m. Les résultats de ce prototype (sur la tempête Xynthia) doivent encore être analysés pour évaluer sa qualité et la méthodologie sera réutilisée sur d'autres zones et sur d'autres épisodes où les observations sont plus nombreuses.

Après 1 an de préparation avec le SHOM, de présentation aux comités de coordination et de pilotage, de négociation avec la DGPR, la phase-II du projet HOMONIM a finalement été acceptée le 24 juin lors de la réunion de son CoPil, avec un financement DGPR et DGSCGC. Nous aurons ainsi la possibilité de recruter un CDD durant les 4 ans et 1 mois de cette deuxième phase (août 2015 à août 2019). Cette phase-II permettra de poursuivre les travaux entamés sur les configurations Hycom2D en métropole et sur le couplage avec le modèle WW3, de préparer puis mettre en place des configurations Hycom2D sur l'océan indien (2016) puis sur les Antilles et la Guyane (2017) et qui intégreront une bathymétrie raffinée en 2018.

L'équipe participe parallèlement à la réflexion et à des travaux avec le SCHAPI, le CETE-SO, le CEREMA, La DREAL Aquitaine (SPC-GAD), le CERFACS et EDF-LNHE sur l'évolution du système Gironde, et notamment sur son rapprochement avec le modèle RIG du SMIDDEST et de la DDTM33 (également basé sur Telemac2D mais gérant les débordements). Cette activité, pilotée par le SCHAPI, traite le volet R&D de l'ancien projet Gironde. En attendant, et à la demande du SPC-GAD et du SCHAPI, le système Gironde opérationnel est passé le 31 mars 2015 de 4 à 10 réseaux quotidiens de production, tout en améliorant la robustesse du traitement des débits fluviaux (point faible du système).

Une réflexion a démarré également cette année pour reconsidérer l'indicateur COP de suivi de qualité des prévisions de surcote (IP17). Son comportement est effectivement trop dépendant du type de période considérée (nombre d'événements de surcote marquée), ainsi que du nombre d'observations marégraphiques prises en compte (du à leurs indisponibilités temporaires ou à l'application d'un seuil sur la grandeur observée dans le calcul de score de l'indicateur). L'évolution de la qualité du modèle n'est pas toujours suffisante pour compenser ces variations, ce qui peut aboutir à un indicateur en baisse (alors que le modèle s'améliore) du fait d'une période très riche en tempêtes (hiver 2013-2014). Avec le concours de DirOP/COMPAS/COM, plusieurs tests ont été réalisés pour corriger autant que possible ce comportement : prise en compte de plus de sites, indicateur pondéré par l'EQM ou l'écart type de l'observation, remplacement de la surcote instantanée par la surcote de pleine mer, seuillage ou non de cette surcote de pleine mer...

Plusieurs demandes de fournitures de prévision ou d'analyse de surcote ont été satisfaites, en provenance de partenaires ou de clients : SCHAPI (estuaire de la Canche), SPC, EDF (LNHE et CNPE), DreLR...



Enfin, les prédictions de marée pour l'année 2016 ont été obtenues du SHOM et du SCHAPI (Gironde), puis elles ont été traitées pour être ensuite utilisées par DSI/OP/BDO (mise à jour BDMP) et DSI/OP/AOM (Synergie).

Communications, participations à des ateliers ou conférences

Journées R&D 2015 de Météo-France, 10 juin 2015 : « Rejeu de situations extrêmes en météorologie marine » D. Paradis, P. Ohl, D. Ayache, L. Aouf, C. Bataille, G. Morvan, et les équipes projet de HOMONIM, IncREO et VIMERS.

Rencontres R&D 2015 de Météo-France, session prévision d'ensemble, 10 juin 2015 : « Prévision d'ensemble de surcotes » G. Morvan, D. Paradis, P. Ohl, D. Ayache.

Journée « Estuaires » organisée par le SCHAPI avec les SPC concernés, à Nantes le 17 mars 2015 : « Rejeu d'événements anciens : projet IncREO » D. Paradis ; « Prévision des surcotes et des états de mer : projet HOMONIM et produits disponibles » D. Jourdan et D. Paradis

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 23 Thème secondaire : 1

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 9

Description de l'étude

La phase II du projet HOMONIM (Historique Observation MODélisation des Niveaux Marins, 2015-2019) mobilisera l'équipe « surcotes » de Dprévi/Mar en 2016. Il s'agira donc de :

- Mettre en opérationnel en septembre/octobre 2016 une configuration « SW Océan Indien » de Hycom2D après avoir, avec le SHOM et en concertation avec la DIROI, choisi l'emprise du domaine, construit sa bathymétrie, sélectionné des cas à rejouer (collecte des données observées, des forçages météorologiques) et validé la configuration ;

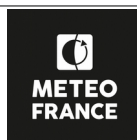
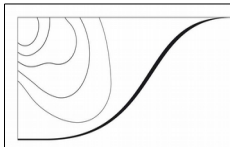
- Mettre en opérationnel en octobre/novembre 2016 une version actualisée de Hycom2D, incluant les modifications inspirées par les derniers retours d'expérience (gestion des découvements, tension de vent dépendant des états de mer...) et un éventuel phasage avec les évolutions du code Hycom2D dans la communauté internationale. Une augmentation significative de la résolution de la configuration Atlantique (passage de 1 km à 500 m environ sur le littoral français) permettra de mieux décrire le niveau marin près des côtes et notamment des estuaires où nos partenaires ont besoin d'imbriquer des modèles fluviaux (Services de Prévision des Crues et SCHAPI). Cela facilitera également la mise en place des configurations Hycom2D sur des zones à enjeux et la prévision des surcotes sur le Nord et le Pas de Calais devrait s'améliorer, du fait d'une meilleure prise en compte des tempêtes arrivant sur le nord de l'Écosse et se dirigeant vers l'est ou le sud-est. En fonction des disponibilités de la DSI, nous chercherons à mettre en place une chaîne en double de prévision de surcotes ;

- Préparer et mettre en opérationnel une nouvelle prévision d'ensemble de surcotes basée sur l'EPS du ECMWF ou sur la PE-AROME (dans l'environnement Vortex, comme pour la PEARP) ;

- Collaborer avec le SHOM sur la validation d'un système couplé Hycom2D-WW3 sur des zones à enjeux, où la résolution atteint 30 m près du littoral.

Pour le système Gironde (calcul du niveau d'eau dans l'estuaire pour le SPC-GAD et le SCHAPI, avec le CEREMA, EDF-LNHE et le GPMB) nous continuerons d'apporter notre expertise et notre support, à l'étude du SCHAPI sur l'évolution du système actuel vers une nouvelle version intégrant le modèle RIG avec débordement utilisé par le SMIDDEST et DDTM33. Compte tenu du prochain arrêt de Synergie (outil de visualisation des résultats du système Gironde par le SPC-GAD et le SCHAPI), une nouvelle solution devra être envisagée et mise en œuvre (extranet, Synopsis, solution SCHAPI...).

Comme chaque année, l'équipe contribuera aux évolutions du dispositif VVS (interfaçage avec le SHOM pour les prédictions de marée et les références altimétriques, nouveaux points de sorties, amélioration des



graphes et des bulletins, prise en compte de nouvelles données marégraphiques, formation des prévisionnistes...), aux demandes internes et externes sur les prévisions de surcotes (mise à disposition de données, de graphes ou d'expertises)...

Un nouvel indicateur COP sera proposé pour suivre les évolutions de la qualité des prévisions de surcotes, en limitant sa dépendance aux conditions océaniques rencontrées.

Des sollicitations pour participer à des études d'impact du changement climatique sur les surcotes, arrivent régulièrement. Notre charge de travail ne permet pas d'y répondre actuellement mais, compte tenu du fort enjeu de ce thème et de notre potentiel, nous essayerons de contribuer a minima en faisant tourner nos modèles existants sur des forçages « prêts à l'emploi ».

Éléments de planification

Calendrier envisagé

o Sept/oct 2016 : mise en opérationnel d'une nouvelle configuration Océan Indien du modèle de surcotes Hycom2D;

o Oct/nov 2016 : mise en opérationnel d'une nouvelle version du modèle de surcotes Hycom2D ;

o Fin 2016 : mise en opérationnel d'une prévision d'ensemble de surcotes basée sur la PE-AROME ou l'EPS

Collaborations

- internes :

DSI/OP, Dprévi/Compas, GMAP, DSM/EC, D2C, DIR Outre-Mer et métropolitaines

- nationales :

Mercator-Ocean, SHOM, Ifremer, BRGM, SCHAPI, SPC-GAD, CEREMA, EDF-LNHE, GPMB, LEGOS

- internationales :

Puertos del Estado, MI, MetNo, MetOffice, DMI, RIKZ

Projets ou contrats associés

HOMONIM

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 22 Thème secondaire : 2

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 4

Statut

programme

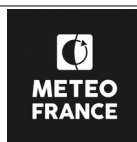
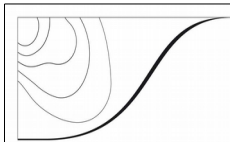
- Dans le cadre d'un programme avec des éléments de réalisation moins assurée, précisions :

Les évolutions de la chaîne opérationnelle de surcotes requièrent la disponibilité de l'équipe DSI/OP/IGA, soumise à arbitrage DirOP/D

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

3000 euros ; 2 missions (nationale ou internationale) pour participer à la communication sur nos travaux R&D ou faire de la veille scientifique



Amélioration du système opérationnel de prévision de vagues à Météo France

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : amélioration du système opérationnel de prévision de vagues à Météo France
- Surnom : VAGUES

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROP
- Équipe : MAR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Lotfi Aouf
- Courriel du responsable : lotfi.aouf@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Alice Dalphiné, Bataille Christophe, Paradis Denis, Guillaume Morvan

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
amélioration du système opérationnel de prévision de vagues à Météo France

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
8--océanographie (modélisation et instrumentation)
- Thème secondaire :
0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

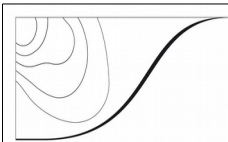
Améliorer la prévision à toutes les échéances et à toutes les échelles d'espace et de temps
Prévoir des paramètres plus directement utilisables dans la prise de décision

État des lieux

État d'avancement

Le projet HOMONIM (Historique Observation MODélisation des Niveaux Marins), mené conjointement avec le SHOM, achève sa première phase en 2015 (démarrage en 2012). Cofinancé par la DGPR, il est une des composantes du Plan Submersion Rapide et vise à améliorer la réponse institutionnelle aux risques de submersion marine. Il contient notamment un volet sur la modélisation des états de mer qui a pour objectif d'améliorer la qualité des prévisions des états de mer et donc la pertinence de la vigilance vagues-submersion (VVS), et d'aider les SPC (Service de Prévision des Crues) avec des données d'état de mer finement résolues, à la côte et aux embouchures des fleuves.

Fin mars 2015, un important jalon du projet a été franchi avec la mise en place d'une chaîne opérationnelle de production d'états de mer en côtier : après 2 ans de travaux en partenariat avec le SHOM, deux



configurations (façades Atlantique et Méditerranée) permettent de couvrir l'ensemble du littoral métropolitain à une résolution de 200 m. Cette production est réalisée à l'aide du modèle WW3, sur une grille déstructurée, imbriquée dans le modèle régional MFWAM. Les résultats sont visualisables sur l'intranet de l'équipe, en superposition des mesures des houlographes disponibles, pour faciliter l'appropriation du système par les prévisionnistes. En octobre, le futur outil de visualisation des prévisionnistes, Synopsis V15.6, propose également de ces résultats (2 grilles régionales à 1 km couvrant les côtes françaises de l'Atlantique à la Mer du Nord et de la Méditerranée, et 5 sous-grilles locales à 200 m). Au second semestre 2015, une formation à ce nouveau modèle a été préparée et dispensée aux prévisionnistes du CNP (3 sessions d'une demie-journée) et des régions (session de 1h30 à intégrer à d'autres formations).

Après un an de préparation avec le SHOM, de présentation aux comités de coordination et de pilotage, de négociation avec la DGPR, la phase-II du projet HOMONIM a finalement été acceptée le 24 juin lors de la réunion de son CoPil, avec un financement DGPR et DGSCGC. Nous aurons ainsi la possibilité de recruter un CDD durant les 4 ans et 1 mois de cette deuxième phase (août 2015 à août 2019). Cette phase-II permettra de poursuivre les travaux entamés sur les configurations WW3 en métropole et sur le couplage avec le modèle Hycom2D, de préparer puis mettre en place des configurations WW3 sur les Antilles, la Guyane, Mayotte et la Réunion.

Deux grandes évolutions ont en outre concerné les chaînes opérationnelles MFWAM et WW3, de fin octobre à début novembre 2015 :

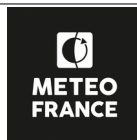
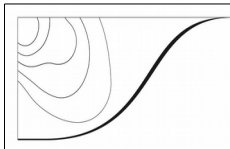
- L'introduction de l'assimilation de données altimétriques dans 4 configurations régionales de MFWAM (EURAT01 (forçages Arpege et CEP), ANGUY01, POLY01 et MASCA01) et un allongement des échéances pour MFWAM-Arpege (Global et Eurat01) au réseau de 12 h (114 h au lieu de 84h) et pour MFWAM-Arome (42, 36, 42 et 36 h pour les réseaux de 0, 6, 12 et 18 UTC, au lieu de 30, 30, 36 et 30 h) ;
- La prise en compte d'une nouvelle bathymétrie et d'un champ de granulométrie variable par la configuration Atlantique de WW3 ainsi qu'un nouveau partitionnement des états de mer (similaire à celui de MFWAM).

Ce travail régulier permet au modèle MFWAM de continuer à faire partie des 2-3 meilleurs modèles de vagues au monde dans l'intercomparaison faite pour la JCOMM au CEP (utilisation des données de bouées réparties sur le globe et comparaison aux modèles CEP, Met Office, FNMOC, NCEP, BOM, SHOM, DWD, JMA, KMA) : http://old.ecmwf.int/products/forecasts/d/charts/medium/verification/wave/intercomparaison!All%20stations%20combined!Scatter%20Index!pop!oper!w_wave_intercomparaison!201505!/

Plusieurs études ont été menées avec MFWAM ou WW3 :

- prise en compte des courants Mercator (PYS2) dans MFWAM avec un collègue bulgare (Vasco Galabov) ;
- simulation d'un épisode tempétueux dans la baie du Mont St Michel avec WW3 couplé à un modèle de niveau marin (Hycom2D) pour évaluer les risques de submersion des marais de DOL en collaboration avec le SHOM (demande de notre ministre dans le cadre d'une remise en cause du PPR local) ;
- analyse de la sous-estimation d'une houle sur le littoral guyanais (janv 2013), due à la non prise en compte du courant du Brésil et à une sous-estimation des vents ;
- premiers tests d'augmentation de résolution du modèle global MFWAM (passage du $\frac{1}{2}^\circ$ au $\frac{1}{4}^\circ$) : évaluation du gain et de son coût. Cette évolution sera proposée en 2016 après l'upgrade du super-calculateur ;
- nouveau calcul de la période pic et premiers tests de l'activation du déferlement bathymétrique.

Pour le volet spatial, en attendant le lancement du satellite franco-chinois CFOSAT en 2018 (report lié au respect de la réglementation américaine ITAR), les spectres de vagues de MFWAM-EURAT et de MFWAM-AROME ont été comparés aux observations issues de la campagne de mesures avec KUROS (instrument SWIM [RAR en bande Ku offrant un spectre de vagues plus large qu'un SAR] embarqué sur un avion). Par ailleurs, des travaux sur les données vagues restituées par la méthode «delay doppler altimetry» (autrement appelée mode SAR), issues de Cryosat-2 ont été effectués et ont montré des adaptations et des améliorations à intégrer dans le traitement développé par le CNES : ce retour d'expérience sera utile pour les données SAR de Sentinel-3. L'exploitation des données de spectres directionnels des vagues du satellite Sentinel-1A de l'Agence Spatiale Européenne (en orbite depuis le 3 avril 2014) a démarré avec du retard puisque ce type



de données n'a pu être fourni qu'à compter de début juillet 2015 : les premiers tests montrent que leur qualité doit être améliorée.

D'autre part, DirOP/MAR s'est engagé depuis mai 2015 dans le Copernicus Marine Environment Monitoring Service géré par Mercator-Ocean (délégation de la CE) en répondant aux côtés des Puertos del Estado (avec AEMET, Marine Institute et CESGA) à l'appel d'offre sur le service IBI-MFS (Iberian-Bay of Biscaye-Irish – Monitoring and Forecasting Service) de fourniture de prévisions océaniques et de vagues sur une zone allant de l'Irlande à la péninsule ibérique et les Iles Canaries. Nous serons chargés du volet R&D sur les vagues : préparation d'une configuration MFWAM dédiée (zone IBI, résolution 1/10°, imbrication dans ECWAM du CEP, forçage par les vents IFS) que les Puertos del Estado opéreront au CESGA avec le modèle océanique NEMO et un module de biogéochimie. Par la suite, un couplage sera développé entre MFWAM et NEMO sur ce domaine. Le service sera fourni sur 3 ans (2015-2018), renouvelable. DirOP/MAR pourra recruter un CDD à compter de décembre 2015 pour aider à la réalisation de ses engagements.

En outre, Mercator Ocean a convenu d'utiliser notre production d'état de mer (MFWAM forcé par IFS) sur le domaine global pour le service Copernicus (Global-MFS) et de préparer ensemble des configurations NEMO et MFWAM « faiblement » couplées (one way, asynchrone) pour 2017 en apportant le support d'un post-doc sur 18 mois, co-encadré par MF et MO.

De plus, des travaux sur le couplage océan/vagues ont démarré cette année par une étude menée en partenariat avec le NIMH bulgare, sur la Méditerranée à partir de MFWAM-Eurat et du système PSY2 (1/12°) de Mercator Ocean d'une part et d'autre part sur le globe à partir de MFWAM-Glob et de PSY3 (1/4°).

En termes de collaborations, nous avons participé au groupe du projet couplage Océan-Atmosphère mésoéchelle (AROME-NEMO-Vagues) initié par le CNRM. Nous avons fourni à Doug Vandemark de l'Université du New Hampshire (ocean process analysis Laboratory) des sorties du modèle opérationnel MFWAM-CEP pour le calcul du biais électromagnétique lié à l'état de mer (ce dernier est important pour la restitution de l'élévation de surface (mean sea level) par l'altimétrie. Et nous avons travaillé avec Sergei Badulin du Shirshov Institute of Oceanology (Russian academy of science) sur la restitution de la période pic des vagues à partir de l'altimétrie.

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

Aouf L., J-M. Lefèvre : On the impact of the assimilation of SARAL/Altika wave data in the operational wave model MFWAM. *Marine Geodesy* 38 (S1), 381-395, 2015. DOI: 10.1080/01490419.2014.1001050.

Trulsen K., J. C. Nieto Borge, G. Odin, L. Aouf, J-M. Lefèvre : Crossing sea state and rogue wave probability during the Prestige accident. *Journal of Geophysical Research : Oceans*, 120, 7113-7136, doi:10.1002/2015JC011161.

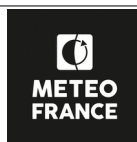
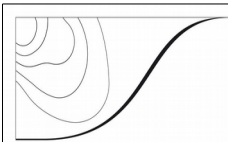
- Résumés longs d'interventions à des conférences :

Dalphinet A., L. Aouf, C. Bataille, H. Michaud : On the use of high resolution wind forcing in the operational coastal wave model WW3. *Proceedings of workshop of wave forecasting and hindcasting, Key-West (USA), November 2015.*

Dalphinet A., L. Aouf, H. Michaud : Validation of the high resolution wave model WW3 with satellite altimetry for the north-western mediterranean sea. *Proceedings of EUMETSAT conference, September 2015.*

- Rapports liés à des projets ou contrats :

« Rapport d'une étude de modélisation des états de mer et du niveau marin lors d'une tempête fictive dans la baie du Mont St Michel », 1er avril 2015, A Dalphinet, D Paradis, L Aouf, A Pasquet, H Michaud, R Baraille et D Jourdan



Communications, participations à des ateliers ou conférences

Aouf L., A. Dalphinnet : On the assimilation of SAR wave spectra of S-1A in the wave model MFWAM. Workshop of waves forecasting and hindcasting, Key-West, USA, 8-13 November 2015.

Aouf L., L. Phalippou : On the signature of swell for the Cryosat-2 SAR mode data. Ocean Surface topography-Science team (OST-ST) meeting, Reston, USA, 20-23 October 2015.

Aouf L. : Are the SAR wave spectra of S-1A ready for use in the operational wave model MFWAM ?, OST-ST meeting, Reston, USA, 20-23 October 2015.

Aouf L : On the impact of surface current in the wave model MFWAM. ESA workshop of ocean surface currents, Brest, 2-3 November 2015.

Aouf L. : The assimilation of altimeters in the operational wave model MFWAM : global and regional scales. EUMETSAT Meteorological satellite conference, Toulouse, 21-25 September 2015.

Aouf L, C. Bataille, A. Dalphinnet : On the use of altimeters SAR mode wave data in the wave model MFWAM. ESA workshop Sentinel-3 for science (SEOM), Venice, 2-5 Juin 2015.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 34 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Compléments

2 p x mois (Vasko Galabov, coopération avec la Bulgarie)

Description de l'étude

Deux projets structureront le travail de l'équipe vagues en 2016 : HOMONIM et Copernicus.

Pour Homonim, des configurations WW3 pour les Antilles et la Guyane seront préparées, testées, validées puis mises en opérationnel en août. La DIRAG sera associée à ces études ainsi que le SHOM. Une résolution d'environ 200 m sera recherchée pour le littoral français. Ces configurations seront couplées au modèle régional MFWAM au 1/10° et forcées par les vents de Arome et de IFS. Une étude sera réalisée pour tenter de ne faire qu'une seule configuration Antilles-Guyane afin de simplifier la chaîne opérationnelle. Nous travaillerons également avec le SHOM sur le couplage WW3/Hycom2D sur une zone à enjeux (résolution de 30 m) pour évaluer le gain apporté par une telle simulation et résoudre les difficultés techniques (coupleur Oasis) et scientifiques qui se posent.

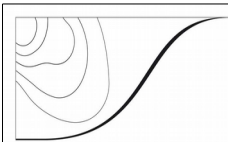
Par ailleurs, diverses pistes seront explorées pour améliorer les configurations existantes de MFWAM :

· Prendre en compte les nouveaux Arome-OM pour forcer les 4 MFWAM-OM (Antilles-Guyane, Océan Indien, Polynésie et Nouvelle Calédonie) par des vents Arome à la place des vents Aladin. En outre la résolution de la configuration Océan Indien passera du ¼° au 1/10° ;

· Préparer une augmentation de résolution du modèle MFWAM global forcé par IFS : choix de la future résolution (0.25° ou 0.2° selon contraintes DSI/OP/BDO), qualification du gain en qualité et estimation du coût calcul ;

· Porter la chaîne « vagues » dans l'environnement Vortex, une fois l'équipe formée ;

· prendre en compte les nouvelles données spatiales disponibles, comme celles issues du SAR de Sentinel-1A (voir plus loin) ;



· pour mieux intégrer l'exécution de MFWAM dans la chaîne opérationnelle, rendre possible une utilisation des forçages atmosphériques au fur et à mesure de leur production (actuellement, le modèle doit attendre tous ses forçages avant de démarrer).

D'autre part, nous sommes engagés dans deux services Copernicus pour l'océanographie (CMEMS) sur le volet vagues : IBI-MFS et Global-MFS. Pour le premier, nous aurons à préparer une configuration régionale du modèle MFWAM (zone IBI couvrant l'Irlande, le Golfe de Gascogne, la péninsule ibérique et les Canaries) dans l'environnement du CESGA (centre de calcul espagnol qui accueillera toutes les chaînes opérationnelles du IBI-MFS). De plus, pour les deux services, nous rechercherons la meilleure manière de coupler simplement les modèles océanique (NEMO) et d'état de mer (MFWAM) : prise en compte de la tension du vent modifiée par les vagues, du déferlement des vagues et de la dérive de Stokes pour le modèle d'océan et prise en compte du courant de surface pour le modèle de vagues. Nous aurons pour cela le soutien de 2 CDD, l'un pour IBI et l'autre pour le Global.

L'assimilation de données de télédétection spatiale est une des forces des systèmes de prévision des états de mer. Météo-France a toujours été et demeure étroitement associé à l'effort spatial français, en travaillant dès la définition des programmes (par ex. sur des OSSE Observation Sensitivity Simulation Experiment) puis dans les phases de CAL/VAL (Calibration / Validation), et enfin sur le transfert vers les opérations de ces travaux avec l'utilisation des données. Actuellement, les observations altimétriques de Jason-2, Saral et Cryosat-2 sont assimilées par les MFWAM globaux.

Après le lancement le 3 avril 2014 du satellite Sentinel-1A de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), l'assimilation de données satellitaires sur les vagues à PREVIMAR va pouvoir compter sur un nouveau type de données. En effet, ce satellite embarque un radar imageur (Radar à Ouverture Synthétique : SAR) avec un mode vague qui permet de restituer les spectres directionnels des vagues. Les produits « vagues » du satellite Sentinel-1A sont dans la continuité de l'ancien satellite Envisat. Après avoir passé la phase de calibration/validation (démarrée au second semestre 2015), ces données seront donc introduites dans la base opérationnelle de Météo-France (BDM) afin de pouvoir ensuite les inclure dans l'assimilation de MFWAM. La mise en place d'une procédure de contrôle de la qualité des données SAR sera nécessaire avant leur utilisation en opérationnel. Ensuite, des tests d'assimilation de spectres directionnels de vagues issus de Sentinel-1A seront réalisés afin d'évaluer l'impact sur la prévision des vagues en opérationnel.

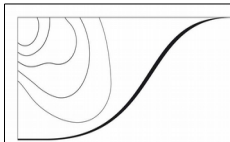
Parallèlement, les satellites Jason3, Sentinel-3 et Sentinel-1B seront lancés fin 2015 ou 2016 et les travaux préparant l'alimentation de la BDM avec leurs données RA et SAR respectivement, démarreront pour les utiliser dans notre assimilation. Nous serons également sollicités pour la Cal/val de Jason3.

Nous poursuivrons notre participation au groupe de travail du projet « couplage Océan-Atmosphère mésoéchelle » (AROME-NEMO-Vagues) afin de mieux cerner l'impact que pourrait avoir la prise en compte des états de mer dans Arome et NEMO, en suivant plus particulièrement les travaux prévus dans Surfex sur ce sujet.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

- mise en opérationnel en août 2016 d'une production d'état de mer côtier, basée sur WW3, pour Antilles et Guyane
- mise en opérationnel à l'automne 2016 d'une configuration globale de MFWAM forcée par IFS, à une résolution doublée, et prise en compte des données spectrales de Sentinel-1A et de Sentinel-3 ainsi que des données RA de Jason3 si disponibles, dans l'assimilation des MFWAM globaux et régionaux.



Collaborations

- internes : DSI/OP, DPrévi/Compas, CNRM, DIRRE, LACy, DIRPF, DIRAG
- nationales : SHOM, Ifremer, CNES, CNRS/LEGI et LATMOS, ECN, ECM
- internationales : ECMWF, ESA, UCL/KUL, JCOMM/ETWS, Swinburn University (Melbourne), Met No, Shirshov Institute of Oceanology (Moscou, Russie), Université du New Hampshire (USA), NIMH (Bulgarie)

Projets ou contrats associés

HOMONIM phase II, Copernicus (IBI-MFS et Global-MFS) CFOSAT, SARAL

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 34 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 27 Thème secondaire : 0

Statut

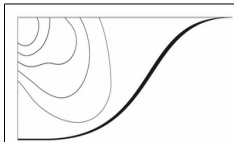
programme

• Dans le cadre d'un programme avec des éléments de réalisation moins assurée, précisions : certains passages en opérationnel feront l'objet d'arbitrage au sein de la DirOP

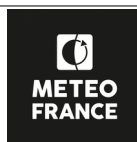
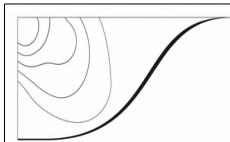
Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

3500 euros ; 2 à 3 missions (nationale ou internationale) pour participer à la communication sur nos travaux R&D ou faire de la veille scientifique.



DSM : Études menées à la DSM



Évolution de la chaîne de production feux de forêt pour les indices de propagation

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Évolution de la chaîne de production feux de forêt pour les indices de propagation
- Surnom : PROFEUX

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSM
- Équipe : AGRO

Personnes menant l'étude

- Responsable : Clément Doche
- Courriel du responsable : clement.doche@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Grégoire Pigeon, DSM/EC/AGRO ; Mathieu Regimbeau, DSM/EC/AGRO ; Florence Vaysse, DIRSE/EC/FdF

Type d'action

- Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
Évolution de la chaîne de production feux de forêt pour les indices de propagation

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
7--hydrométéorologie et agrométéorologie
- Thème secondaire :
0--sans objet

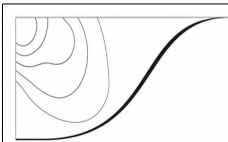
État des lieux

État d'avancement

Définition des objectifs scientifiques suite à la visite du laboratoire SPE de l'Université de Corte.
Début de l'étude de corrélation entre les indicateurs canadiens de sécheresse des sols et de l'humidité des sols issue du modèle de surface SAFRAN, résultats préliminaires.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :
Thème principal : 3 Thème secondaire : 0
- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0



Description de l'étude

La sécurité civile, représentée à la fois à l'échelon départemental (Service Départemental d'Incendies et de Secours), zonal (Centre Opérationnel de Zone) et national (Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises), a à plusieurs reprises exprimé le besoin de moderniser l'assistance opérationnelle (assurée par les DIRSE, DIRSO et les DIRs OM pour des assistances expertes locales et DP/SERV/AGRO pour la fourniture automatique d'indicateurs à échelle nationale) dédiée aux incendies forestiers, par exemple dans les courriers adressés par le préfet de zone du Sud-Ouest à l'attention de la DIRSO.

Cette recherche d'innovation par la sécurité civile s'est notamment concrétisée récemment par l'invitation par le COZ SO d'un chercheur canadien au printemps et à l'automne.

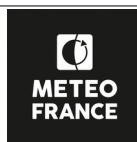
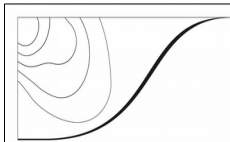
Parallèlement, depuis ces dernières années, une dynamique de recherche sur la thématique des feux de forêts s'est mise en œuvre dans la communauté scientifique française autour l'université de Corte, du CNRM et du Cerfacs. Ce fut le cas dans le cadre du projet ANR IDEA qui a permis notamment la validation d'un simulateur de propagation de feux, ForeFire sur des cas réels. Cette dynamique s'était concrétisée également au printemps par la soumission d'un projet, FireCaster, auprès de l'ANR et malheureusement rejeté.

Actuellement, seuls les indicateurs IFM issus des débuts de la méthodologie canadienne (et datant de quelques décennies déjà), ainsi que quelques indicateurs développés localement sont employés dans cette assistance opérationnelle. Ces indicateurs reposent sur la digestion de données météo observées et prévues (précipitations, vent, humidité, température) et aboutissent à une description du danger météorologique pour les feux de forêt.

À l'image des évolutions qui ont été apportées au Canada à la méthode de prévision des comportements d'incendies (figure 1), l'ambition est ici de moderniser la chaîne de production feux de forêt en intégrant le cœur du calcul de la vitesse de propagation (modèle de Balbi) du simulateur d'incendies ForeFire. On envisage ainsi d'employer ce modèle de manière ensembliste pour permettre d'enrichir la justesse des prévisions de vitesse de propagation et de puissance des feux (justesse des indicateurs canadiens insuffisante, cf feux de Narbonne en 2014).

L'objectif général est d'obtenir un produit fournissant une probabilité de dépassement de seuils opérationnels (définis par la sécurité civile) pour deux paramètres décrivant la propagation d'un feu potentiel: la vitesse de propagation et la puissance. Ce produit reposerait sur un calcul ensembliste de ces deux paramètres pour de multiples départs de feux générés en chacun des points de la grille de simulation. Ces calculs reposent eux-mêmes sur le modèle de Balbi (inclus dans les sources du simulateur ForeFire) qui, à partir de l'état du combustible, de la topographie et du vent météorologique, permet d'évaluer la vitesse de propagation d'un feu. L'idée n'est donc pas d'exploiter le simulateur d'incendie ForeFire dans sa globalité (notamment dans sa capacité à prédire l'évolution de la position d'un front de flammes), mais bien d'implémenter un modèle physique de calcul de la vitesse de propagation/puissance d'un feu. À terme, les sorties devraient être rendues accessibles sur les extranets dédiés à la sécurité civile sous forme de cartes horaires (évolution spatiale de la vitesse et de la puissance du feu) et de diagrammes (évolution temporelle de la vitesse et de la puissance d'un feu en un endroit précis). Cet objectif général se découpe de la manière suivante :

- Objectif 1 : créer un lien entre les conditions météorologiques et l'état du combustible. Ce lien est envisagé par un forçage de la paramétrisation de l'état du combustible par le modèle canadien IFM (indice forêt météo) qui permet de traduire la météo en termes de stress hydrique, contenu en eau des sols.
- Objectif 2 : permettre la création d'ensembles d'état du combustible. Au sens de la paramétrisation ForeFire/Balbi, le combustible est indexé selon sa nature (description Corine Land Cover) et à chaque index correspondent des attributs physiques propres à la combustion. Les conditions météorologiques induisent des changements dans la valeur de ces attributs (combustible plus ou moins inflammable selon l'humidité ambiante et les précipitations passées). La création d'ensembles d'indexations du combustible, qui prend en compte l'incertitude sur le lien entre la météorologie et l'état du combustible, permettrait de créer des conditions initiales pour des simulations ensemblistes. Les valeurs bi-journalières de l'IFM pourraient être reliées aux attributs combustibles. Ainsi, les sorties IFM du matin pour le jour J établiraient un état du combustible statique pour le jour J. Les sorties IFM du soir pour le jour J+1 établiraient un état du combustible statique pour le jour J+1. L'impact de la météo (au travers de l'IFM et de ses sous-indicateurs) serait donc évalué une fois par jour.
- Objectif 3 : permettre la création d'ensembles d'état du vent.



- Objectif 4 : Utiliser la formulation de Balbi pour modéliser la vitesse de propagation et la puissance à partir des ensembles d'états du combustibles et du vent. Le modèle de Balbi est inclus dans les sources de ForeFire (C++).
- Objectif 5 : trouver le bon moyen de représenter les sorties.
- Objectif 6 : tester et valider le produit tout au long d'une campagne opérationnelle.

Visualisation du fichier joint :

ftp://intra-retic.cnrm.meteo.fr/pub/rencontres/2015/fiche_programme/PROFEU.pdf

Éléments de planification

Calendrier envisagé

voir document joint / planification sur 18 mois

Collaborations

- internes : DIRSE/DIRSO, CNRM
- nationales : Université Corte

Projets ou contrats associés

L'action pourrait être restructurée en projet en 2016, projet européen POCTEFA PIRIOS.

Stages proposés (type, durée, sujet)

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

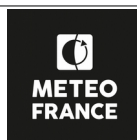
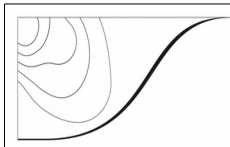
Thème principal : 6 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme



Scénarios 200 ans climat constant (2010 et 2050)

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Scénarios 200 ans climat constant (2010 et 2050)
- Surnom : 200ANSCLIMATCONSTANT

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSM
- Équipe : ECGC

Personnes menant l'étude

- Responsable : Martine Veysseire
- Courriel du responsable : martine.veysseire@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Sophie Martinoni-Lapierre, DP/SERV/BEC ; Jean-Michel Soubeyroux, DCLIM/AVH ; Michèle Blanchard, DCLIM/AVH ; Fabienne Regimbeau, DCLIM/AVH ; Michel Déqué, CNRM/GMGEC/EAC.

Type d'action

- Nouvelle étude : oui

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
5--étude du climat et du changement climatique
- Thème secondaire :
7--hydrométéorologie et agrométéorologie

État des lieux

État d'avancement

Août-septembre 2014 : préparation par Michel Déqué d'ARPEGE Climat pour les 2 simulations (climat actuel et climat futur 2050) .

Septembre 2014 à mars 2015 : préparation de la configuration (définition des paramètres et domaines d'archivage).

Après relevé des besoins auprès des bureaux d'étude régionaux, de la D2C et de DP/SERV.

Soutien ponctuel du CNRM pour la mise en place de la récupération de paramètres Surfex pour archivage.

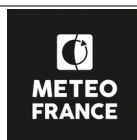
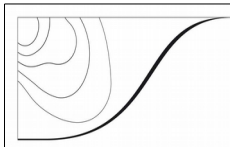
Avril 2015 à août 2015 : réalisation des simulations et archivage.

Mai 2015 : fourniture à la CCR de 30 ans de données provisoires simulées post-traitées .

4 juin 2015 : présentation des travaux conférence CCR.

Aout-septembre 2015 : livraison des jeux complets (2x200 ans) de données horaires de précipitations post-traitées (recalées sur la climatologie SAFRAN).

Septembre 2015 : mise à disposition de AVH (Fabienne Regimbeau) des données d'entrée ISBA pour calcul d'indices SWI = action en cours .



Septembre 2015 : préparation puis livraison des données pour le risque submersion marine = action en cours.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Mise en œuvre d'une simulation à climat maintenu stationnaire (concentration de GES stable) pour le climat actuel (2010) et le climat futur (2050).

Il s'agit de deux fois 200 ans de simulation à la résolution 20 km sur l'Europe (grille étirée) et au pas de temps horaire.

L'objectif de ces simulations est de fournir des paramètres utiles à l'analyse du risque sécheresse, inondation et submersion marine.

Le modèle ISBA sera mis en œuvre sur ces sorties de simulations (pour obtenir des indices d'humidité des sols - SWI-).

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Simulations à l'automne 2014 et premier trimestre 2015.

Exploitation des données jusqu'à la fin du premier semestre 2015.

Collaborations

- internes : CNRM/GMGEC , DCLIM/AVH DSI/ISI , DPREVI/GCRI

Projets ou contrats associés

Protocole dépendant d'une convention institutionnelle avec la Caisse Centrale de Réassurance

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 3

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

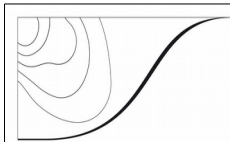
Statut

projet

Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :

Spécification et configuration du modèle de climat par Michel Déqué.



Modélisation des états de surface de chaussées

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Modélisation des états de surface de chaussées
- Surnom : MESC

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSM
- Équipe : ECD

Personnes menant l'étude

- Responsable : Ludovic Bouilloud
- Courriel du responsable : ludovic.bouilloud@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Coudert Odile, Sayer Gerard

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : MESC

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
9--environnement atmosphérique et météorologie urbaine
- Thème secondaire :
10--étude du manteau neigeux et avalanches

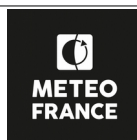
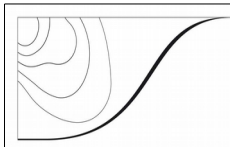
État des lieux

État d'avancement

Depuis l'hiver 2012/2013, la production concernant la prévision météo-routière est basée sur le couplage du modèle ISBA-Route avec les prévisions expertisées de la base Symposium. Cette chaîne (PEIR) a permis d'améliorer significativement les prévisions de température de surface en comparaison aux chaînes purement numériques (SAFRAN-ISBA-Route puis AROME-ISBA-Route). Selon le même principe, plusieurs chaînes de prévision ont été développées et elles sont listées ci-dessous.

La chaîne PEIR-CROCUS, qui permet de fournir une prévision de hauteur et type de neige (densité, teneur en eau liquide, regel éventuel...) sur les chaussées. Cette chaîne avait été testée en interne et avec un client extérieur (Direction des Routes du Massif-Central) lors de l'hiver 2013/2014, cependant la configuration peu enneigée de cet hiver n'avait pas permis de conclure avec certitude quant à l'intérêt ou non de cette chaîne de prévision. En conséquence, l'expérimentation a été reconduite pour l'hiver 2014/2015 et elle a permis de conclure plus précisément. Le retour d'expérience a montré une complexité trop grande pour une utilisation en externe (le coût de calcul de cette chaîne de prévision est relativement élevé et ne permet pas une utilisation à fréquence horaire et ainsi d'assurer la cohérence dans la production finalisée entre la hauteur de neige et le potentiel de neige), c'est pourquoi les prévisions seront exploitées uniquement en interne pour l'aide à la décision des prévisionnistes conseil.

Une chaîne de prévision d'état de surface des pistes d'aéroports (PEIP) a été développée et mise en opérationnel depuis l'hiver 2014/2015. Contrairement à la chaîne PEIR dédiée aux routes qui ne fournit



qu'une prévision de température de surface ou à la chaîne PEIR-CROCUS dédiée à la neige, cette chaîne PEIP (utilisée à fréquence 3h) fournit une prévision de paramètres additionnels : hauteur d'eau et de glace sur la piste, afin de discriminer l'état de surface : sec, humide, mouillé, gelé, verglacé, neige sèche, neige mouillée. La chaîne fournit des prévisions pour tous les aéroports, mais à l'heure actuelle elle n'est utilisée qu'en mode expérimental depuis février 2015 à disposition des prévisionnistes de 4 aéroports à enjeu (Orly, Roissy, St Saint-Exupéry, Bâle-Mulhouse). Un retour d'expérience après l'hiver 2015/2016 sera effectué et permettra éventuellement son utilisation pour d'autres plateformes, voire en production automatique.

Une chaîne de prévision spécifique concernant la prévision de température de surface des ponts a été développée pour le besoin de clients (Communauté du Grand Lyon et gestionnaire routier AREA). La prévision de température de surface de ponts a nécessité une adaptation du modèle ISBA-Route à la problématique : le modèle ISBA-Ponts. Pour la calibration du modèle ISBA-Pont, nous avons utilisé un échantillon de mesure dont nous disposons, issu du viaduc de Millau. Ces prévisions spécifiques sont fournies aux clients depuis l'hiver 2012/2013 en mode pré-opérationnel. Les retours des clients sont positifs, cependant aucune mesure de température de ponts ne nous a été fournie, ainsi aucune évaluation objective n'a pu être effectuée. C'est pourquoi afin d'évaluer le système et d'affiner le modèle de Ponts pour qu'il soit représentatif de structures plus standards que le viaduc de Millau, une campagne expérimentale a été menée au cours de l'hiver 2014/2015 en collaboration avec le CNRM (GMEI/4M) et la Direction des Routes du Massif Central. Cette campagne a consisté à équiper un viaduc de la N88 (Viaduc de la Colagne, Antrenas, Lozère) et à l'équiper de capteurs de mesure (température de surface du pont, rayonnements visible et infra-rouge). L'expérimentation effectuée sur le viaduc de la Colagne a permis de montrer l'intérêt limité de la mise en place d'une chaîne de prévision spécifique de température de surface des viaducs. En effet, pour des ouvrages standards autoroutiers de plusieurs centaines de mètres, la température de surface semble pilotée essentiellement par le bilan énergétique de surface, il en résulte un comportement similaire à la fois en terme de mesure et de modélisation de la route et de l'ouvrage d'art. L'intérêt d'une modélisation plus détaillée semble se limiter à quelques ouvrages d'envergure extrême, tels que le viaduc de Millau ou encore pour des ouvrages avec des conditions environnantes spécifiques (par exemple ouvrages situés sur de grandes étendues d'eau). En conclusion, cette étude a permis de développer un modèle spécifique de modélisation des ouvrages d'art, mais ce modèle a un intérêt limité pour une utilisation opérationnelle.

Pour les besoins de la production finalisée OPTIMA (et Radar expert), une méthode de spatialisation des observations a été développée. La méthode développée permet de répondre au besoins spécifiques de la production à haute fréquence (5 minutes) en terme de précision et de lissage, ainsi qu'aux exigences techniques (environ 30 secondes de temps de calcul pour le processus de spatialisation sur une grille 1 km). La méthode est opérationnelle depuis l'hiver 2014-2015 afin de fournir des prévisions de température à 2 m à échéance 1h utilisant les observations de T2m haute-fréquence (6 minutes). Ces prévisions de température d'air sont couplées à la prévision immédiate des précipitations (CDPIH) afin de discriminer le type d'hydrométéore (pluie, neige, pluie et neige mêlée, pluie en surfusion). Une nouvelle version est en cours de mise en opérationnel et sera disponible pour l'hiver 2015/2016, visant à étendre la discrimination des précipitations aux frontières (i.e portée des radars ARAMIS en dehors du territoire de la France métropolitaine). Cette version permet de compléter le produit initial avec un champ de température issu d'une spatialisation horaire des observations européennes sur un champ de température issu du modèle de prévision AROME à haute-résolution (1.3km), avec lissage aux frontières.

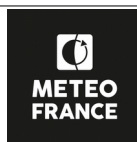
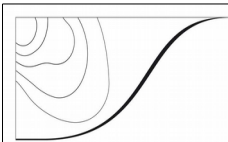
Publications

• Notes internes :

- Bouilloud L (2015) « Étude préliminaire concernant la mise en place d'une prévision de température de surface de viaducs », Rapport interne Météo-France.

Communications, participations à des ateliers ou conférences

- Bouilloud L (2014) État de l'art et perspectives en prévision météorologique. Colloque SNCF « Conditions météorologiques : peut on anticiper ou seulement réagir ? », 22 octobre 2014, Paris, France.
- Bouilloud L (2014) La prévision météo-routière à Météo-France. Formation en webconférence des prévisionnistes conseil, 24 novembre 2014 et 1 décembre 2014.



- Bouilloud L, Sayer G (2015) Spatialisation à haute-fréquence des observations de température à 2m , Rencontres R&D 2015, session «spatialisation des données à échelle fine», 6 juin 2015, Toulouse, France.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 6 Thème secondaire : 2

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Pour 2016, les axes de recherche envisagés sont :

1) Mise à jour de la chaîne de prévision PEIR

A l'heure actuelle, le forçage atmosphérique utilisé pour forcer la chaîne PEIR est issu du CDPH, à l'échelle des communes françaises. Suite aux dernières avancées de la prévision amont avec le projet ABBAC, il s'agira de phaser la production PEIR avec le projet ABBAC. Il en résultera une nouvelle version de la chaîne PEIR (résolution 1km). Pour cela, 2 pré-requis sont nécessaires :

- Ré-écriture du modèle ISBA-Route afin de pouvoir être utilisé de manière parallélisée sur le supercalculateur ;
- Disponibilité de la version 2 du projet ABBAC afin de disposer de champs complets (température à 2 m renseignée que sur les points du CDPH dans la v1) et au pas horaire.

La nouvelle version de PEIR utilisée sur le supercalculateur va engendrer un surcoût important (environ 1000000 points contre 36000 actuellement), c'est pourquoi il est également envisagé d'arrêter la production AROME-ISBA-Route inutilisée (moins performante et risque d'incohérence entre la température de surface et les autres paramètres dans la production finalisée).

2) Données mobiles et véhicules connectés

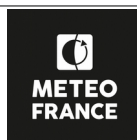
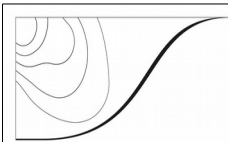
Un contact a été établi entre Météo-France et Continental (fabricant de capteurs pour l'automobile). A ce stade il s'agit d'un premier contact avec le secteur et qui demande à être élargi (fabricants automobiles), mais il s'agit d'un sujet prospectif important. Le but est à terme d'intégrer les mesures (directes mais également indirectes comme le déclenchement d'essuie-glaces, l'ABS...) dans nos systèmes de prévision finalisée en flux bi-directionnel (remontée d'information des véhicules, traitement et fusion de données, puis renvoi d'informations vers les véhicules). Une phase de R&D est prévue dans les mois à venir afin d'étudier la faisabilité : tout d'abord avec un seul véhicule instrumenté afin d'identifier les paramètres véhicules d'intérêt pour la météorologie, puis ensuite avec une flotte de véhicule pour étudier la faisabilité d'intégration et de traitements temps-réel des données mobiles dans nos algorithmes.

3) Extension de la prévision météo-routière à l'international

Une réunion entre la DSM, la D2C et l'Institut Royal de Météorologie va avoir lieu en 2015 afin d'étudier la possibilité pour Météo-France de fournir une offre « route » pour la Belgique. En fonction des conclusions, il pourra être envisagé de développer une chaîne de prévision de température de surface à l'échelle Européenne.

4) Prévisions d'ensemble

Un axe prospectif également envisagé est le développement d'une chaîne de prévision d'ensemble basée sur AROME-PE. Cependant, suite au séminaire d'innovation « Route » des 18 et 19 novembre 2014, nous avons pu remarquer le désintérêt des clients routiers pour les prévisions de type probabiliste. Donc en l'état et l'absence de marché, la probabilité qu'une chaîne de prévision d'ensemble route soit mise en place courant 2016 reste faible.



Éléments de planification

Calendrier envisagé

Chaînes de prévisions opérationnelles envisagées pour la viabilité hivernale 2016/2017

Travaux concernant les données mobiles à plus longue échéance (pluri-annuelle)

Collaborations

- internes : DSM/AERO, DirOP/PI, DirOP/COMPAS, DSM/SP
- nationales : Continental
- internationales : Institut Royal Météorologie

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

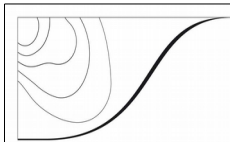
Thème principal : 4 Thème secondaire : 1

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme



ACCLIMAT - Intégration des forçages issus des simulations du changement climatique

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Surnom : ACCLIMAT_FUTUR

Équipe soumettant la fiche

- Intitulé complet : ACCLIMAT - Intégration des forçages issus des simulations du changement climatique
- Service : DSM
- Équipe : ECGC

Personnes menant l'étude

- Responsable : Béatrice Pouponneau
- Courriel du responsable : beatrice.pouponneau@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Thierry Duguin, Nathalie Rouchy, Sophie Martinoni-Lapierre (DSM/EC/ECGC)

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
ACCLIMAT - Intégration des forçages issus des simulations du changement climatique

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
9--environnement atmosphérique et météorologie urbaine
- Thème secondaire :
5--étude du climat et du changement climatique

État des lieux

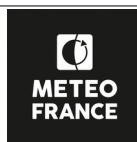
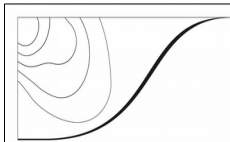
État d'avancement

L'action n'a pas débuté, du fait d'évènements successifs:

- * En attente de la finalisation du portage (V1) ;
- * Le stage a été proposé courant 2014 aux IENM pour 2015; il n'a pas trouvé candidat.
- * la non-labellisation du projet VISO par le pôle de compétitivité par Advancity, empêchant son dépôt au FUI 20.

qui ont fait que les ressources affectables à cette action ont été réduites.

Les « gros » travaux de portage ACCLIMAT s'achevant, des RH internes devraient pouvoir être affectées à cette action sur 2016/2017.



Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Cette étude vise, en priorité, à faciliter la prise en compte de scénarios climatiques dans la plateforme ACCLIMAT, pour permettre les études d'impact du changement climatique en ville.

L'objectif initial consistait à enrichir la plateforme sur les points suivants:

1- modifier par menu quelques caractéristiques du bâti

2- intégrer des forçages de simulations climatiques :

choix des simulations (simulations climatiques disponibles dans DRIAS, pour garder une cohérence avec les autres études sur le changement climatique), reconstitution des forçages (ce qui manque dans ACCLIMAT), adaptation de la plateforme pour leur prise en compte, traitement des incertitudes.

Revue de cette fiche programme a été revue en 2015: fichier joint avis_ACCLIMAT.odt.

Le plan d'action construit en 2015 est maintenu: une consolidation de nos connaissances, et évaluation des gains possibles pour les bureaux d'études ou forces de telle ou telle méthode est nécessaire avant leur mise en place. La première phase se concentrera sur ces aspects.

Visualisation du fichier joint:

ftp://intra-retic.cnrm.meteo.fr/pub/rencontres/2015/fiche_programme/avis_ACCLIMAT.odt

Éléments de planification

Calendrier envisagé

2 années sont nécessaires pour faire ce travail.

Année 1 (2016) Phase 1:

a) rendre possible certaines modifications des caractéristiques du bâti sur l'IHM (1p*m)

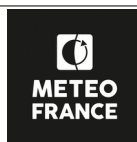
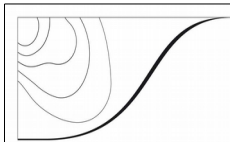
b) identification de dates pertinentes (temps présent) pour les études climat urbain quelque soit l'agglomération (métropole et OM), et installation des situations sur la plateforme pour les différents modes d'utilisation (1p*m)

c) étude de faisabilité d'une intégration de forçage par les simulations climatiques disponibles dans DRIAS, et facilitant les études d'impact CC sur le climat urbain via ACCLIMAT (notamment évaluer si la méthode actuelle « décrite dans la revue de la fiche » doit être modifiée ou pas. Évaluer les gains des différentes méthodes possibles « Évaluer les modifications qu'elles génèrent sur la plateforme. Analyser les méthodes d'ajout d'incrément et de calcul des incertitudes (1p*m) ».

A l'issue de cette analyse, retenir une stratégie pour le traitement CC dans ACCLIMAT et décrire les étapes constitutive de son intégration.

Année 2 (2017) Phase 2:

Exploiter l'analyse de la phase 1, (point c) pour intégrer des forçages de simulations climatiques. Cette étape pourra recourir à un financement externe de stagiaire ou d'un stage de fin d'étude IENM (6 à 8 p*m)



Collaborations

- internes : CNRM/TURBAU , DIRIC , Réseau des BED, DCSC(DEC et POC) ,GMGEC

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 2

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Compléments

Évaluer ultérieurement les ressources externes à apporter à la phase 2.

Statut

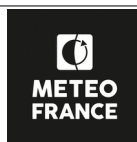
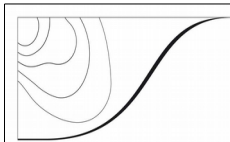
projet

Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :

Le volet -modification de quelques caractéristiques du bâti via l'IHM-, sera à préparer avec GMME/TURBAU (identification des caractéristiques, implication sur les constituant de la plateforme).

Consultance auprès du CNRM pour l'analyse des méthodologie envisageable pour l'ajout ajout d'anomalies de température et le traitement des incertitudes.



Modèles Accident -Dispersion atmosphérique : PERLE, MOCAGE « Accident » et autres produits / applications

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Modèles Accident -Dispersion atmosphérique : PERLE, MOCAGE « Accident » et autres produits / applications
- Surnom : DISPERSION

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSM
- Équipe : ENV

Personnes menant l'étude

- Responsable : Michel Bouzom
- Courriel du responsable : michel.bouzom@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :
Deslandes Mathieu, Rouzeau Sébastien, Camy Floriane

Type d'action

- Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :

Dispersion lors de rejets accidentels : PERLE, MOCAGE « Accident » et autres produits / applications

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
9--environnement atmosphérique et météorologie urbaine
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

État d'avancement

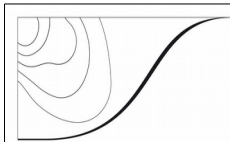
CONTEXTE DE L'ETUDE

Inséré dans les plans d'assistance internationaux de l'OMM, de l'AIEA, de l'OTICE et de l'OACI, ainsi que dans l'organisation nationale de crise, Météo-France apporte son expertise dans le processus d'évaluation de l'impact d'un accident pouvant entraîner un rejet de polluants dans l'atmosphère ou dans le processus de suivi des cendres volcaniques émises suite à une éruption.

Météo-France peut également intervenir dans le processus de détermination de l'origine d'une pollution détectée par exemple dans le cadre du CTBTO par l'utilisation du code de rétro-diffusion, ou par l'utilisation du code de rétro-trajectographie pour d'autres besoins opérationnels ou à des fins d'études.

Au sein de la DSM, la division EC/Env a en charge le développement des modèles de dispersion mis en œuvre par la dirOP :

Dispersion à courte distance : PERLE.



Le système PERLE (pour Programme d'Evaluation des Rejets Locaux d'Effluents) est l'outil utilisé pour simuler le rejet accidentel et le transport/dispersion de polluants nucléaires ou chimiques à courte distance (échelle départementale à régionale), répondant ainsi principalement au besoin d'appui dans un cadre national. La maintenance et les évolutions du système, opérationnel depuis début 2006, constituent une action de fond de DSM/EC/Env.

PERLE est basé sur le forçage d'un modèle lagrangien de dispersion (LPDM, code « freeware » développé à l'Université du Colorado) par un modèle météorologique à méso-échelle. Trois modèles météorologiques sont proposés au prévisionniste lors de la gestion d'une urgence environnementale, correspondant à 3 filières opérationnelles PERLE :

- IFS/Méso-NH/LPDM : système activable sur l'ensemble du globe. Les fichiers de couplage sont calculés au CEPMMT sur un domaine spatial limité au strict minimum afin de minimiser les volumes à rapatrier à Météo-France. Une simulation Méso-NH est alors lancée sur le calculateur du Centre de Calcul de Météo-France (en utilisant 1 grille à résolution 2 km, centrée sur le point de rejet) afin d'alimenter le modèle de dispersion LPDM.

- ARPEGE/Méso-NH/LPDM : activable sur le globe mais privilégiée sur les régions où ARPEGE dispose de la plus forte résolution horizontale. Les champs météorologiques de grande échelle sont directement issus des fichiers historiques de la prévision ARPEGE.

- AROME/LPDM : activable sur le domaine de calcul de AROME France. Les champs météorologiques nécessaires au forçage de LPDM sont extraits des fichiers historiques du modèle opérationnel AROME (à 1,3 km de résolution).

Plusieurs formats de mise à disposition des sorties de LPDM sont proposés : au format image « png », au format vectoriel « kmz » (container regroupant images et données vectorielles au format « kml ») permettant une visualisation sur Google Earth, et « shape » compatibles avec une majorité de SIG. Pour plus de détails, on peut se référer au GT (référence donnée plus loin).

Zone Sous le vent (ZSV)

La « Zone Sous le Vent » (ZSV) a été développée en réponse à une demande institutionnelle de l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire). Produite en opérationnel depuis mai 2010 pour 25 sites nucléaires de l'hexagone, elle vise à délimiter, par anticipation d'une émission potentielle de polluants radioactifs dans l'atmosphère, la zone proche du site de l'accident (jusqu'à 10 km) qui serait susceptible d'être très rapidement menacée. Le modèle de dispersion est alimenté par des données sur l'heure précédente, à savoir :

- les observations de vent du réseau SEMENCE disponibles toutes les 10 minutes jusqu'à 500 m d'altitude selon les sites ou, en leur absence, des données de vent AROME ;
- des profil verticaux de température et de TKE issus d'AROME.

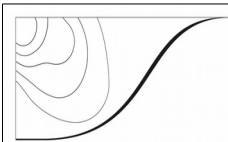
Le produit est délivré sur le site extranet de l'IRSN, accompagné de codes qualité élaborés à partir de la quantité d'observations de vent disponibles et d'une évaluation de la cohérence entre mesures et données modèle. Pour plus de détails, on peut se référer au GT (référence donnée plus loin).

Outil de dispersion des cendres volcaniques à courte distance : VAACTRAJ

Le modèle VAACTRAJ (trajectoires pour le VAAC), outil lagrangien développé au sein de la division DSM/EC/Env opéré par DSM/Aéro pour le suivi des nuages de cendres volcaniques à courte distance.

En 2009, la division DPrévi/Aéro chargée à l'époque de l'assistance aéronautique, a exprimé le besoin d'un outil pour la prévision de la dispersion à courte distance des cendres volcaniques. La demande était de fournir en 5 minutes sur un domaine centré sur le volcan source et de rayon 300 km, l'enveloppe du panache jusqu'à 24h d'échéance. La réalisation de cette enveloppe est basée sur l'emploi de trajectoires lagrangiennes lâchées à chaque hauteur du panache et soumises au seul vent moyen de grande échelle ARPEGE ou CEP (au choix du prévisionniste).

Le travail effectué à l'époque par DP/SERV/Env et repris à DSM/EC/Env a consisté à reprendre un code de trajectoires disponible en cas d'accidents industriels, à l'améliorer concernant le traitement près de la surface et à l'adapter au besoin de DPrévi/Aéro. Le cœur du modèle (extraction des données de la BDAP, dispersion des particules) a été validé et implémenté dans SOPRANO. Le lancement a ensuite été intégré par DSI/DEV dans la nouvelle IHM de lancement des modèles d'alerte.



Fin novembre 2012 une réunion DPrévi/Aéro-ENV a conduit à la spécification de nouvelles sorties graphiques ainsi qu'à un plan de calibration/spécification en partenariat.

La mise en place de la visualisation sous machines SYNERGIE et la mise en place de nouveaux réglages à la demande de /DPREVI/Aéro (500km de portée, relâchement du temps réponse à 15mn) ont été réalisées au second trimestre 2013.

Chaîne opérationnelle MOCAGE « Accident »

A l'échelle globale, dans le cadre de ses responsabilités de CMRS (Centre Météorologique Régional Spécialisé), de VAAC (en anglais Volcanic Ash Advisory Centers, ou Centre Consultatif sur les Cendres Volcaniques) et au sein du CTBTO (en anglais Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, ou Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires), Météo-France dispose de MOCAGE « Accident », une version spécifique du modèle de chimie-transport MOCAGE dédiée au transport et à la dispersion, aux échelles régionale à globale, de gaz ou aérosols chimiquement passifs émis à partir de sources ponctuelles. Utilisé en mode inverse, MOCAGE Accident permet de simuler des rétro-panaches apportant des informations spatio-temporelles sur l'origine d'une pollution détectée (back-tracking) dans le cadre du CTBTO.

Publications

PERLE :

Notes internes Météo-France:

- Validation de LPDM pour remplacer SPRAY dans PERLE, par F. Bonnardot, note interne DP/SERV/ENV
- Évaluation PERLE-IFS, par F. Bonnardot et J.-P. Tonnelier, note interne DP/SERV/ENV

Disponible sous GEDMF:

Guide technique : PERLE opérationnel :

<http://gedmf/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/7de0d4e9-3895-43cc-a46d-d2dcd94cc9a9>

Document d'organisation: PERLE opérationnel :

<http://gedmf/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/3969a628-a006-4d60-84c5-c7795d68a0c0>

ZSV :

Disponible sous GEDMF:

- Guide technique: Guide développeur de la ZSV en mode observation:

<http://gedmf/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/2f676d06-e53e-4ade-b556-8f6fafa58f7b>

- Guide technique: Guide utilisateur de la ZSV en mode observation :

<http://gedmf/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/06a99685-894e-4c8a-9757-6a2db8fba235>

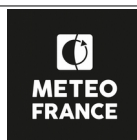
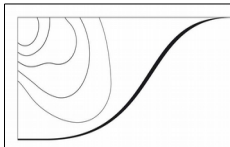
Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 16 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0



- Compléments

stage court 2 mois

Description de l'étude

Pour 2016, une action de fond consiste à maintenir les différents outils opérationnels et tenir à jour le plan d'action global sur les outils de dispersions pour les années à venir.

Ce plan sera finalisé lors des réunions d'arbitrage prévu en septembre

1. prototype d'une prévision d'ensemble des modèles de dispersion de polluant.

suite de l'étude demandée dans le COP, selon les recommandations du rapport sur la faisabilité.

Aide attendue : validation des propositions, accompagnement dans la conception détaillée de prévisions d'ensemble MOCAGE et PERLE.

2. Afin de combler le « trou » entre le domaine de travail de PERLE (de l'ordre de 120km autour de la source) et celui de MOCAGE (au delà de 250-300km), DP/SERV/ENV souhaite que soient menés l'étude et le développement d'une version « haute résolution » de MOCAGE « accident » (MOCAGE HR). En fonction de la disponibilité de ce code, une comparaison avec PERLE « étendu » (240km autour de la source) en terme de qualité des résultats et de coût de mise en œuvre sera menée. Elle devrait permettre de choisir la solution offrant la plus grande continuité entre la gestion de crise à l'échelle départementale et celle aux échelles régionale et nationale.

Aide attendue : développement et validation de MOCAGE accident HR.

4. Définition et mise en place d'une configuration optimisée de MESO-NH pour PERLE.

Aide attendue : expertise et aide à la définition d'une configuration optimale.

5. Étude de l'intérêt, du point de vue du gain en temps de calcul, d'adapter le code de LPDM et de ses interfaces à l'environnement BULL.

Recherche documentaire sur des codes similaires en s'attachant tant aux aspects scientifiques et techniques (parallélisation entre autre chose) qu'à la qualité de leur maintenance évolutive (communauté, lisibilité, etc.).

6. Étude de la sensibilité des modèles aux conditions d'entrée afin d'identifier les meilleures actions à entreprendre : travaux sur les rejets etc.

7. Définition d'une nouvelle chaîne pour le service CMRS chimique

8. passage sous Vortex ou optimisation des codes afin de faciliter leur maintien en condition opérationnel et leurs évolutions

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Ces éléments sont soumis aux réunions de priorisation et arbitrage qui se dérouleront T3 2015.

1. Finalisation de l'étude de faisabilité pour la mise en place d'une prévision d'ensemble des modèles de dispersion puis proposition de spécifications.

2014-T4 Proposition de spécifications.

2015-S1 Proposition de spécification en interaction avec CNRM/GMAP.

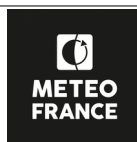
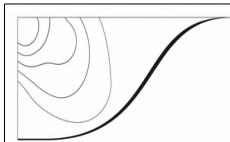
2. La comparaison entre PERLE « étendu » et MOCAGE HR est conditionnée par la mise à disposition de ce dernier par le CNRM (CNRM/GMGEC/CARMA).

4. Configuration optimisée de Méso-NH.

5. Portage de LPDM sur le super-calculateur BULL. Recherche documentaire en parallèle.

6. Sensibilité des modèles de dispersion.

7. Nouvelles sorties pour CMRS chimie – 2017.



Collaborations

- internes : DSI/OP, DPrévi/PG, DPrévi/AERO, DIRAG/BED, CNRM/GMME/MESO-NH, CNRM/GMGEC/CARMA, CNRM/GMAP/RECYF
- nationales : IRSN, INERIS, CSG-KOUROU
- internationales : VAAC, CMRS et CTBTO

Stages proposés (type, durée, sujet)

stage IT sur le remplacement LPDM par Flexpart

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 25 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme

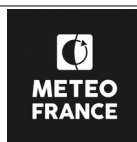
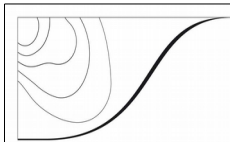
Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :

L'équipe Méso-NH sera sollicitée en appui de l'étude de l'évolution des configurations des filières PERLE IFS et PERLE ARPEGE, au vu des performances sur le nouveau super-calculateur.

L'équipe CNRM/GMGEC/CARMA sera sollicitée pour les travaux de développements de MOCAGE HR.

L'équipe CNRM/GMAP/RECYF sera sollicitée pour valider les spécifications d'une prévision d'ensemble de modèles de dispersion ainsi que sa conception détaillée.



MOCAGE-Qualité de l'Air

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : MOCAGE-Qualité de l'Air
- Surnom : MOCAGEQA

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSM
- Équipe : ENV

Personnes menant l'étude

- Responsable : Nicole Asencio
- Courriel du responsable : nicole.asencio@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Émilie Beaumel, Mathieu Deslandes

Type d'action

- Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
MOCAGE-Qualité de l'Air

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :

9--environnement atmosphérique et météorologie urbaine

- Thème secondaire :

0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

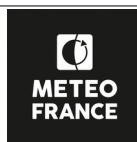
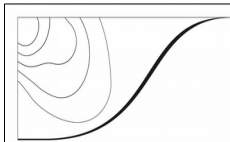
Missions institutionnelles : Mettre la simulation numérique et l'expertise météorologique au service de la surveillance de la qualité de l'air et de la gestion des risques sanitaires.

État des lieux

État d'avancement

Contexte :

Le modèle MOCAGE-Qualité de l'Air (MOCAGE-QA dans la suite) est devenu opérationnel fin juin 2005, après un fonctionnement en routine assuré par le CNRM depuis l'été 2001 (expérience ESCOMPTE [Dufour et al., 2004], [Dufour, 2006]). Les prévisions pour J0, J1 et J2 sont quotidiennement mises à disposition de l'INERIS et alimentent la plate-forme nationale PREV'AIR (<http://www.prevoir.org>) mise en œuvre pour le compte du Ministère du Développement Durable et des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air ([Honoré et al., 2008], [Rouil et al., 2008]). Les prévisions de MOCAGE-QA participent ainsi à une éventuelle prise de décision de déclenchement d'une alerte de pollution chimique nationale, dont la responsabilité incombe à l'INERIS.



Le fonctionnement opérationnel, la maintenance et les évolutions du système de prévision impliquent différents services de Météo-France; le document MF_DO_APF_MOCAGE disponible sous GEDMF décrit l'organisation des tâches entre ces différents services. DSM/EC/ENV a en particulier la responsabilité du post-traitement des sorties de MOCAGE-QA dans la chaîne opérationnelle (notamment à destination de la BDAP) ainsi que celle du contrôle de la qualité des prévisions du modèle. Nous assurons aussi l'animation du groupe de travail inter-services (D2I, DSI, DIROP/Dprevi, DSM/EC, CNRM) qui accompagne les évolutions de la chaîne opérationnelle.

État d'avancement : Évolutions de la chaîne opérationnelle:

Au cours de l'année écoulée, deux montés de version MOCAGE-QA ;

Bascule des forçages sur la chaîne Haute résolution pour Arome et Arpege en mars 2015 ;

Et en juin 2015, _intégration des aérosols secondaires inorganiques et modification des paramétrisations des aérosols primaires. _Parallélisation MPI. Forçages : réseau de 12h de J0 à J4, fréquence temporelle des forçages pour J1 (1h) J2 & J3 (3h), J4 (6h) ; _Utilisation de la nébulosité 3D Arpege-Arome, lissage du vent (sauf domaine FRAN01) et de la vitesse verticale ;

Cadastres : Nouveaux fichiers inventaire ACCMIP (année 2000) pour BC, OC, et NH3, nouveaux fichiers de config (avec NH3), nouvelle version de SUMO : dont décalage 1h des émissions TNO cf modèle du Met Office. Post-traitements : suppression des lissages des champs sur 8 points de grille, écriture au format GRIB directement sans passer par PROGRID, ajouts de paramètres en BDAP. Ces modifications ont pour but d'améliorer les scores d'ozone sur la période estivale et les scores de particules fines sur les autres périodes. A noter que par ailleurs, le projet « Transfert opérationnel MOCAGE-MACC » dont la description peut-être trouvée par ailleurs (http://dpnet.rubrique.php3?id_rubrique=393) a été exclu du cadre de la présente fiche qui est focalisée sur la chaîne opérationnelle MOCAGE-QA.

Par ailleurs, une simulation de MOCAGE (version juin 2015) a été réalisée sur 3 ans (2012 à 2015) afin de fournir un jeu de données homogènes pour le développement des adaptations statistiques d'ozone (par DIROP/COMPAS/DOP). Ce rejeu Mocage a été codé en GRIB1 afin d'être utilisé dans les futures études de qualité de l'air.

Un bulletin de contrôle Mocage a été développé pour une insertion dans le bulletin trimestriel de contrôle de la PNT.

Bulletin de contrôle Mocage :

- . mise en commun des outils de calcul des scores (DSM/EC/ENV et CNRM/GMGEC/CARMA) ;
- . simplification du bulletin actuel pour ne faire ressortir que les points majeurs ;
- . travail sur les éléments de contrôle afin de ne conserver que les plus pertinents au regard de l'utilisation de MOCAGE actuelle envisagée à l'avenir.

Le site interne <http://lynx> a été amélioré pour permettre un suivi temps réel des pics de pollution par DSOP/Previ

Publications

- Autres :

Disponible sous GedMF:

- Document technique MOCAGE-QA opérationnel (11/06/2015) :

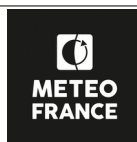
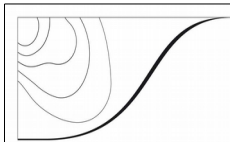
http://gedmf/share/proxy/alfresco/api/node/content/workspace/SpacesStore/62d41b21-123e-42e0-b5de-c9e8e7f13bfa/DP_GT_APF_MOCAGE-QA.doc

- Document d'organisation MOCAGE-QA opérationnel (15/09/2010) :

http://gedmf/share/proxy/alfresco/api/node/content/workspace/SpacesStore/6b36dc3b-4ac4-4508-8baa-3519245e786a/MF_DO_APF_MOCAGE-QA.doc

L'historique des modifications apportées à la chaîne opérationnelle MOCAGE-QA est consultable sur DPnet à l'adresse: http://dpnet.meteo.fr/rubrique.php3?id_rubrique=56

L'ensemble des bulletins de contrôle est disponible sur DPnet à l'adresse: http://dpnet.meteo.fr/rubrique.php3?id_rubrique=55



Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 17 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Pour l'année 2016, DSM/EC/ENV doit se consacrer à l'appropriation des travaux de recherche du CNRM afin d'en assurer ensuite le maintien en conditions opérationnelles et de pouvoir, avec le soutien du CNRM, proposer des études en lien avec les questions atmosphériques.

Sont pour le moment identifiés les travaux sur :

- la poursuite de la consolidation des processus de passage en opérationnel, en particulier sur l'interfaçage CNRM/GMGEC/CARMA-DP/SERV/ENV et une utilisation de Olive avant passage à VORTEX. (S2 2015)
- l'étude sur les possibilités de mise en place d'un Mocage transportable : DSM/EC/ENV serait à terme responsable des configuration des domaines à des fins d'études ou pour répondre à des besoins opérationnels.(S1 2016) ou son remplacement par l'utilisation des sorties Mocage HR – étude d'opportunité à faire ;
- l'augmentation de résolution Mocage (passage à AROME 0.025 et utilisation de l'Inventaire National Spatialisé, voir fiche Programme CNRM/GMGEC/CARMA) après décision au S2 2015 ;
- la prise en compte des aérosols secondaires organiques, permettant l'amélioration des des prévisions des pics de pollution aux particules (Fiche Programme CNRM/GMGEC/CARMA) (calendrier à définir) ;
- Évaluation des adaptations statistiques d'ozone et étude sur l'intérêt de la mise en place d'adaptations statiques sur de futurs paramètres (choix des paramètres et de la méthode choisie) ;
- éventuellement mise en opérationnel des travaux sur l'assimilation des données satellites et lidar pour les aérosols (dont cendres volcaniques).

Une partie de ces travaux aboutira en 2016.

2) travaux sur des produits à valeurs ajoutées pouvant être valorisés :

indicateurs de Silman

inclure les GRIB1 du jeu Mocage (2012-2015) en base de données BDAP ? ou ?

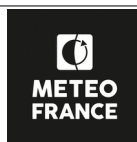
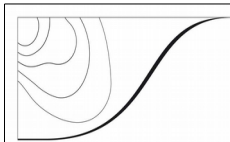
3) dans le cadre des conventions avec l'IRSN et l'INERIS, préparation et participation à un atelier scientifique d'échange par an sur des thématiques communes - à définir- ces ateliers peuvent ensuite être suivi de jeu pour comparaison intermodèle (1 exercice de ce type par an et par organisme).

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Calendrier envisagé, soumis à validation lors des réunions de priorisation de fin d'année et par le groupe de coordination de la chaîne pour les dates de mise en production.

- 1) Évolutions de la chaîne opérationnelle: contrainte Prévoir de mise en place avant mai 2016. Le contenu dépendra des travaux validés et disponibles à cette date, les éléments de la livraison devant être livrés 25 jours avant la date de bascule prévue.
- 4) proposition de plan d'action sur les AS pour décembre 2016.
- 5) atelier : IRSN 1er trimestre 2016, INERIS 1er semestre 2016.



Collaborations

- internes : CNRM/GMGEC/CARMA, DSI/OP, COMPAS
- nationales : Partenaires PREV' AIR (INERIS, IRSN, CNRS et ADEME) et AASQA

Projets ou contrats associés

une version forcée IFS est maintenue pour le projet Copernicus

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 17 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

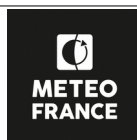
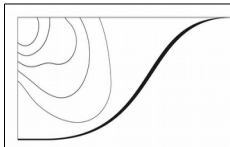
programme

Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :

Soutien CNRM pour la réalisation d'étude et les questions scientifiques.

Soutien du CNRM pour l'amélioration du bulletin de contrôle.



Préparation de services climatiques pour l'énergie

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Préparation de services climatiques pour l'énergie
- Surnom : CLIM4ENERGY

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSM
- Équipe : ECGC

Personnes menant l'étude

- Responsable : Sophie Martinoni
- Courriel du responsable : sophie.martinoni@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Nathalie Rouchy DSM/EC/ECGC ; Christian Viel DSCS/AVH/DA ; Jean-Michel Soubeyrou DCSC/DAS

Type d'action

- Nouvelle étude :

oui

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
5--étude du climat et du changement climatique

- Thème secondaire :
6--prévision saisonnière et mensuelle

Axes du contrat d'objectif concernés

Services climatiques

État des lieux

État d'avancement

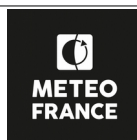
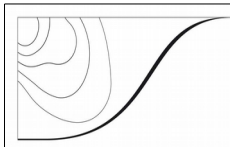
DSM/EC/ECGC travaille depuis plusieurs années avec le secteur de l'énergie RTE notamment pour définir des services météorologiques et climatiques adaptés à leurs besoins. En particulier, une modélisation climatique originale (200 ans en climat constant) a été mise en œuvre pour caractériser le potentiel et la variabilité de la production éolienne en France.

DCSC/AVH dans le cadre de ses activités en prévision saisonnière est en lien étroit avec EDF/R&D pour valoriser les applications de la PS pour le secteur de l'énergie : cette collaboration s'est intensifiée ces derniers mois dans le cadre du projet FP7/Euporias (services climatiques dans le domaine de l'eau).

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0.5 Thème secondaire : 0.5



- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0

Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Dans le cadre des AO Copernicus C3S/information sectorielle/Energie, DSM/EC (avec l'appui de DCSC) a intégré un consortium coordonné par la CEA (IPSL) pour une offre globale de services climatiques pour l'énergie dans une phase -Proof of Concept- et -Pre-operationnal- s'étalant jusqu'à fin 2017.

La proposition technique de Météo-France concerne le développement de deux jeux d'indicateurs en lien avec l'équilibre offre/demande à l'échelle de l'Europe Préparation de services climatiques pour l'énergie avec une approche climatologique et dynamique (régimes de temps). Leur évaluation sera limitée dans la phase actuelle du projet à la saison hivernale et sera menée avec RTE en tant qu'utilisateur jouant à la fois le rôle d'expérimentateur et de spécificateur du service.

L'estimation de la demande sera dérivée du calcul de DJU modulé par la population présente sur un territoire. L'offre éolienne et photo-voltaïque sera calculée à partir des formules classiques (à compléter par DSM/EC). L'équilibre sera approchée en croisant la simultanéité des valeurs de demande et d'offre à l'échelle d'un territoire.

La distribution spatiale de cet équilibre à l'échelle de l'Europe sera abordée à travers une classification en régimes de temps.

Le travail sera menée en climat passé à partir de la réanalyse ERAI, en climat futur à partir des données EuroCordex mais aussi en prévision saisonnière à partir du système 5 Arpège (hindcast et prévision temps réel).

Les variables d'intérêt seront:

- la température (pour l'estimation de la demande liées au chauffage) ;
- le vent (pour la production éolienne) ;
- le rayonnement (pour la production photovoltaïque).

Seules les énergies renouvelables intermittentes sont concernées (hydroélectricité hors périmètre).

Les travaux porteront notamment sur la détermination de tableaux de contingence permettant de caractériser le risque de production d'ENR faible en cas de forte demande (épisode de grand froid), à l'échelle européenne.

Pour l'analyse des conditions futures (limitées par construction de l'offre aux scénarios EUROCORDEX), la question des post-traitements relatifs au rayonnement est particulièrement importante car peu exploitée à ce jour.

En pièce jointe, l'offre technique du CEA (leader du projet CLIM4ENERGY) dans lequel est notamment décrit le WP de Météo-France.

Visualisation du fichier joint:

ftp://intra-retic.cnrm.meteo.fr/pub/rencontres/2015/fiche_programme/TechSol_V9.pdf

Éléments de planification

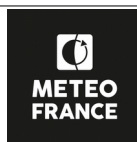
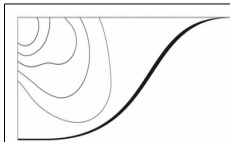
Calendrier envisagé

Selon date de validation du contrat avec le CEPMMT (opérateur C3S).

A préciser :

1er semestre 2016 : préparation des spécifications détaillées et recrutement d'un CDD ;

2e semestre 2016 : calcul de l'indicateur sur la base ERAI et le hindcast Arpège Syst 5 selon l'approche climatologique classique et avec les régimes.



Collaborations

- internes : action menée conjointement par DCSC et DSM/EC.
- Nationales : RTE en tant qu'expérimentateur ;

IPSL pour la fourniture de jeux de données EuroCordex corrigées sur l'Europe et pour la coordination de l'ensemble de la réponse au CEP dans le cadre de COPERNICUS C3S-441 Energy

- internationales : Liens avec le Barcelona Supercomputing Centre (pour la prévision saisonnière du vent) et avec le Climate Service Centre de Hamburg.

Projets ou contrats associés

C3S/SIS/Energy

Stages proposés (type, durée, sujet)

PostDoc 15 mois (dont 9 en 2016 et 6 en 2017) pour le traitement des données futures et les calculs des scores de la prévisions saisonnières.

1 stage en 2016 de niveau Master, d'une durée de 4 mois, pour l'étude de cas, en lien avec RTE.

1 second stage sera prévu en 2017.

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1.5 Thème secondaire : 5

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 1

- Compléments

1 stage en 2016 de niveau Master, d'une durée de 4 mois, pour l'étude de cas, en lien avec RTE.

Statut

programme

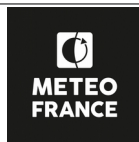
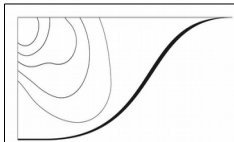
Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :

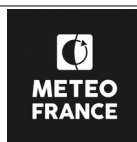
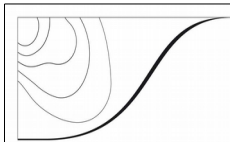
Aide méthodologique en particulier pour :

- pour la prévision saisonnière ;
- pour les régimes de temps en climat futur ;
- l'exploitation des données de rayonnement pour les simulations climatiques (EUROCORDEX) .

Donc demande d'appui des équipes GMGEC/EAC et VDR notamment.



Études menées à la DIRAG



Régionalisation du changement climatique aux Antilles-Guyane : évolution de la température et des précipitations

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Régionalisation du changement climatique aux Antilles-Guyane : évolution de la température et des précipitations
- Surnom : AG2C

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIRAG
- Équipe : BED

Personnes menant l'étude

- Responsable : Philippe PALANY
- Courriel du responsable : philippe.palany@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Florian Gibier (Antilles-Guyane), Claude Cayol (Guadeloupe), Matthieu Texier (Guyane), Sections clim DIRAG

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
Régionalisation du changement climatique aux Antilles-Guyane au XXIème

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
5--étude du climat et du changement climatique
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

État d'avancement

Sur la Guyane :

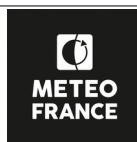
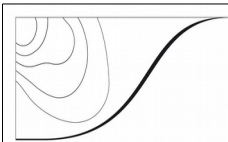
Les projections RCP (FN1=historique 1981-2005;FN2=RCP8.5 2006-2100;FN3=RCP4.5 2006-2100) par la méthode quantile quantile ont été analysées. Une présentation des résultats a été effectuée en interne DIRAG lors d'un atelier changement climatique qui s'est tenu les 28 et 29 avril dernier.

http://diragene-virt.dirag.meteo.fr/wordpress/Nos_rapports/2015/Changement_Climatique/Atelier%202015/

Un nouveau rapport pour mise à jour des rapport 2012 et 2013 en Guyane sera finalisé pour début septembre 2015.

Le besoin de disposer des projections régionalisées est exprimé par différents organismes de recherche notamment par le CIRAD travaillant sur les effets du climat sur la croissance forestière (projet Climfor). Les collaborations restent à développer.

Sur les Antilles, l'atelier changement climatique a permis de faire le point et finaliser la documentation des programmes (travaux Cantet et études RCP Guyane). De nouvelles actions sont lancées pour travailler sur la



période de projections 2040-2070, développer la connaissance climatique inter-île notamment afin de préciser les projections (récupération des données homogénéisées Dominique, Ste Lucie).

L'exploitation des données projetées et la valorisation des résultats reste donc à poursuivre sur les territoires de Guadeloupe et Martinique :

- Travail sur les précipitations extrêmes et les indices climatiques ;
- Travail sur les cyclones à l'échelle du domaine d'étude (collaboration avec CNRM/GMEC/F. Chauvin).

MF DIRAG a participé à la réponse au projet C3AF (Conséquences du changement climatique aux Antilles françaises) sur PO 2014-2020 FEDER Guadeloupe, projet coordonné par l'Université des Antilles avec l'implication du BRGM notamment.

Dans le workpackage 1 du projet Météo-France DIRAG en collaboration de l'Université des Antilles se propose en effet d'approfondir la connaissance de l'évolution des aléas :

- 1) Analyse des évolutions des températures, précipitations, des effets saisonniers et pluies extrêmes ;
- 2) Modélisation de l'activité cyclonique sur le bassin Atlantique au cours du XXIème siècle ;
- 3) Modélisation maille fine des zones d'intérêt sur la Guadeloupe ;
- 4) Modélisation des états de mer par forçage atmosphérique.

Ce projet se réaliserait en interne en collaboration du CNRM (M. Déqué, F. Chauvin) et l'équipe étude DIRAG, et sollicite la mobilisation de ressources externes (2 fois 24 mois chercheur en CDD).

Les premières réponses concernant l'éligibilité de ce projet seront examinées en septembre 2015 pour un démarrage potentiel en janvier 2016.

Référence DIRAG : <http://www.tellusa.net/index.php/tellusa/article/view/24065>

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Sur la Guyane :

Valoriser les RCP par la méthode quantile quantile. FN1=historique 1981-2005;FN2=RCP8.5 2006-2100;FN3=RCP4.5 2006-2100

Le besoin de disposer des projections régionalisées est exprimé par différents organismes de recherche notamment par le CIRAD travaillant sur les effets du climat sur la croissance forestière (projet Climfor). Il sera intéressant de se préparer techniquement et envisager une collaboration dans un cadre R&D partagés avec un organisme scientifique régional notamment afin de travailler sur les projections RCP (non effectués pour l'instant).

Aux Antilles :

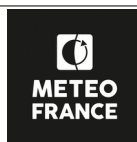
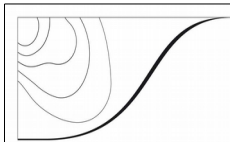
L'exploitation des données projetées et la valorisation des résultats restent à poursuivre sur les territoires de Guadeloupe et Martinique :

- Travail sur les précipitations extrêmes et les indices climatiques ;
- Travail l'activité cyclonique sur le bassin Atlantique au cours du XXIème siècle en collaboration (CNRM/GMEC/F. Chauvin) .

MF DIRAG a participé à la réponse au projet C3AF (Conséquences du changement climatique aux Antilles françaises) sur PO 2014-2020 FEDER Guadeloupe, projet coordonné par l'Université des Antilles avec l'implication du BRGM notamment.

Dans le workpackage 1 du projet Météo-France DIRAG en collaboration de l'Université des Antilles se propose en effet d'approfondir la connaissance de l'évolution des aléas :

- 1) Analyse des évolutions des températures, précipitations, des effets saisonniers et pluies extrêmes ;
- 2) Modélisation de l'activité cyclonique sur le bassin Atlantique au cours du XXIème siècle ;



3) Modélisation maille fine des zones d'intérêt sur la Guadeloupe ;

4) Modélisation des états de mer par forçage atmosphérique.

Ce projet se réaliserait en interne en collaboration du CNRM (M. Déqué, F. Chauvin) et l'équipe étude de la DIRAG, et sollicite la mobilisation de ressources externes (2 fois 24 mois chercheur en CDD).

Les premières réponses concernant l'éligibilité de ce projet seront examinées en septembre 2015 pour un démarrage potentiel en janvier 2016.

L'éligibilité ou non de ce projet conditionne les efforts qui pourront être mis en place par la DIRAG pour faire avancer

Éléments de planification

Calendrier envisagé

2015-2016 :

- Valorisation des résultats à poursuivre et émergence de collaboration aux Antilles utilisant les projections climatiques régionalisées ;
- Travail sur les précipitations extrêmes, les indices climatiques et les cyclones à poursuivre en fonction des collaborations et de l'éligibilité du projet C3AF ;
- Recherche de collaboration avec d'autres organismes afin de valoriser les productions (Caraïbes) ;
- Recherche de collaboration avec d'autres organismes pour une descente d'échelle dynamique (Guyane).

Collaborations

- internes : DCSC, CNRM
- nationales : BRGM, DEAL Martinique, CIRAD (Guyane), IRD (Guyane)
- internationales : CCCCC, CIMH

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Compléments

Note : mobilisation personnel MF DIRAG identifiée ci-dessus (2 mois Guyane (PCA), 2 mois aux Antilles (BED))

Attente éligibilité projet C3AF : si C3AF sélectionné

Mobilisation pour 2016 :

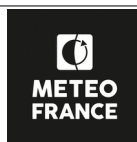
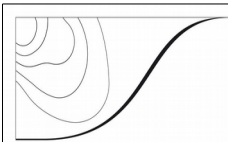
- Permanent Météo-France (2 mois Guyane (PCA), 4 mois aux Antilles)
- Non permanent Post doc en CDD 1*6 + 1*9 mois

Statut

programme

Compléments

Le dimensionnement des efforts consentis en 2016 sur les Antilles dépendra de la sélection ou non du projet C3AF.



Étude des phénomènes de méso-échelle à la DIRAG

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Étude des phénomènes de méso-échelle à la DIRAG
- Surnom : NWPAG

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIRAG
- Équipe : BED

Personnes menant l'étude

- Responsable : Philippe PALANY
- Courriel du responsable : philippe.palany@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) :

Claude Cayol, Tony Merleau, Florian Gibier, Brigitte Benech (remplacée en juillet 2015 par T. Dupont).

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
2--étude des phénomènes de méso-échelle

- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

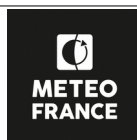
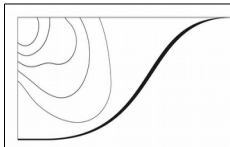
État d'avancement

Les simulations AROME réalisées en 2014 en mode étude sur situations exceptionnelles avec encadrement G. Faure de CNRM/GMAP ont été mises à disposition de DIRAG/PREVI. En 2015, avec l'arrivée de Synopsis et la mise en place des flux d'alimentation, les situations seront étudiées par DIRAG/PREVI en collaboration des unités de prévision des centres météorologiques (Guadeloupe, Martinique, Guyane).

La chaîne PERLE (ARPEGE) mise en place avec DP/SERV/ENV en 2014 pour laquelle la résolution de sortie est 2 kms et le forçage a permis de réaliser des simulations sur la Guadeloupe et la Martinique pour certains temps caractéristiques (panne d'alizés, alizé non perturbé etc.) :

http://bedvm1.dirag.meteo.fr/wordpress/?page_id=1559

Concernant les simulations Meso-NH réalisées par Céline Bassette (convention d'hébergement scientifique) une première note de synthèse a été produite en juin 2015. A la DIRAG, nous examinons la possibilité de disposer de plus de ressources sur projet pour pouvoir consacrer plus de temps à ces questions.



Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 0

- Compléments

Collaboration : Maître de conférence UAG (Laboratoire LARGE) collaborant avec la DIRAG dans le cadre d'une convention d'hébergement scientifique sur la méso-échelle :

Description de l'étude

Cette étude concerne les îles de Guadeloupe et de Martinique. Il existe très peu de connaissance de la climatologie à l'échelle locale et à maille fine.

La modélisation maille fine doit nous permettre en mode étude de mieux appréhender les mécanismes de méso-échelle intervenant lors des situations météorologiques exceptionnelles. Pouvoir rejouer les situations exceptionnelles à une échelle fine devient une préoccupation majeure notamment dans le cadre de l'accompagnement de l'arrivée du modèle Arome Antilles opérationnel. Les efforts porteront donc à l'utilisation du démonstrateur Arome pour initialiser et coupler Meso-NH.

La prise en main de PERLE en mode étude est nécessaire afin de pouvoir étudier les conditions de dispersion de différentes sources de pollutions (collaboration recherchée en mode étude avec ASQAA). La DIRAG souhaite pouvoir caractériser au sens climatologique les conditions de dispersion autour des sites sensibles (collaboration avec DP/SERV/ENV) dans le cadre de sa mission de veille sanitaire.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

En 2015/2016 :

La DIRAG est confrontée dans les prochains mois à une mobilité de ressource qui ne permettra jusqu'à remplacement de poursuivre les travaux commencés avec PERLE.

Il reste à poursuivre les actions suivantes (sous réserve de ressources disponibles) :

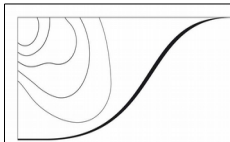
Approfondir la méthodologie type B95+ et étude C. Lac, Camail 2003, ou autre pour caractériser climatologiquement les conditions de dispersion autour des sites sensibles.

Travailler à la mise en place en mode étude d'un Meso-NH à 500m pour forcer LPDM.

Poursuivre les études de situation avec AROME à partir des demandes DIRAG/PREVI (projet de plan de travail en cours) en faisant varier les forçages (CEP, ARPEGE,..)

Prise en main de l'utilisation du démonstrateur AROME pour initialiser et coupler Meso-NH.

Prendre connaissance de la documentation ACCLIMAT. Clarifier les jalons du calendrier technique permettant à terme de bénéficier d'ACCLIMAT sur une ville des Antilles (Fort-de-France).



Collaborations

- internes : CNRM/GMME/MesoNH , CNRM/GMAP , DP/SERV/BEC, DP/SERV/ENV
- nationales : Université des Antilles et de la Guyane (UAG)

Projets ou contrats associés

Convention d'hébergement scientifique MF DIRAG-UAG/LARGE renouvelée: Mme Céline Bassette Enseignant-chercheur, Maître de conférence UAG (Laboratoire LARGE*) collabore avec Météo-France DIRAG (convention renouvelée pour 2 ans).

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 0

- Compléments

Convention d'hébergement scientifique MF DIRAG-UAG/LARGE : Mme Céline Bassette Enseignant-chercheur, Maître de conférence UAG (Laboratoire LARGE*) collabore avec Météo-France DIRAG.

**Laboratoire de Recherche en GEophysique*

Statut

projet

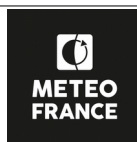
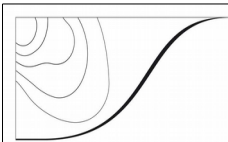
Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

1000 euros,1, participation Mme Céline Bassette collaborant avec MF DIRAG aux rencontres R&D,présentation des résultats

Compléments

Volonté de DIRAG de monter un projet sur la météorologie urbaine avec collectivités à phaser avec avancement outil ACCLIMAT. Attente de remplacement de ressources études dans un contexte de mutations de personnels. Re-formation probablement nécessaire des nouvelles personnes affectées pour être en position de poursuivre le travail.



Estimation des précipitations aux Antilles Guyane

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Estimation des précipitations aux Antilles Guyane
- Surnom : PREAG

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIRAG
- Équipe : BED

Personnes menant l'étude

- Responsable : Philippe PALANY
- Courriel du responsable : philippe.palany@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Florian Gibier

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
Estimation des précipitations aux Antilles Guyane

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
7--hydrométéorologie et agrométéorologie
- Thème secondaire :
12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale

État des lieux

État d'avancement

Comparaison radar/pluvio en DIRAG :

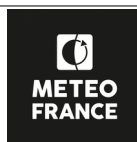
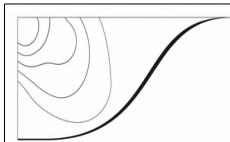
- La lame d'eau radar a été qualifiée au 01/07/15 suite à la COMOD ARAMIS du 30/04/15 ;
- Un point sera organisé entre DIRAG et CMR fin 2015 pour évaluer le résultat des études complémentaires de la DIRAG sur l'amélioration de la méthode de spatialisation.

Estimation de précipitation sur la zone Guyane à partir des données MPE (Multi-sensor Precipitation Estimate) d'Eumetsat et du produit TRMM (NASA/JAXA).

Les travaux réalisés en DIRAG sur la thématique seront poursuivis dans le contexte du projet CVH Guyane. Le Groupe de Suivi de la Convention (GSC) MEDDE[DGPR-DGALN]/Météo-France a été sollicité pour permettre le recrutement d'un CDD sur un an pour réaliser des développements et études complémentaires. Un post doc a été recruté à compter du 1er septembre 2015 et pour une durée de 12 mois. L'encadrement du post doc se fera en étroite collaboration de DCSC/AVH sous le cadrage institutionnel de D2I/MI.

Documents de référence :

Note de synthèse des travaux réalisés par la DIRAG fournie à la DEAL Guyane en mai 2014. Disponible ici : http://diragene-virt.dirag.meteo.fr/wordpress/Nos_rapports/2014/Hydrometeorologie/



Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 0.5

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 0

- Compléments

Mobilisation d'un post doc sur 12 mois à compter du 1er septembre 2015 dans le cadre de la convention cadre MEDDE[DGPR]/MF et protocole de travail DEAL Guyane/MF DIRAG.

Description de l'étude

Comparaison pluvio/radar :

Poursuivre collaboration avec DSO/CMR pour l'amélioration de la calibration radar en Martinique et Guadeloupe.

Estimation de précipitation sur la zone Guyane à partir des données pluvio-satellite disponible : MPE (Multi-sensor Precipitation Estimate) d'Eumetsat et du produit TRMM (NASA/JAXA), GPM remplaçant des produits TRMM.

Mener les actions dans le contexte de la demande exprimée par le projet CVH Guyane en hydrométéorologie : référencer toutes les études (IRSTEA, UMR Espace dev, IRD..). Préparer l'arrêt de TRMM et intégration GPM. Qualifier les produits et mettre en place un chaîne de production consolidée et calibrée des produits satellite disponibles.

Travaux sur la sécheresse aux Antilles-Guyane :

- Mise en place d'une production décadaire de cartes et données SPI aux Antilles Guyane reste à spécifier et à faire ;

- Pluies efficaces spatialisées et humidité des sols: les premiers travaux sur le sujet démarreront avec la Guyane (dans le cadre du projet CVH) avec un objectif de travailler sur un prototype pré-opérationnel - Premier test avec le modèle ISBA - calcul d'incertitudes, études d'autres méthodes permettant de faire émerger un indice d'humidité des sols en Guyane (zone d'étude).

Éléments de planification

Calendrier envisagé

2015-2016 :

- poursuite collaboration CMR pour la calibration radar.

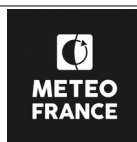
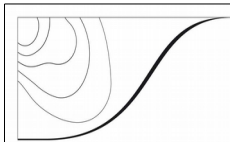
Travaux réalisés par la mobilisation du post doc dans le cadre du projet CVH en Guyane :

- Amélioration et consolidation des chaînes de production utilisant les produits pluvio-satellite. Gestion de l'arrêt de TRMM et nouveau produit GPM ;

- Pluies efficaces spatialisées et humidité des sols: les premiers travaux sur le sujet démarreront avec la Guyane (dans le cadre du projet CVH) avec un objectif de travailler sur un prototype pré-opérationnel - Premier test avec le modèle ISBA - calcul d'incertitudes, études d'autres méthodes permettant de faire émerger un indice d'humidité des sols en Guyane (zone d'étude).

Projets ou contrats associés

Protocole de travail MF DIRAG-DEAL Guyane dans le cadre de la convention MEDDE-MF



Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 2

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 8 Thème secondaire : 0

- Compléments

Mobilisation d'un post doc sur 12 mois à compter du 1er septembre 2015 dans le cadre de la convention cadre MEDDE[DGPR]/MF et protocole de travail DEAL Guyane/MF DIRAG.

Statut

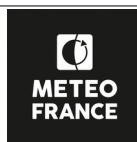
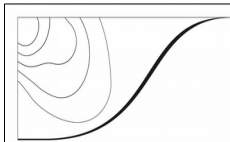
projet

Bruno Herault (CIRAD, Ecofog) travaille sur la vulnérabilité de la forêt guyanaise au stress hydrique et il est en recherche d'indicateurs robustes pour estimer ce stress.

C'est dans cet esprit que son équipe avait développé, il y a quelques années, avec un doctorant un modèle de bilan hydrique de la forêt pour une utilisation locale (il dispose d'une dizaine de sites équipés en stations micro-météo + sondes TDR jusque 220cm).

Actuellement, Bruno Héault développe des modèles de dynamique forestière à échelle régionale, implémentés sous simulateur CAPSIS, qui intègre une composante eau dans le sol pour explorer la réponse de la forêt (cycle du carbone, mortalité des arbres etc..) au stress hydrique.

Pour évaluer le contenu en eau des sols à une échelle régionale, l'équipe travaille actuellement à partir des données mensuelles du Global Soil-Water Balance (<http://www.cgiar-csi.org/data/global-high-resolution-soil-water-balance>) du CGIAR.



Étude de l'état de la mer aux Antilles Guyane (surcote et houle cyclonique)

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet :

Étude de l'état de la mer aux Antilles Guyane (surcote et houle cyclonique)

- Surnom : SEAAG

Equipe soumettant la fiche

- Service : DIRAG
- Équipe : BED

Personnes menant l'étude

- Responsable : Philippe PALANY
- Courriel du responsable : philippe.palany@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Claude Cayol, Florian Gibier

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :

Étude de l'état de la mer aux Antilles Guyane (surcote et houle cyclonique)

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :

8--océanographie (modélisation et instrumentation)

- Thème secondaire :

0--sans objet

État des lieux

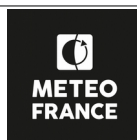
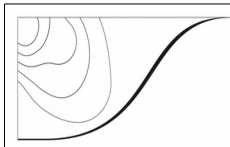
État d'avancement

Contexte :

La mise à jour des études sur la houle et surcote cyclonique aux Antilles est nécessaire notamment dans un contexte d'incertitude sur l'élévation du niveau de la mer pour les îles (impact du Changement Climatique). Les moyens nécessaires à cette mise en place ne sont pas entièrement disponibles à la DIRAG. La DIRAG souhaite la coordination technique (PREVI/MAR) - besoin de spécifications techniques détaillées - et est à la recherche de partenaires pour pouvoir renforcer ces ressources pour réaliser les actions à mener. La fiche R&D SEAAG a été mise en place dans ce but. Une convention de R&D partagés pour la mise à jour des études des durées de retour de houle et surcote cycloniques a été signée avec la DEAL Martinique le 4 novembre 2014. Cette convention permet actuellement la mobilisation d'un post doc sur une durée de 12 mois, contrat ayant début le 1er juin 2015.

Point à surveiller :

L'Université des Antilles (Laboratoire LARGE) a conforté en 2013 son avance sur le sujet de la submersion marine aux Antilles notamment grâce au projet Interreg Tsunahoule. L'Université des Antilles est en train de



devenir le référent scientifique pour les institutionnels. C'est le cas notamment pour la DEAL en Guadeloupe qui dans le cadre de la révision du PPRN à communiquer sur leurs travaux.

Avancée DIRAG 2014 et 1er semestre 2015 :

- Création d'une BDD surcote étendue (BDD observée avec 9 siècles fictifs - méthode Pourret 2002) réalisée par Claude Cayol et Jean-François Dorville (post doc). Output en cours de validation.

Rappel contexte : nous avons en effet remis en marche en 2012, le modèle de surcote sur une machine Linux études. Dans un premier temps nous avons vérifié le modèle sur quelques situations puis nous avons lancé un travail de mise en base de données des simulations (rééchantillonnage par méthode bootstrap - Pourret 2002) pour pouvoir effectuer l'exploitation des données pour le calcul des durées de retour après 1999.

Les travaux de 2002 en DIRAG concernant le modèle de surcote avait le défaut d'avoir été développé dans un même code source (f90), le module de traitement statistique pour le calcul des durées de retour de surcote et lancement des simulations (par méthode de bootstrap) avec une organisation en multitude de fichiers (aucune documentation de programmes). Les données sur lesquelles étaient calculées les durées de retour s'arrêtaient à 1999. L'objectif était de construire un module statistique (R, Python) de durée de retour indépendant des données modèles, mises en base de données (BDD). Ce module statistique est pensé pour pouvoir lire toute base de données (surcote, houle, niveau d'eau à la côte).

- Réalisation d'un environnement de travail facilitant le mode étude des sorties des états de mer :

librairie de programmes pour le traitement et la visualisation de données ;

automatisation de simulations (ex. : SWAN, MFWAM, modèle de surcote Daniel 1996 etc.) ;

- Collaboration en cours avec DPREVI/MAR pour la mise à jour du modèle de prévision à la côte (MFWAM to WW3) dans la bande côtière. Domaine Antilles spécifié.

- Surcote : en mode étude examen DIRAG des possibilités de couplage WW3/Hycom2D ou utilisation de CFD.

Documents de références études actuels :

- Cartographie des durées de retour des vents cycloniques sur les petites Antilles (etd et dvp n°16) -V. Pourret 2003

- Évaluation des durées de retour de surcotes cycloniques sur les Antilles françaises (etd et dvp n°14)-V. Pourret, B. Drevon - 2002

- Étude DPPR: Évaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles françaises (etd et dvp n°12)-V. Pourret, S. Hatton, F. Cadet - 2001

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 6 Thème secondaire : 0

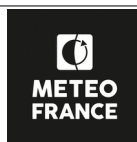
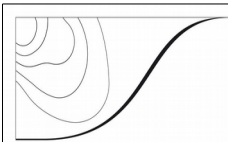
- Compléments

Post doc mobilisé sur 2ème semestre 2015 pour une durée d'un an dans le cadre d'une convention de R&D partagés avec la DEAL Martinique

- Encadrement de 2 stages préparatoires (résultats en cours d'exploitation) :

mars/avril 2015 (stagiaires UPVD Perpignan) : -Étude numérique du forçage d'un modèle côtier par la houle à petite échelle-

juin/juillet 2015 (stagiaires SEATECH - Université de Toulon) : -Étude numérique du déferlement à la côte de la houle tropicale-



Description de l'étude

Objectifs : mise à jour des études sur la houle et surcote cyclonique aux Antilles.

Difficultés :

Demande institutionnelle croissante dans la région Antilles Guyane sur la submersion marine et Météo-France encore peu présente aux Antilles et en Guyane

Plan de travail contractuel avec la DEAL Martinique :

Lot 1 . Étude préparatoire (Vagues, Houles, Surcotes, Déferlement) ;

Lot 1.1 - Préparation des outils numériques :

Construction modulaire librairie SEAAG (analyse, traitement, visualisation), Version 1.0. Mettre en place un wiki ;

Codage en R et Fortran de sous-module vent Holland 1 et 2 ;

Codage du sous module visualisation et exportation des données en SIG, kmz, Geotiff, shp ;

Prise en main modèle surcote : récupération des output vents, output spatio-temporel des H (x, y,t), décote ;

Valorisation du travail des stagiaires de l'ENV 2014 (abaques) : à court terme (commenter, simplifier la présentation) ;

Création BDD sur la climatologie des états de mer ;

Développement d'outils d'exploitation statistique BDD sur la climatologie des états de mer.

Lot 1.2 – Modélisation Numérique :

Prise en main Hycom 2D et paramétrisation ;

Analyse qualitative de SWAN pour le domaine ANGUY (forçage aux limites, vent, courant...) ;

Mise en place de WW3 ANGUY, maille déstructurée, investigation MFWAM régional ;

Lot 1.3 . Traitement statistique et mapping :

Conception et développement module statistique et représentation graphique ;

Mise en place d'un démonstrateur opérationnel en mode études pour simulation hauteur submersion (vague & surcote) ;

Spécification base de données finales (mise à jour et création) ;

Publications, valorisation, communication, conférences (AGU, ...).

Lot 2. Production de livrable :

Nouvelle paramétrisation, mise à jour calcul des hauteurs de surcote avec modèle Daniel-MF ;

Calcul des hauteur de surcote avec Hycom 2D ;

Création de la base de donnée hauteur (max, mean) durée (max, mean) de surcote (modèle Daniel-MF et Hycom2d) ;

Calcul houle cyclonique (via base de donnée du bootstrap) avec et sans hauteur de surcote ;

Création de la base de donnée hauteur (max, mean) période (max, mean) de vague cyclonique ;

Analyse statistique des résultats production de carte de durée de retour (hauteur max, croissance max, etc.) via module statistique après validation du comité scientifique ;

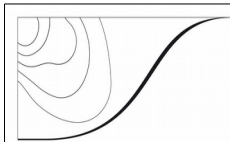
Empaquetage des résultats (carte format Raster, Shp, kml) via module de visualisation ;

Rédaction rapport intermédiaire et Final (4 semaines + 2 semaines de reviewing) ;

Réalisation de support de présentation et outils de vulgarisation (Poster Type, PDF, Wiki, animation graphique). Livraison contractuelle DEAL Martinique ;

Pour la Guadeloupe et la Guyane :

Dans un deuxième temps, toutes les méthodes développées pour la Martinique seront appliquées pour la Guadeloupe et la Guyane. Dans le cas de la Guyane, on mettra en place des outils d'estimation de hauteur de surcote dans les zones d'intérêt.



Éléments de planification

Calendrier envisagé

2015-2016 :

Réalisation de travaux dans le cadre de la convention de R&D partagés entre la DEAL Martinique et Météo-France Antilles Guyane, en coordination Dirop/MAR .

Collaborations

- internes : Dirop/MAR , DIRRE et le projet ANR Spicy a été sélectionné.
- Nationales : Université des Antilles, DEAL

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 3 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 5 Thème secondaire : 0

- Compléments

Post doc mobilisé jusqu'au 31 mai 2016 dans le cadre d'une convention de R&D partagés avec la DEAL Martinique

Statut

projet

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

3000;1;participation post doc Météo-France DIRAG à l'EGU 2016 (Vienne)

- Autres financements :

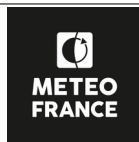
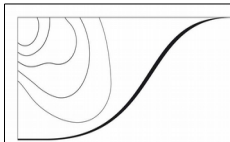
1500;frais de publication;journal peer review

Compléments

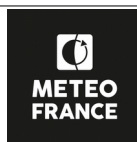
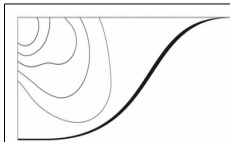
Le suivi du projet ANR Spicy en DIRRE sera effectué.

Suivi des projets Sargasses qui pourront émerger dans le contexte actuel aux Antilles et dans toute la Caraïbe.

- Opportunité de ressources par collaboration Université des Antilles/LARGE/ Directeur Laboratoire/N. Zahibo dans le cadre d'un projet sur le changement climatique et submersion marine (avec le BRGM notamment) soumis fin juin 2015 (impact des variations du forçage atmosphérique sur les états de mer). Résultat sélection en attente.



Études menées à la DIROI (incluant la CRC)



Fiche Programme 2016 de L'équipe CYCLONES du LACy

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Fiche Programme 2016 de l'équipe CYCLONES du LACy
- Surnom : FP_LACY

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROI
- Équipe : CRC

Personnes menant l'étude

- Responsable : Olivier BOUSQUET
- Courriel du responsable : olivier.bousquet@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : David Barbary, Christelle Barthe, Soline Bielli (50%)

Rémy Lee-Ah-Siem, Marie-Dominique Leroux, Dominique Mékiès, Anne Réchou, Fabrice Chane-Ming, Jean-Francois Ribaud (doctorant), Thomas Hoarau (doctorant)

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
Fiche Programme 2015 de l'équipe Cyclones du LACy

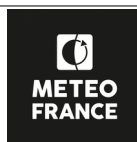
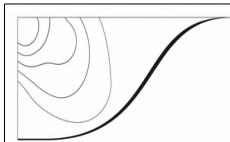
Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
1--étude des cyclogénèses (et cyclones), prévisibilité (dont prévision d'ensemble)
- Thème secondaire :
4--prévision à méso-échelle

État des lieux

État d'avancement

L'équipe Cyclones est l'une des trois équipes de l'UMR 8105 (Météo-France, CNRS, Université de La Réunion). Au sein de la Direction Interrégionale de Météo-France dans l'Océan Indien (DIROI), elle mène des activités de recherche visant à faire progresser la connaissance et la prévision des cyclones et autres systèmes convectifs tropicaux intenses. Elle apporte ainsi un soutien important à la mission de surveillance cyclonique du bassin Sud-Ouest de l'Océan Indien qui incombe au Centre Météorologique Régional Spécialisé (CMRS) de la DIROI. Son effectif permanent est composé de neuf personnes (dont 3 HDR): un Chargé de Recherche du Développement Durable (O. BOUSQUET, resp.), trois ITM (D. BARBARY, M.-D. LEROUX et D. MEKIES), un TSM (R. LEE-AH-SIEM), une Chargée de Recherche du CNRS (C. BARTHE), une Ingénieure de Recherche CNRS (S. BIELLI, à 50%) et deux enseignants-chercheurs de l'Université de La Réunion (A. RECHOU, F. CHANE-MING). Thomas HOARAU, bénéficiaire d'une bourse de la région Réunion, nous a rejoint en nov 2014 après avoir effectué son stage de M2 dans l'équipe. En 2015 les agents de l'équipe ont encadré 7 étudiants (deux doctorants, un M2, deux M1 et deux élèves ingénieur). Nous avons également prévu de recruter au moins 2 postdoctorants en 2016.



Nos activités de recherche ont été essentiellement soutenues par l'ANR (projet SPICY), l'INSU (projet LEFE KOUDVAN), la fédération OMNCG (AAP 2015) et la Région Réunion (AAP recherche 2013). De nouveaux programmes, financés (CPER ReNovRisk, SOERE ROSEA, AAP OMNCG 2016, AAP MOM 2015, LIA ADEPT), ou en cours d'élaboration (projets FEDER ; ANR ; LEFE), permettront de soutenir nos activités au cours des années à venir.

La préparation des outils de prévision numérique outre-mer étant un élément important de nos activités, l'équipe a été particulièrement impliquée dans la mise en place des systèmes Arome ultramarins dont le passage en opérationnel est désormais très proche.

Un investissement très important a également été consacré à la préparation du projet ReNovRisk-Cyclones. Ce projet, financé sur des crédits CPER (financement acquis) et FEDER (financement à priori acquis mais appel à projet ouvert en 2016) a d'ores et déjà permis d'initier des collaborations avec plusieurs services météorologiques régionaux (Services Météorologique des Seychelles, de Madagascar et du Mozambique ; Universités d'Antananarivo et de Maputo) autour de la modélisation et de l'observation des cyclones tropicaux.

Le workshop LEFE KOUDVAN, co-organisé par l'équipe en juin 2015 à Paris, a également permis de réunir l'ensemble de la communauté nationale travaillant sur la thématique des cyclones tropicaux. Cet atelier a notamment permis de définir les bases et objectifs d'un projet de campagne expérimentale dans la région des Mascareignes. Un livre blanc, finalisé en novembre 2015, doit servir de support pour répondre à des appels à projets permettant de financer cette campagne (ANR, CNES,...). Un premier projet labellisé KOUDVAN (-EXTRACT-OISO-) a été soumis à l'ANR par F. ROUX (Université de Toulouse) en octobre 2015.

Cette fiche-programme présente le bilan et la prospective des principales activités de recherche menées par les personnels permanents de l'équipe et les personnels non-permanents qu'ils encadrent. En 2015, ces travaux ont donné lieu à une douzaine de publications de rang A (~ 4 articles / chercheur permanent), 5 communications dans des conférences internationales, et une douzaine de communications dans des ateliers nationaux.

Ci-après le bilan de nos activités (au 15 novembre 2015), classées par thème de recherche (action OPLANA DIRRE 2014 Q6_MET_REC 3)

1. Microphysique et précipitations dans les nuages tropicaux (C. BARTHE, T. HOARAU)

Une première analyse visant à évaluer l'impact de la vitesse de chute du graupel sur la trajectoire, la structure et l'intensité d'un cyclone tropical idéalisé a été menée avec le modèle Meso-NH. En particulier, on montre qu'une légère modification de la vitesse de chute du graupel dans le schéma microphysique à 1 moment ICE3 modifie fortement l'intensité (variation pouvant atteindre 8 hPa en 24 heures) et la structure (circulations primaire et secondaire, taille du système) du cyclone. Un article basé sur cette étude a été soumis à JGR.

Dans le cadre de la thèse de Thomas Hoarau, le couplage entre un schéma microphysique à 2 moments (LIMA) et une paramétrisation des émissions de sels marins a été effectué. L'objectif est de permettre une régénération de ces aérosols, composante importante de la population d'aérosols en environnement maritime, à chaque pas de temps, et de reproduire leur émission de façon réaliste pour différents régimes de vent.

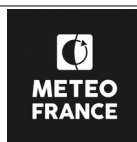
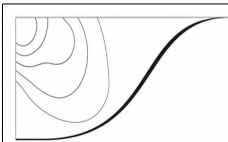
2. Électricité atmosphérique

2a - Modélisation (C. BARTHE)

La signature électrique d'un cyclone tropical a été analysée à partir de simulations idéalisées avec le modèle Meso-NH. On montre qu'une diminution de la vitesse de chute du graupel conduit à une réduction drastique de l'activité électrique résultant des interactions entre la dynamique, la thermodynamique, les transferts de masse et de charge électrique. Parallèlement à ces travaux, une première évaluation en contexte tropical d'un schéma de nudging des éclairs dans le modèle Meso-NH a été réalisée lors d'un stage de M1. L'assimilation des données du réseau de détection WWLLN pour le cyclone tropical Dumile montre un impact sensible sur la trajectoire, la structure et l'intensité du cyclone Dumile.

2b - Observation (O. BOUSQUET, JF RIBAUD)

Le lien entre la microphysique nuageuse et le déclenchement et la propagation des décharges au sein des systèmes convectifs de moyenne échelle a été étudié à partir de données issues d'un imageur d'éclair 3D à haute résolution (Lighting Mapping Array; LMA) et des radars polarimétriques déployés pendant la



campagne HyMeX. Ces travaux, réalisés dans le cadre de la thèse de J.-F. Ribaud (co-encadrée par le LACy, le GAME et le LA) ont notamment permis de déterminer précisément les milieux microphysiques privilégiés de déclenchement et de propagation des éclairs à savoir le graupel (initiation = 70 %, propagation = 58 %), la glace (initiation = 22 %, propagation = 33 %) et, dans une moindre mesure, la grêle (initiation = 6 %, propagation = 5 %). Ces travaux ont donné lieu à 2 publications au QJRMS.

3. Prévision des changements de structure et d'intensité des cyclones tropicaux (M.-D. LEROUX)

Les interactions entre un cyclone et un thalweg approchant sont complexes et difficilement prévisibles. Les effets d'un thalweg sur l'intensité d'un cyclone sont, en effet, nombreux mais aussi parfois contradictoires. Depuis plusieurs années la communauté scientifique (prévisionnistes et chercheurs) est ainsi confrontée à la problématique dite du "good trough/bad trough" qui consiste à déterminer si un thalweg d'altitude approchant un cyclone va l'intensifier ou, au contraire, le combler. Une collaboration avec l'équipe High Impact Weather du CAWCR (Centre for Australian Weather and Climate Research, Melbourne, Australie), financée par une bourse FASIC (programme de coopération franco-australien mis en œuvre par les ministères de l'Enseignement Supérieur et des Affaires Etrangères), a permis de concevoir de nouveaux diagnostics et de les tester sur le cyclone Dora (2007, sud-ouest de l'océan Indien), la tempête Oswald (2013, Australie), et la tempête Fobane (2014, sud-ouest de l'océan Indien) - à l'inverse des deux autres, Fobane ne s'est pas intensifiée. Les études de sensibilité des prévisions de trajectoire et d'intensité du cyclone Dora (2007) ont mis en évidence l'importance de la géométrie de l'interaction cyclone-thalweg pour l'intensification cyclonique. Ces résultats ont fait l'objet d'une publication dans *Monthly Weather Review* en 2015.

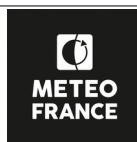
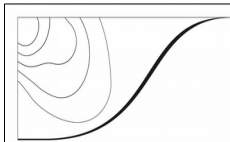
4. Climatologie de l'intensification rapide dans le sud-ouest de l'océan Indien (M.-D. LEROUX, D. MEKIES)

En lien étroit et privilégié avec les prévisionnistes du CMRS de la Réunion, l'étude climatologique initiée en 2014 s'est poursuivie en 2015 afin de fournir aux prévisionnistes des outils statistiques d'aide à la prévision d'intensité des cyclones (ex : une valeur seuil de cisaillement vertical de vent au-delà duquel il est peu probable statistiquement d'observer une intensification rapide). L'intensification rapide d'un cyclone sur la période 1999-2014 a été définie comme une variation des vents maximaux de surface strictement supérieure à 15.4 m s⁻¹ sur 24 heures. Les champs dynamiques et thermodynamiques, extraits des analyses ERA-Interim, ont ensuite été analysés afin de mettre en évidence les facteurs environnementaux significativement favorables (seuil de 95%) à l'intensification rapide. Divers paramètres météorologiques ont été analysés : température de surface de la mer, divergence d'altitude, cisaillement vertical de vent entre 850 et 200 hPa, humidité de moyenne troposphère, flux de moment angulaires relatifs, etc. Les conditions environnementales clés associées aux phases d'intensification rapide dans le sud-ouest de l'océan Indien ont pu être révélées et comparées à celles, déjà connues depuis 2003, de l'Atlantique Nord et du Pacifique Est. Un outil statistico-dynamique d'aide à la prévision d'intensité a été conçu sur le bassin par combinaison linéaire optimale des prédictors environnementaux les plus pertinents et sera testé lors des prochaines saisons cycloniques.

5. Assimilation de données (S. BIELLI, D. BARBARY, O. BOUSQUET, D. MEKIES, M.-D. LEROUX)

Plusieurs configurations 3D-VAR du modèle Arome Indien ont été développées et évaluées au cours de l'année 2015. La dernière version en date (cycle 40 + couplage océanique 1D) a été finalisée début juin mais n'a été que peu utilisée suite à la décision, actée lors du dernier CPPN, d'augmenter l'emprise du modèle. Une nouvelle configuration sera développée début 2016.

Un travail préparatoire visant à évaluer la qualité intrinsèque des données radar a été effectué. Ce travail a permis d'identifier les secteurs géographiques où les données sont susceptibles d'être assimilées par le modèle. Un premier test d'assimilation a également été réalisé sur le cas du cyclone Béchisa (2014). Les résultats obtenus montrent que l'assimilation d'observations radar a un impact significatif sur la structure et l'intensité du cyclone simulé. Cette première étude montre néanmoins que de nombreux réglages seront nécessaires afin de bénéficier au mieux de l'apport de ces observations. On note notamment d'importantes différences selon que l'on assimile simultanément ou individuellement les données des deux radars réunionnais. Notons par ailleurs qu'un système de surveillance du flux de données radar a également été mis en place afin de détecter d'éventuels problèmes d'alimentation liés à une panne de l'instrument ou du système de transmission.



Un sujet de thèse visant à développer l'assimilation des radiances micro-ondes en conditions pluvieuses et nuageuses dans AROME-Océan Indien a été proposé par M.-D. Leroux en collaboration avec le CNRM (GMAP). La bourse doctorale demandée à Météo-France n'a malheureusement pas été accordée.

6. Observation des systèmes précipitants (O. BOUSQUET)

La convention entre l'Université de La Réunion et la Région Réunion préalable à la mise à disposition des crédits obtenus lors de l'AAP Recherche 2013 pour la fabrication d'un radar nuage a enfin été signée en juin 2015. L'instrument, en cours de fabrication au LATMOS, devrait être livré mi 2016 et être installé au Maito ou sur le site du Moufia. Utilisé seul ou en synergie avec le lidar aérosol mobile du laboratoire et/ou le radar polarimétrique de Piton Villers, ce radar permettra de documenter précisément les propriétés microphysiques et le cycle de vie des précipitations en milieu tropical. Nous avons également obtenu le financement de nombreux instruments via le programme CPER ReNovRisk, l'ANR SPICY et les SOERE ROSEA et ERORUN parmi lesquels un disdromètre vidéo (2DVD), un disdromètre optique, une vidéo-sonde (fabrication LTHE) et 7 stations de réception GPS. Une dotation de la fédération OMNCG (OSU-R) a également permis de remettre en service le disdromètre optique du LACY et de lui adjoindre une station d'acquisition. Ces instruments seront déployés en 2016 (voir activités prévues).

L'équipe a accueilli, en avril 2015, le professeur BRINGI (Colorado State University) pendant une semaine (financement dans le cadre du programme d'échange international de l'Univ. Réunion). Cette visite a permis de jeter les bases de futures collaborations dans le domaine de la polarimétrie radar et de la disdrométrie. Un séjour plus long est envisagé courant 2016 pour travailler sur le futur disdromètre vidéo de l'équipe.

J.-F. RIBAUD a également effectué un séjour de 2 semaines à la DIROI afin de commencer à adapter les outils développés pendant sa thèse au contexte tropical. L'algorithme de classification des hydrométéores qu'il a développé a notamment été appliqué aux données collectées par le radar polarimétrique de Piton Villers lors du passage de Bégisa. Un important travail reste cependant à réaliser afin d'adapter les fonctions d'appartenance, développée pour la métropole, aux systèmes convectifs tropicaux.

De nouveaux projets de collaborations internationales autour des systèmes d'observation ont également été initiés avec, entre autres, l'université de Taiwan (visite à Taipei prévue en mars 2016), le JMA (visite initialement prévue en 2015 repoussée à 2016), la NOAA (HRD), et les services météorologiques des Seychelles, du Mozambique et de Madagascar.

L'année 2015 a également permis de finaliser plusieurs études (et articles) en lien avec les mesures expérimentales collectées pendant le projet HyMeX.

7. Couplage Océan/Atmosphère (D. BARBARY)

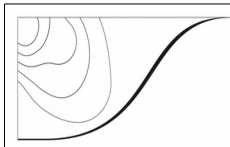
La chaleur contenue dans les couches supérieures de l'océan constitue la principale source d'énergie des cyclones tropicaux matures. En conséquence, l'évolution de leur intensité est contrainte par le contenu thermique superficiel de l'océan qui évolue fortement au cours du passage d'un cyclone. Avec l'utilisation de modèles à haute résolution, la prise en compte du couplage océanique est devenue une nécessité pour représenter de manière plus réaliste les interactions océan-atmosphère et limiter le risque de sur-intensification des systèmes simulés.

La mise en place de configurations d'étude avec le modèle Arome Indien couplé à un modèle CMO1D a permis de démontrer l'importance de ce couplage et ce, aussi bien dans une configuration Adaptation Dynamique, que 3D-VAR.

A partir de ce travail, CNRM/GMAP a pu mettre en place une version couplée du modèle en Adaptation Dynamique qui a tourné de façon quasi-opérationnelle lors de la saison cyclonique 2014-2015. Les résultats de cette expérience « temps-réel » ont été confrontés à ceux d'autres expériences réalisées en mode étude. Ce travail a permis de corriger et d'améliorer le modèle de CMO (notons que cette expérience a également permis de tester l'utilisation de synopsis pour le suivi des prévisions d'Arome-Indien). Ces résultats, présentés lors des APOM2015, ont également démontré l'impact positif du couplage océanique dans le cycle d'assimilation 3DVar.

8. Mesures expérimentales (C. BARTHE, D. MEKIES, S. BIELLI)

Les agents de l'équipe ont été fortement sollicités pour participer aux campagnes BIO-MAIDO (interactions gaz-aérosols-nuages dans les forêts tropicales de La Réunion) et STRAPS (étude des panaches volcaniques), qui se sont déroulées aux mois d'avril et juin 2015. Des outils permettant une représentation 3D des panaches volcaniques simulés par le modèle FLEXPART (forcé par Arome Pégase) ont également été



développés et mis à profit pour établir les plans de vol de l'ULM déployé dans la campagne. Plusieurs logiciels de visualisation des données (radar et modèle) ont également été développés.

Publications

• Publications dans des revues à comité de lecture :

Barthe, C., T. Hoarau, and C. Bovalo, 2015: How change in graupel characteristics can impact tropical cyclone lightning activity: an idealized case study. soumis à *J. Geophys. Res.*

Bousquet O., Berne A., Delanoë J. and coauthors, 2015: Multiple-frequency radar observations collected in southern France during HyMeX SOP-1. *Bulletin American Meteorological Society*, 96, pp. 267-282.

Bousquet O., J. Delanoë and S. Bielli, 2015: Evaluation of 3D wind observations inferred from the analysis of airborne and ground-based radars during HyMeX SOP-1. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, A paraître

Guerbette, J., M. Plu, C. Barthe, and J.-F. Mahfouf, 2015: A numerical study of the early stages of a tropical cyclogenesis in relation to the MJO. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Disc.*, submitted.

Kandando, P., F. Chane Ming and M. Petitdidier, 2015: Stratospheric variability of wave activity and parameters in equatorial coastal and tropical sites during the West African Monsoon- (DOI: 10.1007/s00382-015-2764-1)

Leroux, M.-D., M. Plu, and F. Roux, 2015: On the sensitivity of TC intensification under upper-level trough forcing. *Mon. Wea. Rev.*, A paraître

Réchou, A. and Kirkwood, S., 2015: Investigation of weather anomalies in the low-latitude islands of the Indian Ocean in 1991, *Ann. Geophys.*, 33, 789-804, doi:10.5194/angeo-33-789.

Ribaud J-F, O. Bousquet, S. Coquillat, H. Al-Sakka, V. Ducrocq and D. Lambert, 2015: Evaluation of hydrometeor classification algorithms from multi-frequency dual-polarimetric radar observations collected during HyMeX, *Q. J. R. meteorol. Soc.*, a paraître.

Ribaud J.-F., O. Bousquet and S. Coquillat, 2015: Relationships between total lightning activity, microphysics, and kinematics during the 24 September 2012 HyMeX bow echo system. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, en révisions

Soula S., E. Defer, M. Fullekrug, O. van der Velde, J. Montanya, O. Bousquet, S. Coquillat, Jean-Pierre Pinty, W. Rison, P. R. Krehbiel, R. Thomas, S. Pedeboy, 2014: Time and space correlation between sprites and their parent lightning flashes for a thunderstorm observed during the HyMeX campaign. *J. Geophys. Res.* A paraître.

• Publications dans d'autres revues :

Leroux, M.-D., and coauthors, 2014. Intensity change: external influences. Rapporteur Report, Topic 2.5, Eight WMO International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-VIII), 2-10 December 2014, Jeju, Republic of Korea

Sampson, B. and co-authors, 2014: Advances in intensity guidance. Rapporteur Report, Topic 2.7, Eight WMO International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-VIII), 2-10 December 2014, Jeju, Republic of Korea

• Rapports de stages :

Stage de M1 Atmosphère Océan Continent de l'Université de Toulouse effectué par Coralie Mounoussamy et Charlotte Baron. Sujet : « Apport de l'assimilation des données éclairs dans la simulation du cyclone tropical Dumile (2013) »

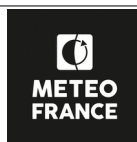
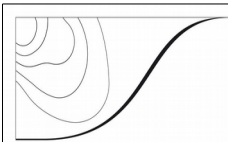
Stage de M2 Océan Atmosphère et Surfaces Continentales de l'Université de Toulouse, effectué par Julien Meister. Sujet: « Climatologie des intensifications rapides dans le bassin SOOI »

Stage de 1^{ere} année de l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (Talence), effectué par Jessica Colombel. Sujet: « Faisabilité, conception et réalisation d'une impression 3D d'un phénomène météo ».

Stage de 2^{nde} année de l'Ecole d'Ingénieur E3 (Grenoble), effectué par Théo Devaucoup : « Définition d'un réseau de pluviomètre dans le bassin versant de la Rivière des Pluies à La Réunion ».

• Autres :

Articles en préparation:



Barbary D. and co-authors, 2015: The orographic effect of Reunion Island on tropical cyclones tracks, 2015. En préparation pour soumission à Geophys. res. Lett. (dec 2015)

Bousquet O. and coauthors, 2015 : Towards improved tropical cyclone predictions in the SW Indian Ocean. En préparation pour soumission à Geophys. Res. Lett. (dec 2015)

Bovalo C., C. Barthe, and J.-P. Pinty, 2015 : Examining relationships between cloud-resolving model parameters and simulated total flash rates to generate lightning risk maps. En preparation pour soumission à QJRMS (dec 2015).

Leroux, M.-D., N. E. Davidson, C. M. Hankinson, M. J. Reeder, A. G. Wain, H. Xinmei, 2015. Diagnostics for an Extreme Rain Event over northeastern Australia, associated with ex-Tropical Cyclone Oswald (2013). En préparation pour soumission à J. Atmos. Sci. (dec 2015).

Pohl B., B. Morel, C. Barthe and O. Bousquet, 2015: Regionalizing rainfall at very high resolution over La Réunion island using a regional climate model. Part II. A case study for tropical cyclone Ando. En préparation pour soumission à MWR (dec 2015).

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 27.5 Thème secondaire : 27.5

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 11 Thème secondaire : 0

- Compléments

CNRS : 16 p.m, Université : 6 p.m ; stagiaires 10 p.m

Description de l'étude

Nous présentons ici les principales études prévues en 2016. D'autres travaux sont également envisagés, mais ne sont pas décrits ici par manque de visibilité.

1. Microphysique et précipitations dans les nuages tropicaux

Les travaux portant sur l'évaluation du schéma LIMA en conditions tropicales et le couplage de ce dernier avec une paramétrisation d'émission de sels marins développée au CNRM/GMEI (thèse de Marine Claeys) seront poursuivis et évalués sur le cas du cyclone tropical Dumile (2013), qui présente la particularité d'avoir été approché par un panache de poussières désertiques. Des analyses de sensibilité au schéma microphysique mais aussi aux caractéristiques du panache d'aérosols désertiques ou à la paramétrisation des sels marins seront réalisées. Ces travaux constituent le cœur de la thèse de T. HOARAU.

En collaboration avec le LSCE, le LMD et le Laboratoire d'Aérodynamique, et dans le cadre du suivi de la composition isotopique de la vapeur d'eau et de la pluie à l'Observatoire du Maïdo, des travaux de modélisation des isotopes stables de l'eau dans Meso-NH vont être initiés. L'objectif sera de coupler une paramétrisation des isotopes stables de l'eau avec un schéma microphysique à 2 moments. Le premier cas d'étude sera un épisode de la campagne de mesures Bio-Maïdo qui s'est déroulée en avril 2015 à La Réunion.

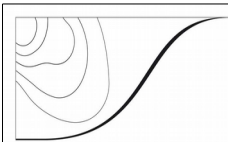
2. Électricité atmosphérique

Le couplage entre le schéma électrique CELLS et le schéma LIMA devrait être réalisé dans le cadre de la visite d'un an d'un doctorant brésilien au LACy. Ce travail devrait ouvrir de larges perspectives pour l'étude des interactions aérosols – convection – éclairs.

Une première simulation de l'activité électrique d'un cas réel de cyclone tropical sera réalisée. Elle permettra une première évaluation du schéma électrique en contexte cyclonique tropical via les observations disponibles (WWLLN, GLD360, TRMM/LIS).

3. Prévision des changements de structure et d'intensité des cyclones tropicaux

3a. Étude du cyclone tropical très intense Hellen



Le cyclone tropical Hellen, formé le 27 mars 2014 au voisinage de la côte Nord du Mozambique, a eu une rapidité d'évolution inédite, malgré des conditions de cyclogénèse non optimales. Enchaînant les différents stades de dépression à cyclone à un rythme effréné, Hellen culmine au stade de cyclone tropical très intense (CTTI) en fin de journée du dimanche 30 mars avec un vent maximal moyen sur 10 min évalué à 125 nœuds (soit des rafales maximales sur mer dépassant les 320 km/h). Si ces estimations d'intensité sont exactes (absence de mesure in situ) Hellen aurait subi un renforcement des vents maximaux explosif de 70 nœuds en 24h, répondant à un creusement du minimum de pression centrale de 70 hPa en 24h! En fin de journée du 31 mars, Hellen revient aussi brutalement qu'il s'était creusé au stade de dépression, en arrivant sur Madagascar. Sans conteste un des phénomènes les plus intenses observé dans le Canal de Mozambique depuis le début de l'ère satellitaire (1967), Hellen figure aussi parmi les systèmes ayant connu les taux d'intensification et d'affaiblissement les plus extrêmes observés ces dernières décennies, tous bassins cycloniques confondus.

Des simulations à haute résolution de ce système avec l'Arome Indien 3D-VAR et/ou Méso-NH, en mode couplé à l'océan, seront réalisées en 2016 pour tenter de comprendre les processus en jeu dans l'évolution débridée de ce cyclone. Ni le contenu énergétique de l'océan associé à la vitesse de déplacement du système, ni l'amplitude du cisaillement vertical de vent, ne paraissent a priori suffisant pour expliquer ces taux d'intensification et d'affaiblissement hors normes et éloignés de la limite maximale autorisée sur l'échelle d'intensité de Dvorak, surtout pour un affaiblissement non lié à un atterrissage sur un continent ou sur une île ! Outre l'analyse des paramètres environnementaux, nous diagnostiquerons les changements de structure d'Hellen (ondes de Rossby de vortex notamment), généralement corrélés aux changements brusques d'intensité cyclonique.

3b. Outil statistico-dynamique d'aide à la prévision d'intensité des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien

Les résultats de la climatologie de l'intensification rapide dans le sud-ouest de l'océan Indien seront exploités en 2016 afin de les publier dans une revue internationale à comité de lecture. En parallèle, l'indice prédictif d'intensification que nous avons développé sera implémenté en sortie des modèles de prévision disponibles à la DIROI pour évaluer sa pertinence sur la saison cyclonique 2015-2016.

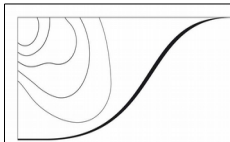
3c. Projet SPICy

Le projet ANR SPICy vise à développer le démonstrateur d'un modèle de prévision du risque de submersion intégré (pluies, surcote, crues) en conditions cycloniques. Dans le cadre de ce projet piloté par le BRGM, nous sommes en charge de la fourniture des simulations de cyclones permettant d'alimenter les modèles de surcote et de crue utilisés dans le cadre du projet. L'année 2016 sera essentiellement consacrée à la préparation d'un exercice de crise prévu en juin à Alès. Un IE sera recruté prochainement afin de réaliser une partie des simulations Arome et Meso-NH utilisées lors de cet exercice. Une fiche dédiée au projet rédigée par DIROI/BEC est disponible pour plus d'informations.

4. Assimilation de données

Une nouvelle configuration recherche du modèle Arome Indien sera développée sur la base du domaine étendu choisi pour le modèle opérationnel. Les travaux porteront plus particulièrement sur l'assimilation, dans un cadre recherche, d'observations non conventionnelles et des données collectées par les capteurs mis en œuvre par le laboratoire. Un sujet de thèse portant (en partie) sur l'assimilation des données issues du réseau de stations GPS prochainement déployé par le LACy (voir ci-après) a été financé par la Région Réunion, mais le candidat métropolitain proposé, lassé d'attendre la réponse de la Région Réunion, a malheureusement opté pour un autre sujet. Un doctorant ou un postdoctorant sera recruté dans le cadre du projet ReNovRisk en 2016 pour soutenir cette activité.

Un projet de collaboration autour de l'assimilation des données radar aéroportées collectées par les avions de reconnaissance de la NOAA pendant le cyclone Gonzalo (passé au voisinage des Antilles Française en octobre 2014) est également en cours de montage et devrait faire l'objet d'un stage M2, puis (idéalement) d'une thèse. On s'attachera notamment à évaluer l'impact de l'assimilation des mesures par radars -sol- et aéroportés sur l'intensification du système. Ce travail s'appuiera sur la configuration Arome-Antilles développée Par G. FAURE (CNRM/GMAP) et sera réalisé en collaboration avec la DIRAG et la division de recherche sur les ouragans américaine (NOAA/HRD). Des expériences de ciblage d'observations visant à définir les zones de lancement privilégiées des ballons (radiosondages et aéroclippers) susceptibles d'être lancés dans le cadre d'une campagne expérimentale pourront également être réalisées dès 2016.



5. Observation des systèmes précipitants

L'année 2016 sera consacrée au déploiement des capteurs récemment acquis par le laboratoire. Le radar nuage BASTA sera déployé au Maido ou il sera mis en œuvre sur alerte en collaboration avec le LATMOS. Les trois nouveaux disdromètres (2DVD, 1DVD et optique) seront déployés (et colocalisés) à la DIROI afin de les qualifier. Ils pourront ensuite être déployés dans la zone de couverture du radar polarimétrique de Piton Villers dans le cadre d'études sur l'estimation de la lame d'eau radar à la Réunion, en collaboration avec DSO/CMR et DIROI/BEC. On tâchera par ailleurs de poursuivre les travaux débutés en 2015 sur l'exploitation de la mesure par radar polarimétrique en région tropicale. Ces données serviront, en particulier, à évaluer les simulations réalisées dans le cadre de la thèse de T. HOARAU.

6. Couplage Océan-Atmosphère

Si les Arome-Outremer seront initialement déployés en version Adaptation Dynamique sans couplage océanique, l'objectif d'une configuration couplée en opérationnel reste d'actualité. Ce travail, réalisé en collaboration avec le CNRM/GMAP, l'équipe SURFEX et MERCATOR, nécessitera d'effectuer de nouvelles études de cas pour évaluer les performances des futures configurations opérationnelles.

L'apport de champs nouveaux (champs instantanés et sorties plus fréquentes) pour le couplage CMO1D sera étudié à travers la mise en place d'un modèle océanique régional 3D sur le domaine Arome-Indien en collaboration étroite avec MERCATOR. Il en découlera également la production de nouveaux diagnostics océaniques pertinents pour la prévision des cyclones directement disponibles à partir des modèles océaniques opérationnels. On s'attachera également à évaluer l'apport du couplage océanique 3D sur la simulation des cyclones via le développement de configurations Arome-NEMO-3D et Meso-NH/NEMO-3D sur le bassin SOOI. Ce travail sera réalisé en collaboration avec le CNRM (GMME), le LPO, MERCATOR et les agents de l'OSU-R travaillant sur le développement d'une configuration Meso-NH/NEMO/WW3. Un postdoctorant sera également recruté dans l'équipe à partir de mars 2016 pour travailler sur le couplage des modèles atmosphériques avec le modèle de vagues WW3. Un financement de la fédération OMNCG (2015-2017) ainsi qu'un projet sur l'éolien flottant en collaboration avec DCNS, récemment soumis au programme FEDER -mainstream- de la Région Réunion, permettront de soutenir d'avantage ces activités.

Un travail important est également prévu sur la paramétrisation des flux océan-atmosphère. Une collaboration avec le LPO portant sur les échanges océan-atmosphère par vents forts, initié en 2015, sera fortement renforcée dès l'an prochain, et K. EL-OMARI, enseignant chercheur à l'Université de Pau, intégrera l'équipe pour travailler sur cette thématique à compter de mars 2016. Une collaboration avec le LA sera également initiée afin de tester la paramétrisation de flux turbulents -MOON-, récemment implémentée dans le modèle Meso-NH.

7. Mise en place d'un réseau régional de mesure de l'humidité par GPS

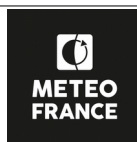
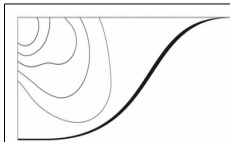
Un projet de déploiement et d'exploitation d'un réseau de mesure GPS, fruit d'une collaboration entre les équipes Cyclones et Troposphère du LACy, démarrera en 2016. Ce projet, piloté par le LACy en collaboration avec l'IGN, DIROI/OBS, l'IPGP, le laboratoire SEGAL (Portugal) et plusieurs services météorologiques régionaux vise à évaluer i) l'apport de l'assimilation de données GPS supplémentaires pour la prévision des cyclones tropicaux et ii) la variabilité et l'évolution de la distribution spatio-temporelle du contenu en vapeur dans le bassin SOOI.

Sept nouvelles stations, financées dans le cadre du projet ReNovRisk (CPER), seront déployées à Madagascar et dans les Mascareignes (Tromelin, Glorieuse, Rodrigues) à partir de février 2016. Les données d'une douzaine de stations, jusqu'à présent exploitées à des fins géophysiques par le SEGAL (principalement au Mozambique et dans les Mascareignes), seront également concentrées dans une base de données créée à cette occasion par le LACy. L'objectif, à l'horizon de 3 ans, est d'arriver à un réseau d'une trentaine de stations potentiellement assimilables (contre 4 disponibles actuellement sur le réseau GTS).

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Il s'agit du programme de recherche de l'équipe, se déroulant de façon continue.



Collaborations

- internes : CNRM : GMAP, GMME ; DIROI/BEClim, DIROI/CYC ; MERCATOR ; DSO/CMR
- nationales : LA ; LMD ; LOCEAN ; LPO ; LATMOS ; CRC (dijon) ; LTHE ; LSCE ; LGSR ; IGN ; IPGP : UAG
- internationales :

NOAA/HRD (USA), NCAR (USA), NOAA/NSSL (USA), BMRC/CAWCR (AUSTRALIE), NOA (Grèce), CSU (USA), JMA (Japon), SNMS (Seychelles), Meteo Madagascar, Univ. E. Mondlane (Mozambique), Université de Taiwan, SEGAL (Portugal)

Projets ou contrats associés

SOERE Bassin Versant, ROSEA et ORAURE

Federation OMNCG (4 projets)

HyMeX (Activité électrique et microphysique nuageuse)

SPICy (ANR) - voir fiche DIROI/BEC

STRAPS (ANR)

LEFE KOUDVAN

AAP Recherche Région 2013

Projet EROVEG (Ministère de l'Outremer)

CPER ReNovRisk

Stages proposés (type, durée, sujet)

Nous avons proposé 3 sujets de stage de niveau M2 et 2 sujet de niveau M1 en 2016.

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 27.5 Thème secondaire : 27.5

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 27 Thème secondaire : 6

- Compléments

CNRS : 13 p.m, Université : 9 p.m, stage: 20 p.m

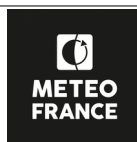
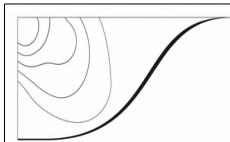
Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :

Une bourse de thèse Météo-France sera demandée en 2016



Changement climatique, prévision saisonnière

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Changement climatique, prévision saisonnière
- Surnom : CHGT_CLIMAT_REU

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROI
- Équipe : BECLIM

Personnes menant l'étude

- Responsable : François BONNARDOT
- Courriel du responsable : francois.bonnardot@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Guillaume JUMAUX, Hubert QUETELARD

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente :
CHGT_CLIMAT_REU

- Éléments complémentaires :

Fiche pluri-annuelle permettant de décrire les activités de fond du service EC de la DIROI en matière de climat, de sa variabilité et de ses changements.

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
5--étude du climat et du changement climatique
- Thème secondaire :
6--prévision saisonnière et mensuelle

État des lieux

État d'avancement

CHANGEMENT CLIMATIQUE

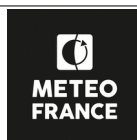
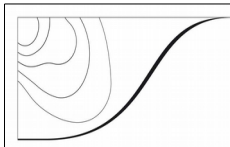
L'étude de valorisation des simulations CMIP5 et ALADIN-climat pour la région SW de l'OI a été finalisée en 2015. Disponible en lecture là :

http://rewebvirt.dirre.meteo.fr/clim/beclim/climat/changement_climatique/rapports/projections_climatiques_DIROI_2015.doc

L'objectif de cette étude était de réactualiser les connaissances sur les projections climatiques à l'échelle de notre région et en particulier sur La Réunion suite à la publication du 5ème rapport du GIEC.

PREVISION SAISONNIERE

Pour ce qui concerne la prévision saisonnière, la production de bulletins trimestriels de prévision des précipitations à La Réunion par descente d'échelle statistique a commencé. L'outil développé sous R est



maintenant fonctionnel (même s'il manque encore d'une interface IHM conviviale). Il s'appuie désormais sur les prévisions de ARPEGE S4 mais également sur le modèle de prévision saisonnière du CEP.

Voir sur le lien suivant le dernier bulletin produit pour le dernier trimestre 2015 : http://rewebvirt.dirre.meteo.fr/clim/beclim/climat/previ_saison/Bulletins/Bulletin_OND2015.pdf

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Thème 1 : changement climatique

- poursuite de la valorisation des scénario ALADIN-12km en mettant l'accent sur l'impact sur divers secteurs sociaux-économiques (énergétique, agriculture, feux de forêts, gestion des ressources hydriques...).
- suivant l'avancement des travaux de Fabrice Chauvin sur la simulation ARPEGE couplé basculé sur l'OI, on peut également envisager une analyse sur l'activité cyclonique (historique et évolution...). Le projet RENOVIRISK en cours de montage à la CRC prévoit un certain nombre de travaux sur le changement climatique et l'activité cyclonique.

A ce jour, il est difficile de détailler le contenu précis de tous ces travaux qui dépendent de l'acceptation ou pas des projets en cours de montage. On devrait avoir plus de visibilité d'ici la fin de l'année 2015.

Thème 2 : prévision saisonnière

Poursuite des développements autour de l'outil de descente d'échelle climatique développé à la DIROI pour la prévisions saisonnière des précipitations à La Réunion.

- développement d'une version régionale de l'outil permettant de couvrir l'ensemble des territoires de la zone SW de l'OI.
- adaptation de l'outil pour le département de Mayotte
- extension à d'autres paramètres ou indicateurs climatiques
- adaptation pour les besoins de la prévision saisonnière d'activité cyclonique.

Thème 3 : mise en œuvre de méthodes de classification par types de temps

L'étude proposée concerne la réalisation d'une classification par type de temps orientée sur le paramètre local précipitations sur La Réunion (méthodologie Pierre Lassègue avec approche par analyse canonique). Si une classification pertinente se dégage, elle pourra trouver plusieurs applications :

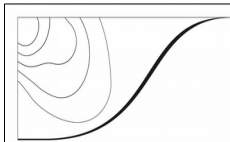
- réalisation d'un atlas des précipitations sur La Réunion (à l'image de l'atlas réalisé pour les Pyrénées par le BE de la DIRSO) avec application possible pour les prévisionnistes.
- application en descente d'échelle climatique pour la prévision saisonnière et pour le changement climatique.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Difficile à ce jour d'établir un calendrier du fait que le contenu n'est pas du tout ficelé et qu'il s'agit de tâches de fond.

Le thème 3 est considéré comme moins prioritaire que les 2 premiers.



Collaborations

- internes : DCSC-CNRM-CRC

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

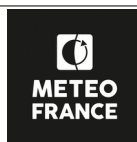
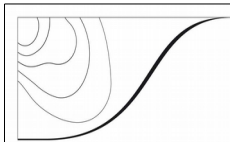
Thème principal : 3 Thème secondaire : 3

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

projet



Projet ANR SPICy

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Projet ANR SPICy
- Surnom : SPICY_REU

Équipe soumettant la fiche

- Service : DIROI
- Équipe : BECLIM

Personnes menant l'étude

- Responsable : François Bonnardot
- Courriel du responsable : francois.bonnardot@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Hubert Quetelard

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : SPICY_REU

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
1--étude des cyclogénèses (et cyclones), prévisibilité (dont prévision d'ensemble)
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

État d'avancement

RAPPEL SUR LES OBJECTIFS ET L'ARTICULATION DU PROJET

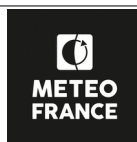
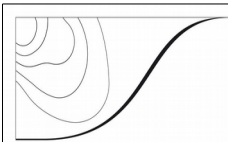
La présente fiche vise à tracer les travaux de R&D qui seront réalisés dans le cadre du projet ANR SPICy (Système de Prévision des Inondations côtières et fluviales en contexte Cyclonique). Le projet a été accepté et couvre la période 2015-2018. Le projet est en partenariat avec le BRGM qui assure la coordination, Météo-France (DIRRE), LACy (CRC), BRLi, ARMINES LGEI.

L'objectif du projet est d'aborder le sujet de la prévision des inondations côtières et continentales outre-mer à travers le développement de briques technologiques et la réalisation d'un démonstrateur pour La Réunion. Pour cela, le projet propose de se pencher sur certains verrous technologiques, dont:

- l'estimation des incertitudes grâce à la génération d'un ensemble de trajectoires possibles ;
- la modélisation météorologique à haute résolution avec prise en compte de l'orographie et assimilation de données ;
- la mise en place d'outils permettant la fourniture d'informations et/ou de prévisions sur les risques d'inondation d'origine maritime et continentale, notamment en zone urbaine ;
- l'analyse de la combinaison des inondations côtières et fluviales.

Le projet se décline selon les WP suivants :

- WP0 : coordination (BRGM)



- WP1 : prévisions météorologiques (Météo-France et LACy)
- WP2 : prévision des conditions côtières et des risques de submersion (BRGM)
- WP3 : prévision des inondations fluviales (BRLi)
- WP4 : Valorisation des résultats pour la gestion de crise (Armines-LGEI)

Le rôle de la DIROI et du LACy dans le projet est donc la fourniture de données atmosphériques en entrée des modules océano et hydro de prévision des inondation. Ceci étant, rien ne nous empêche d'exploiter ces futurs travaux au travers de nos propres modèles de houle et surcote cyclonique. En particulier, les travaux réalisés par H. Quetelard dans le cadre de la fiche programme SURCOTE_CYCLONIQUE_SOI close en 2014 seront exploités dans le cadre de ce projet.

Le WP1 se divise en 2 tâches :

- tâche 1.1 prévision des champs de vent et pression pour alimentation du module océano ;
- tâche 1.2 prévision des précipitations pour alimentation du module hydro.

La tâche 1.2 qui porte sur la prévision des précipitations en contexte cyclonique est essentiellement à la charge de la CRC, les travaux de modélisation associés sont mentionnés dans la fiche programme de la CRC. Pour info, l'embauche d'un post-doc au LACy est prévu dans le cadre de ce projet.

Cette fiche programme détaille plus particulièrement les travaux réalisés par la DIROI (EC+CYC) dans la tâche 1.1.

DESCRIPTION DES TRAVAUX ENVISAGES

Pour cette étude, l'idée est de caractériser l'incertitude de prévision de la trajectoire et de l'intensité des cyclones et en aval de traduire cette incertitude sur le risque de submersion côtière.

Le principe est donc dans une première phase de développer une méthodologie de génération de scénario (autour du scénario « officiel » du CMRS) et d'associé à chaque scénario la probabilité associé. Pour générer les scénarios, on s'appuiera sur la méthodologie déjà en place pour constituer le cône d'incertitude mais en y incluant la problématique de l'incertitude sur l'évolution de l'intensité du système. Il faudra donc déterminer de quelle manière on exploite l'information de la prévision d'ensemble EPS. Il faudra également traiter le problème de la probabilité d'occurrence de chaque scénario. Ceci pourra être fait par exemple en exploitant une climatologie d'erreur (à constituer) sur quelques saisons passées.

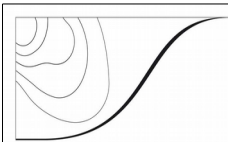
Dans un deuxième temps, il faudra générer les champs de forçage associés aux scénario (vent à 10m et pression) pour alimenter les modèles de surcote et houle (modèles du BRGM mais aussi pourquoi pas les modèles MF). On propose pour cela d'exploiter d'une part le modèle paramétrique de holland actuellement exploité dans le modèle de surcote cyclonique. D'autre part, on connaît les limites du modèle paramétrique (non prise en compte de l'environnement mais également non prise en compte de la déformation du champ de vent à l'approche d'une terre avec relief marqué). On propose donc d'explorer l'utilisation de Meso-NH dans un mode -idéalisé- avec utilisation d'un bogus pour forcer les caractéristiques du cyclone selon le scénario envisagé. Sur cette partie, EC s'appuiera sur les compétences côté CRC. L'apport d'une telle approche sera évalué (par rapport à l'approche paramétrique).

Pour cette tâche, il faudra garder en tête la finalité -opérationnelle- de l'outil et donc avoir une attention particulière sur les couts en calcul afin de pouvoir au final traiter un nombre suffisant de scénario dans un temps compatible avec la gestion d'une situation de crise. Il faudra peut-être réfléchir à une méthodologie pour prioriser les scénario à enjeux pour limiter le nombre de cas traité. Pour cela, une utilisation de l'atlas de surcote réalisé par H. Quetelard est envisageable.

ETAT D'AVANCEMENT AU 17/09/2015

Les travaux ont bien démarré suivant 2 axes :

- étude statistique sur les performances des prévisions de trajectoire et d'intensité des cyclones du bassin sud-ouest de l'Océan Indien. Cette étude porte d'une part sur les prévisions officielles réalisées par le CMRS mais aussi les prévisions des modèles (CEP déterministe et EPS). Le principe dans un premier temps était d'étudier le potentiel d'exploitation des prévisions d'ensemble pour mieux appréhender l'incertitude sur la prévision d'intensité aux échéances allant de 24h à 120h. L'idée étant de savoir si l'EPS apporte une valeur ajoutée par rapport à une méthode basée sur une -climatologie- d'erreur de prévision. Un rapport est en cours de rédaction sur cette pré-étude. L'étude porte sur la période 2011-2015.



- exploitation de Meso-NH en mode bogusing pour générer (au travers de simulations courtes) des champs de vent et pression cohérents avec les ensembles de scénarios qui seront construits. L'idée est de fournir des champs météorologiques plus réalistes que les champs paramétriques (Holland 1980). Ces travaux sont bien avancés et semblent donner des résultats intéressants. Un premier rapport décrivant la configuration mise en place et les premiers tests sur le cas du cyclone BEJISA est en cours de rédaction.

- prévision des précipitations en contexte cyclonique sur La Réunion : cette activité est gérée par la CRC au travers du développement d'une version AROME-OI pour la recherche (avec assimilation de données, couplage océan-atmosphère).

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 5.5 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Dans l'année qui suit, les travaux vont se poursuivre en cohérence avec la description de l'étude saisie dans le chapitre -État des lieux (pour une étude déjà engagée)-.

En 2016, un exercice de crise est prévu (coordonné par Armines-LGEl) pour tester les nouveaux outils développés.

L'idée est donc de développer une première méthode de génération d'ensemble de scénarios au 1er semestre 2016 et de pouvoir générer les champs de vent et pression associés pour le scénario de crise qui sera décidé. L'exercice de crise est prévu en milieu d'année (vers la fin du mois de juin). Plusieurs méthodes seront testées et comparées (approche basée uniquement sur les statistiques d'erreur, approche exploitant uniquement les scénarios de l'EPS, approche hybride). Le choix final de la méthode sera fait sur la base de scores objectifs. Ces travaux feront l'objet d'un projet de publication.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

- fin 2015 :

*mise en place d'une méthode basée sur la -climatologie- d'erreur pour générer l'ensemble de scénarios ;

*validation de la méthode de génération des champs de vent et pression avec Meso-NH. Évaluation de la méthode sur les cas d'études du passé (BEJISA, DUMILE, FELLENG, GAMEDE, DINA).

- 1er semestre 2016 :

*préparation de l'exercice ;

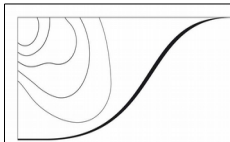
*mise en place d'une méthode exploitant l'EPS pour générer l'ensemble de scénarios.

- 2ème semestre 2016 :

*rédaction des rapports techniques et papier scientifique.

Collaborations

- internes : DIROI/CRC
- nationales : BRGM, Armines-LGEl



Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 9 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

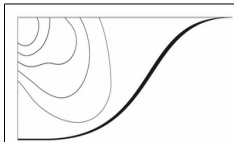
Thème principal : 12 Thème secondaire : 0

- Compléments

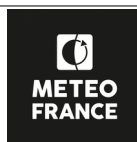
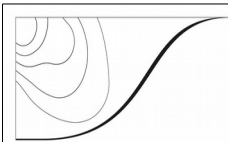
Le projet prévoit l'embauche d'un CDD pour participer aux différents travaux décrits au dessus. C'est le LACy qui gère la partie administrative mais le CDD sera amener à participer aux travaux démarrés à EC.

Statut

programme



DSO: Études menées au CMR



Champs 2D issus de 3D haute résolution (5 minutes - 1 km²)

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Champs 2D issus de 3D haute résolution (5 minutes - 1 km²)
- Surnom : 3DHR

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : CMR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Nicolas Gaussiat
- Courriel du responsable : nicolas.gaussiat@meteo.fr

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : 3DHR

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

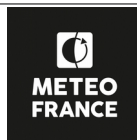
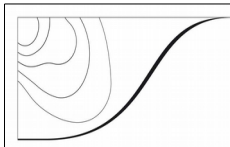
État d'avancement

Des champs 3D basse résolution (2.5 km et 15 minutes) sont produits opérationnellement depuis plusieurs années à Météo France. Ces champs sont générés par interpolation (Cressman) des tours d'antenne de réflectivité du produit-radar-pour-AROME concentrés à Toulouse depuis les 24 radars opérationnels du réseau métropolitain. Depuis début 2013, le produits 3D basse résolution est visualisable via les terminaux SYNERGIE de tous les CMIRs.

En 2013, Météo France s'est engagé, aux côtés du service météorologique britannique (UKMO), dans le projet SESAR WP11.2.2. Au sein de ce projet, MF et UKMO ont pour tâche de mettre au point une méthodologie de restitution des champs 2D issus de 3D (Zmax, altitude de Zmax, echo tope 18 dBZ, echo top 45 dBZ, VIL, probability of hail, ...) haute résolution (5 minutes – 1 km²) et d'en faire la démonstration temps réel, en 2015, sur deux à trois grands zones aéroportuaires européennes.

En 2013, Hassan Al-Sakka a travaillé en étroite collaboration avec l'équipe radar du UKMO au développement et à la validation d'un démonstrateur temps réel. Ce démonstrateur a été construit à partir du code Odyssey et utilise, comme données d'entrée, les tours d'antenne concentrés depuis tous les radars européens à Toulouse et Exeter.

En 2014, en plus du travail de développement permettant la production des champs 3D et des champs 2D issus du 3D, un travail d'évaluation de ces champs a été mené pour décider de la méthode de mosaïquage 3D à retenir parmi celles mise en œuvre et des améliorations à apporter avant la livraison de la version finale. Un rapport SESAR de cette première phase de développement et de validation du prototype a été fourni au S1 2015.



En 2015, la deuxième phase de développement et de validation a débuté et a permis de mettre en place certaines améliorations notamment :

- d'utiliser un champ de déplacement pour synchroniser les données et restituer un champ instantané toutes les 5' à partir de données volumiques acquises sur un cycle de 15' ;
- de paralléliser le code pour permettre un temps de production compatible avec une utilisation temps réel sur toute la France.

Depuis début 2015, le code prototype complet parallélisé produit en temps réel des champs 3D haute résolution sur tout le domaine France et est virtuellement déployable sur n'importe quelle sous-domaine de la couverture Odyssey (fonction de la puissance de calcul disponible).

Avec le départ d'Hassan fin mars 2015, l'évaluation du nouveau prototype est restée en suspens. Un remplaçant a été recruté par le CMR en juin 2015 mais a démissionné en juillet 2015 et ne sera au final resté qu'un mois et demi ce qui a limité son travail à un toilettage du code.

Le travail de validation entamé par Hassan Al-Sakka a été complété par Robert Scovell au Met office. Une ébauche de rapport SESAR pour cette deuxième phase de développement et de validation du prototype a été produite et est en cours de finalisation.

Un article (Scovell - Al-Sakka) a été publié à JAOT.

Le code prototype toiletté est disponible pour une intégration dans SERVVAL et ODYSSEY.

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

Olivier Bousquet, Pierre Tabary. Development of a Nationwide Real-Time 3-D Wind and Reflectivity Radar Composite in France. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Royal Meteorological Society, 2014, 140 (611-625), pp.2163

Scovell, R., and H. al-Sakka, 2015: A Point Cloud Method for Retrieval of High Resolution 3D Gridded Reflectivity from Weather Radar Networks for Air Traffic Management. J. Atmos. Oceanic Technol. doi:10.1175/JTECH-D-15-0051.1, in press.

- Posters :

ERAD 2014 : A verification and validation study of the prototype products of the 3D high-resolution radar reflectivity for SESAR. Hassan AL-SAKKA, Météo France, France, and Robert Scovell, Nicolas Gaussiat, Pierre Tabary

- Rapports liés à des projets ou contrats :

Radar high-resolution 3D mosaics and 2D from 3D products. SESAR 11.02.02 Release final report. Hassan AL-SAKKA, Nicolas Gaussiat, Pierre Tabary, Météo France. Robert Scovell, Katie Norman, Met Office. March 2015.

Communications, participations à des ateliers ou conférences

ERAD 2014 : A High Resolution 3D Radar Reflectivity Prototype for SESAR Robert Scovell, Met Office, United Kingdom, and Hassan al-Sakka, Nicolas Gaussiat, Pierre Tabary

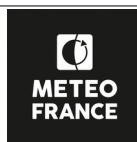
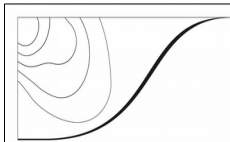
Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 0



Description de l'étude

Le sujet est piloté au CMR par Nicolas Gaussiat. Ce projet introduit un lien supplémentaire avec le UKMO car MF et UKMO sont partenaires sur la tâche « champs 3D » du projet SESAR WP11.2.2 et sont aussi centre opérationnel du système Odyssee.

En interne, ce développement a vocation à être intégré (hors SESAR) au futur système de production radar centralisé (SERVAL) de Météo France. Cette intégration est prévue dans le projet SERVAL entre 2016 et 2018. L'extension à l'Europe toute entière des produit 2D issus du 3D pourrait également être considérée dans le cadre OPERA5.

DPREVI/PI est associé au travail pour deux raisons :

1 - DPREVI/PI joue un rôle dans le même projet SESAR (WP11.2.2) sur la partie Nowcasting et pourrait à ce titre être utilisateur des champs 2D issus de 3D haute résolution (5 minutes – 1 km²) produits dans SESAR.

2 - DPREVI/PI a de longue date exprimé le besoin de disposer sur la France de champs 2D issus de 3D haute résolution, notamment pour alimenter les OPIC-radar.

En réponse à ces attentes, il faut noter que le module développé dans le projet SESAR a vocation à fonctionner à terme sur le domaine France (SERVAL) et sur le domaine Europe (Odyssee).

A noter également que les champs 2D issus de 3D (VIL, echo tops, ...) pourraient également être utilisés, dans SESAR ou en dehors de SESAR, pour valider les sorties de modèles numériques.

Enfin les champs 2D issus de 3D pourraient aussi à terme alimenter le produit types d'hydrométéores au sol en gestation à la DSO (extension du produit VISON). Les couches VIL, echotop 18 dBZ ou encore Probability of Hail (différence entre l'echotop 45 dBZ et l'altitude de l'isotherme 0°C) ont un intérêt démontré pour l'identification de la présence de grêle dans les cellules convectives.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

- Décembre 2015 : livraison de la version définitive (phase 3) du démonstrateur production temps réel sur le domaine « France »

- Juin 2016 : rapport final (phase 3) de validation des champs 2D issus de 3D haute résolution sur le domaine « France ».

Collaborations

- internes : DPREVI/PI , DPREVI/AERO
- internationales : - UKMO sur la tâche Radar 3D de SESAR (11.2.2)

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

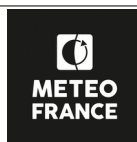
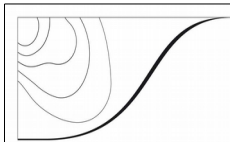
Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

On demande un soutien de 1500 € pour que les travaux menés sur le sujet puissent être présentés à des conférences, notamment à la conférence ERAD2016 en Turquie.



Polarimétrie en bande S, C et X

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Polarimétrie en bande S, C et X
- Surnom : DUALPOL

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : CMR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Nicolas Gaussiat
- Courriel du responsable : nicolas.gaussiat@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Nan Yu, Clotilde Augros, Béatrice Fradon

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : DUALPOL

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire :
0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

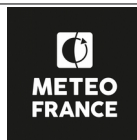
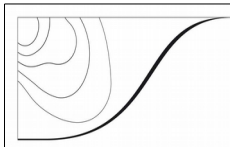
Q5-MET_OBS6 Améliorer l'offre et la qualité des produits issus du réseau d'observation

État des lieux

État d'avancement

Les radars polarimétriques S et C du réseau radar fonctionnent actuellement avec la chaîne polarimétrique V1 qui corrige de l'atténuation et des artefacts (V95 du logiciel CASTOR). Une nouvelle version (V2) de la chaîne polarimétrique qui utilise l'estimateur Kdp (V96.3 du logiciel CASTOR) a été déployée sur les radars bande X (Vars, Maurel et Colombis). Ces radars ont pu ainsi être qualifiés en réflectivité au printemps 2015 et seront qualifiés en lame d'eau avec le nouveau radar bande X du Moucherotte à l'automne 2015.

La version 2 de la chaîne polarimétrique, développée et testée en 2012 sur la plateforme du projet RHYTMME a subi de nombreuses transformations visant à corriger une sur-estimation de l'atténuation en bande X liée à des rotations de phase différentielle (sans atténuation réelle) dans la neige, à améliorer le module d'identification de la bande brillante, à utiliser le typage de précipitation pour l'estimation du taux de précipitation dans la neige (relation Z-S) et à corriger de l'atténuation due au radôme importante en bande X. Au final, la V2 introduit une correction d'atténuation segmentée (fonction de la phase de la précipitation), introduit une correction du radôme mouillé, utilise un estimateur polarimétrique pour les pluies fortes (basé sur le paramètre KDP), fournit les types d'hydrométéores sur les tours d'antenne pour le



produit-radar-pour-AROME, utilise une loi R-Zs dans la neige et incorpore un module de recherche de bande brillante consolidé.

Nan Yu, recruté pour deux ans, prépare actuellement un papier sur la problématique de l'exploitation opérationnelle des radars bande X en montagne et reprend dans ce contexte, l'ensemble des corrections nécessaires à une estimation quantitative de la précipitation et en particulier le problème de la correction d'atténuation dans la bande brillante. Le plan de travail initial de Nan Yu a été modifié en concertation avec le SCHAPI pour incorporer cette étude. Le travail va se poursuivre en 2016 avec l'étude de l'effet d'un calcul adaptatif du paramètre KDP (phase différentielle spécifique) et l'application de la relation de cohérence interne entre les variables polarimétriques (réflectivité, réflectivité différentielle et phase différentielle) pour vérifier la calibration de la réflectivité des radars. Le déploiement sur les autres radars polarimétriques du réseau métropolitain (S & C) d'une V97 du logiciel CASTOR émulant de la V1 de la chaîne polarimétrique qui permet d'obtenir le typage des hydrométéores sur les tours d'antenne, est prévue pour fin 2015 début 2016.

Clotilde Augros (DSO/CMR) effectue une thèse au CNRM depuis septembre 2012 sur le sujet « Intérêt des données polarimétriques pour les modèles ». Cette thèse est une collaboration entre CMR et GMME/MICADO (encadrement : Caumont – Ducrocq – Tabary - Gaussiat). Dans la première partie de sa thèse, elle a développé un opérateur d'observation pour les variables radar polarimétriques et elle a écrit un article présentant les résultats des comparaisons radar modèle obtenues avec cet opérateur. Cet article a été accepté début 2015 et sera prochainement publié. Dans la deuxième partie de sa thèse, Clotilde a développé un nouveau schéma d'assimilation des variables radar polarimétriques. Ce schéma reprend les principes du schéma existant pour l'assimilation de la réflectivité, c'est à dire une approche indirecte 1D+3DVAR dans laquelle, la méthode Bayésienne, développée par Olivier Caumont pour restituer des profils de température et d'humidité analysés à partir de la réflectivité et du background du modèle, a été étendue de manière à pouvoir prendre en compte simultanément les observations de Z, ZDR et KDP.

Publications

- Publications dans des revues à comité de lecture :

C. Augros, O. Caumont, V. Ducrocq, N. Gaussiat, P. Tabary (2015): Comparisons between S, C, and X band polarimetric radar observations and convective-scale simulations of HyMeX first special observing period, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, accepted

O. Bousquet, A. Berne, J. Delanoe, Y. Dufournet, J. J. Gourley, J. Van-Baelen, C. Augros, L. Besson, B. Boudevillain, O. Caumont, E. Defer, J. Grazioli, D. J. Jorgensen, P.-E. Kirstetter, J.-F. Ribaud, J. Beck, G. Delrieu, V. Ducrocq, D. Scipion, A. Schwarzenboeck, and J. Zwiebel, 2015: Multifrequency Radar Observations Collected in Southern France during HyMeX-SOP1. Bull. Amer. Meteor. Soc., 96, 267–282. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00076.1>

Communications, participations à des ateliers ou conférences

Le financement octroyé par le CNRM au titre des fiches R&D de DSO/CMR 2015 a permis de financer la participation sur le sujet de Nan Yu à l'AMS 2015 à Norman (Ok) aux Etats Unis.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 12 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

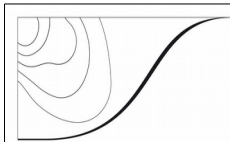
Thème principal : 10 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Sur le sujet -Polarimétrie en bande S, C et X-, l'année 2016 sera consacrée aux activités suivantes:

A) Travaux de développement et MCO.

- développement de la V98 du logiciel CASTOR.



- support à la qualification et au déploiement de la V2 sur les radars S et C.
- suivi du fonctionnement de la V2 sur les radars opérationnels X, S et C.

10 h.mois. DEP

B) Travaux de recherche sur une nouvelle version de la chaîne polarimétrique :

1 - Rejeux SERVAL de lames d'eau pour différents épisodes pluvieux et différents radars (S, C et X), comparaison aux pluviomètres au pas de temps horaire pour montrer les améliorations liées à la V2 dans SERVAL et permettre basculer sur la chaîne V2 dès la mise en opérationnel de SERVAL.

2 - Rejeux CASTOR ciblé sur Piton Villers en vue du déploiement d'une nouvelle version du logiciel castor V98 dans le courant de l'année 2016 pour tirer partie de l'utilisation de l'estimateur Kdp.

3 - Développement de la V3 de la chaîne polarimétrique :

- amélioration de la correction d'atténuation dans la bande brillante en bande X.
- estimation adaptative du paramètre KDP
- application de la relation de cohérence interne entre les variables polarimétriques (réflectivité, réflectivité différentielle et phase différentielle) pour vérifier la calibration de la réflectivité des radars

10 h.mois. Nan Yu

C) Assimilation des variables polarimétriques dans le modèle de prévision numérique Arome (thèse Clotilde Augros).

Le travail de fin de thèse sera consacré à l'analyse des expériences d'assimilation réalisées à partir du Schéma 1D+3DVAR étendu et à rédiger l'ensemble des résultats dans un chapitre de la thèse et sous forme d'un article.

Mi-2016 Clotilde réintègre le CMR pour participer aux activités de recherche et développement du CMR et dans ce cadre, il est envisageable qu'elle puisse encadrer le développement d'un monitoring des observations polarimétriques qui s'appuierait notamment sur son travail de thèse et qui permettrait d'exprimer des variables polarimétriques dans la même géométrie que les observations à partir des sorties d'Arome.

6 h.mois Clotilde Augros.

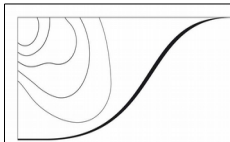
Éléments de planification

Calendrier envisagé

- Octobre 2015 : qualification des radars X en lame d'eau.
- Novembre 2015 : article rédigé et soumis par Nan YU sur l'exploitation opérationnelle des radars bande X en montagne.
- Janvier 2016 : déploiement de la V97 de CASTOR sur l'ensemble des radars du réseau (émulant V2 en bande X et V1 en bande S et C).
- Novembre 2016 : article rédigé et soumis par Nan YU sur l'apport de la correction d'atténuation dans la bande brillante et sur l'estimation adaptative du KDP.

Collaborations

- internes : DPREVI/PI : évaluation des lames d'eau -V2, -CNRM/GMME/MICADO: thèse sur l'apport de la polarimétrie pour la PN , -CNRM/GMAP: types d'hydrométéores dans le -Produit radar pour AROME- thèse sur l'apport de la polarimétrie pour la PN (assimilation des variables polarimétriques) , DSO/CEP: types d'hydrométéores pour le produit VISON , DIRSE: évaluation des lames d'eau bande X sur la chaîne en double.



Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 18 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 10 Thème secondaire : 0

- Compléments

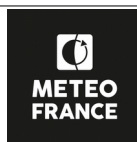
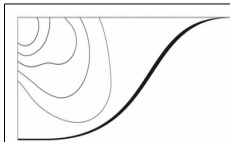
Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

On demande un soutien de 1500 € pour que les travaux menés sur le sujet puissent être présentés à des conférences, notamment à la conférence ERAD2016 en Turquie.



Filtrage en triple PRT

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Filtrage en triple PRT
- Surnom : F3PRT

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : CMR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Nicolas Gaussiat
- Courriel du responsable : nicolas.gaussiat@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Nicolas Dejax , Béatrice Fradon

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : F3PRT

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

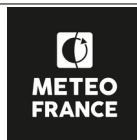
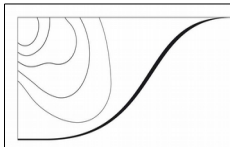
État d'avancement

A Météo France, la recherche d'une solution technique au filtrage en mode triple PRT a débuté avec le travail de recherche effectué par Nicolas Dejax dans le cadre de son stage de Master en traitement du signal. Nicolas Dejax a ensuite été recruté en CDD en Mars 2015 et le travail en simulation débuté pendant le stage a pu être poursuivi.

Nicolas Dejax a ainsi pu montrer de façon exhaustive comment la qualité Doppler dépend de la méthode de dépliement, de la valeur des triplets de PRT et du rapport signal à échos fixes. Cette étude a également permis de former les principes d'un filtrage adaptatif fonction du rapport signal à échos fixes. Ces résultats ont été présentés sous forme d'un poster à la conférence radar de l'AMS aux Etats-Unis. Le travail pourrait maintenant être valorisé sous forme d'un article. Cependant le CDD offert à Nicolas Dejax était de 10 mois au lieu de 24 mois initialement prévus et ce contrat ne pourra pas être étendu en 2016.

Publications

- Posters :
AMS 2015 : Towards the Use of a Doppler Filter on Radars Operating a 3-PRT Scheme at Météo-France, Nicolas Dejax, N. Gaussiat and P. Tabary



• Rapports de stages :

Mise en œuvre et évaluation de méthodes de filtrage Doppler en Triple PRT, Nicolas Dejax, Rapport de fin d'études de Mastère Signal Imagerie et Applications (SIA) spécialité Traitement des Signaux Audios et Vidéos (TSAV), Université Paul Sabatier, Toulouse III, 08/2014

Communications, participations à des ateliers ou conférences

AMS 2015

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

• Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 0

• Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 9 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

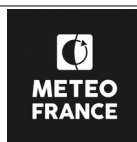
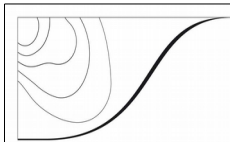
Le réseau de radars métropolitains ARAMIS comporte 27 radars en 2014. Ce réseau n'a cessé de se densifier au fil du temps, un des objectifs de la densification étant d'abaisser l'altitude moyenne de mesure sur le territoire et, par suite, d'améliorer la couverture des basses couches, notamment en vent (cisaillement) et en précipitations (estimation des cumuls de précipitation, détection des pluies faibles et de la neige). Un frein important à l'observation des basses couches par radar est la présence d'échos fixes dont le signal reçu en retour tend à dominer, sur les tours bas des radars (particulièrement ceux qui sont situés en montagne), le signal utile des précipitations. Une technique très classique pour s'affranchir à ce problème consiste à filtrer, après avoir effectué une transformation de Fourier de la série temporelle du signal reçu, les signaux d'échos fixes (qui sont de Doppler nul et de faible largeur spectrale).

Cependant les besoins opérationnels de mesure du vent à longues distances (les mesures volumique du vent radial étant très précieuses pour l'initialisation et la vérification des modèles de prévision météorologique) ont contraint la mise en œuvre d'un mode d'émission des impulsions non régulier (émission des impulsions suivant trois cadences entrelacées). Ce mode d'émission particulier (dit « triple-PRT ») présente l'énorme avantage de permettre la mesure de la vitesse Doppler sans ambiguïtés sur toute la portée des radars (256 km) mais complique le traitement par la solution classique de filtrage des échos fixes. En particulier l'échantillonnage irrégulier ne permet pas de reconstituer de façon simple le spectre Doppler utilisé pour identifier la composante écho fixe et estimer la vitesse Doppler de la précipitation. De nombreux travaux sont en cours pour trouver une solution à ce problème et des solutions ont été proposées par différents auteurs de la communauté scientifique en particulier au LATMOS avec les travaux de Mohamed Tahanout. Cf. Mohammed Tahanout, Abd El Hamid Adane, Jacques Parent Du Châtelet. An Improved M-PRT Technique for Spectral Analysis of Weather Radar Observations. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2015, 53 (10), pp.5572 - 5582.

L'objectif du travail proposé consiste à mettre au point une technique innovante de filtrage Doppler des échos fixes adaptée au mode d'émission particulier des radars de Météo France. La mise en œuvre ultérieure de ce filtrage permettra d'augmenter la qualité de l'ensemble des mesures radar (réflectivité, Doppler, polarimétrie) et d'abaisser les altitudes de mesure, ce qui induira une meilleure capacité de détection des cisaillements de vent et des précipitations de basses couches (pluie, neige, ...). Des produits opérationnels comme la mosaïque de lame d'eau, la mosaïque nationale de cisaillement, les champs de réflectivité 3D s'en trouveront ainsi améliorés.

Les objectifs du travail sont les suivants :

- étudier les séries temporelles I et Q numérisées en entrées du calculateur CASTOR pour déterminer si un filtrage des échos fixes non destructif du signal météo peut être mise en œuvre pour les radars du réseau ARAMIS fonctionnant en mode triple PRT,
- étudier sur la base de simulations, la possibilité d'optimiser le mode triple PRT pour minimiser l'impact des échos fixes, et maximiser la qualité de la méthode de filtrage retenue.



- développer une chaîne de traitement adaptée à l'environnement CASTOR permettant de combiner les méthodes d'identification utilisées actuellement et de filtrage.
- tester la solution mise en œuvre dans une perspective de déploiement opérationnel.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

- Fin 2016
 - Prototype de chaîne de traitement fonctionnant sur de données I et Q simulées et archivées.
 - Code de dépliement et mode d'émission modifiés dans le logiciel CASTOR pour optimiser la qualité du Doppler.
- Fin 2017
 - Code de filtrage introduit dans l'environnement CASTOR et pour permettre le test sur des données réelles de la méthode de filtrage.
 - Rapport de test et de performance d'utilisation de la nouvelle méthode en conditions opérationnelles.

Collaborations

- nationales : Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, Université de Toulouse, CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 1 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

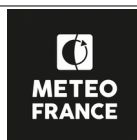
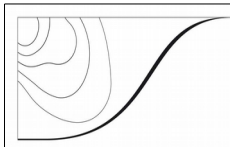
Statut

projet

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

On demande un soutien de 1500 € pour que les travaux menés sur le sujet puissent être présentés à des conférences, notamment à la conférence ERAD2016 en Turquie.



Caractérisation des incertitudes de la Lame d'eau

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Caractérisation des incertitudes de la Lame d'eau
- Surnom : INCERT_LMDO

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : CMR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Nicolas Gaussiat
- Courriel du responsable : nicolas.gaussiat@meteo.fr

Type d'action

- Nouvelle étude :

non

- Proposition de stage :

oui

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :

12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale

- Thème secondaire :

0--sans objet

État des lieux

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

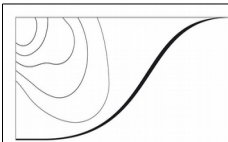
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Le réseau ARAMIS comporte en 2015 en métropole 27 radars opérationnels. Les données des radars sont utilisées depuis plusieurs années maintenant pour estimer quantitativement les cumuls de précipitations. Des mosaïques de lames d'eau sont ainsi produites en temps réel à haute résolution (5 minutes et 1 km²) sur un domaine qui couvre toute la métropole. Les mosaïques de lames d'eau sont maintenant très utilisées dans de nombreuses applications.



Les différentes améliorations apportées au fil des ans (nouvel algorithme de lame d'eau, introduction de l'ajustement par pluviomètres, nouveau paramétrage de l'algorithme de lame d'eau, utilisation des classifications nuageuses) ont contribué, conjointement avec la densification du réseau radar, à améliorer considérablement la qualité des lames d'eau opérationnelles. Cette amélioration progressive a été mise en évidence par des analyses objectives de long terme radar – pluviomètres au pas de temps 24h intégrées sur une année.

La qualité des lames d'eau reste très variable, en fonction de la saison, de la distance au radar, du type de terrain (montagne / plaine), du type de précipitation (stratiforme / convectif), ... Aujourd'hui, seul un code qualité empirique, dans une échelle arbitraire entre 0 (mauvais) et 100 (excellent) et dépendant uniquement du taux de masquage et de l'altitude de la mesure, permet aux utilisateurs d'avoir une idée de la confiance qu'ils peuvent avoir sur la valeur d'une lame d'eau en un pixel donné. Une demande récurrente des utilisateurs de ces lames d'eau spatialisées est la mise à disposition d'un modèle d'erreur qui permettrait, mieux que l'indice de qualité actuel, de caractériser quantitativement l'incertitude attendue sur ces estimations de lames d'eau en chaque point du territoire.

Un premier objectif est de modéliser l'erreur statistique. A priori, les travaux passés tendent à montrer que les erreurs sur les lames d'eau radar suivent une loi log-normale (i.e. le log du rapport radar / pluviomètre suit une loi gaussienne avec donc deux composantes, un biais et un écart type). Un premier travail consistera donc à comparer, sur une longue série de données archivées et sur le territoire métropolitain, les estimations de lames d'eau radar et les mesures de pluviomètres au sol, afin de produire une statistique du logarithme des rapports radar / pluviomètre en tout point de la mosaïque.

Ensuite, le lien de cette erreur avec certaines variables sera étudié pour tenter de modéliser l'erreur. Des données telles que le code qualité, la position (i,j) dans la mosaïque, le cumul 5', la phase des précipitations à l'altitude de la mesure, seront utilisées pour établir des relations entre les caractéristiques statistiques de l'erreur et le contexte local de l'estimation. On pourra, par exemple, déterminer les distributions de l'erreur pour différentes classes de valeurs de chacune de ces variables et ainsi déterminer leur caractère prédictif. Le calage du modèle devra se faire sur une période suffisamment longue année au cours de laquelle le processus d'élaboration de la lame d'eau pourra être considéré comme stationnaire (pas d'évolution d'algorithmes, des codes qualité, ...). On évaluera la pertinence du modèle d'erreur en considérant un jeu de données indépendant.

Une difficulté est que ce modèle d'erreur peut au mieux être calé au pas de temps horaire (lié aux pluviomètres mais aussi à la nécessité de travailler sur un pas de temps suffisamment long pour minimiser les erreurs de représentativité radar – pluviomètres) alors qu'on va l'appliquer au pas de temps 5 minutes. Il conviendra donc de faire une conversion des cumuls 5 minutes aux cumuls horaires pour pouvoir appliquer le modèle.

Parallèlement à ce travail, la définition de le code qualité produit en temps réel par la chaîne de traitement doit être améliorée pour mieux tenir compte de paramètres utilisés lors de l'élaboration du produit lame d'eau et ayant un impact sur la qualité des produits intermédiaires et finaux, comme par exemple, l'altitude de l'iso-zéro, la correction d'atténuation, la valeur du rapport signal-à-bruit, la valeur du rapport signal-à-échos fixes, etc...

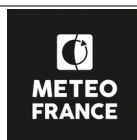
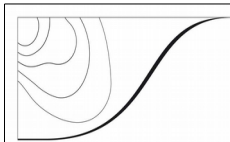
Le bénéfice de ce travail devrait être une amélioration des produits lame d'eau, une meilleure définition de la qualité des produits lames d'eau pour les applications avals utilisant le code qualité (APIC...), une meilleure relation statistique entre le code qualité et l'erreur d'estimation de la lame d'eau.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Janvier 2016 - Stage court de Sébastien Leprince sur la modélisation des incertitudes de LMDO.

Mars 2016 - Constitution d'un groupe sur les codes qualité et production d'une première analyse sur l'évolution du code qualité.



Collaborations

- internes : DIROP/PI

Stages proposés (type, durée, sujet)

Projet de modélisation des élèves ingénieurs de l'ENM, 1 mois.

Sujet : modélisation des erreurs d'estimation associées à la mosaïque de lames d'eau radar.

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

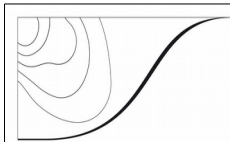
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

- Compléments

Stage court de modélisation de Sébastien Leprince en janvier 2016

Statut

projet



Réfractivité pour la prévision numérique

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Réfractivité pour la prévision numérique
- Surnom : REFRACPN

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : CMR

Personnes menant l'étude

- Responsable : Nicolas Gaussiat
- Courriel du responsable : nicolas.gaussiat@meteo.fr

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : REFRACPN

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

État d'avancement

Le recrutement d'un stagiaire n'ayant pas abouti le travail proposé n'a pas pu être réalisé.

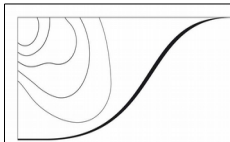
Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0
- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Dans le cadre des actions menées par la DSO pour améliorer l'observation en surface et en altitude, la restitution du champ d'humidité à partir de la mesure de phase des ondes radars sur les échos fixes est une action de recherche et développement jugée prioritaire du fait de l'intérêt que suscitent ces restitutions:

Ce sujet a fait l'objet de nombreuses études en France au LATMOS et à l'étranger (Canada, UK, US). Les résultats obtenus par le LATMOS, sans être totalement satisfaisants du point de vue des erreurs associées avec la méthode, montrent que l'on peut restituer après lissage, l'évolution du champ d'humidité. La



résolution spatiale et temporelle est certes dégradée par rapport à la résolution des observations radars, mais l'information fournie pourrait toutefois être exploitée par les prévisionnistes et les modèles numériques pour anticiper le développement de la convection. Cf. Besson, L., O. Caumont, J. Parent du Châtelet, 2013 : La réflectivité radar : vers une cartographie de l'humidité en très basse couche de l'atmosphère. La Météorologie, 8(83), 81–89, DOI : 10.4267/2042/52057.

Un travail sur l'assimilation de la réflectivité radar a été engagé par l'équipe CNRM/GMME en utilisant les données du radar de Nîmes. Cf. Caumont, O., A. Foray, L. Besson, J. Parent du Châtelet, 2013 : A radar reflectivity change observation operator for convective-scale models : Comparison of observations and simulations. Bound.-Lay. Meteorol., 148(2), 379–397, DOI : 10.1007/s10546-013-9820-3.

Par ailleurs, dans le cadre de ses activités de recherche et développement, ARVALIS - Institut du végétal manifeste un intérêt grandissant pour de la donnée météorologique, et de manière récente pour la donnée d'humidité relative pour mieux évaluer et anticiper le risque maladie.

Le but de l'étude est donc de mettre au point un prototype de produit radar individuel donnant la répartition de l'humidité relative dans un rayon de 30 km autour de chaque radar du réseau métropolitain pour une utilisation expérimentale en utilisant la future plateforme SERVAL de traitements centralisés. Ce produit devra pouvoir être ensuite visualisé par les prévisionnistes pour étudier la pertinence de l'information fournie pour anticiper la formation des orages. Ce produit sera mis à disposition de l'équipe CNRM/GMME pour tester un schéma d'assimilation des données de réflectivité. Et enfin sera utilisé par DSM/EC/Agro pour initialiser/valider une modèle de maladie dans le cadre de l'étude ARVALIS.

Coté CMR, dans un premier temps, le travail à réaliser est donc le suivant :

- 1 étudier la méthode développée par Fabry et al ;
- 2 développer un algorithme adapté aux radars en bandes C et S de Météo-France sur la base des études précédemment menées au LATMOS ;
- 3 adapter le code à la plateforme centralisée du CMR pour générer un produit visualisable par les prévisionnistes ;
- 4 effectuer des comparaisons avec les mesures in situ de réflectivité.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Décembre 2016

Rapport d'étude sur la méthode développée Fabry et prototype de code disponible.

Juin 2017

Produit -réflectivité- déployé sur la plateforme centralisée du CMR en mode développement pour au moins un des radars du réseau.

Décembre 2017

Outil de comparaison avec les mesures in situ du réseau disponible pour mener une évaluation du produit avec 2 / 3 radars du réseau.

Collaborations

- internes : DIRSE/PREVI , CNRM/GMME , DSM/EC/Agro
- nationales : LATMOS

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 0.5 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

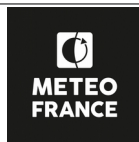
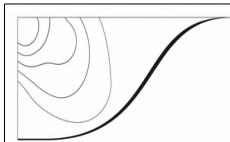
Thème principal : 4 Thème secondaire : 0

- Compléments

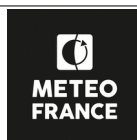
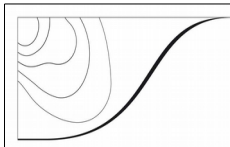
le travail est plutôt pour un profil ingénieur (ex : IT ENM Civil) & estimé pour une charge d'environ 12 à 18 mois selon son périmètre précis ; hypothèse de démarrage en S2 2016 (septembre) financé par la société ARVALIS avec encadrement partagé entre DSM/EC/Agro et CMR/DEP/D

Statut

projet



DSO: Études menées à DOA



Lidars aérosols

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Lidars aérosols
- Surnom : LIDAEROSOLS

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : DOA

Personnes menant l'étude

- Responsable : Olivier Traullé
- Courriel du responsable : olivier.traulle@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Thomas Bourcy et plus généralement tout DOA.

Peuvent être intéressés ou impliqués dans cette action : CNRM/GMEI/LISA, DP/PREVI , DP/AERO, DP/CMS/RD, DP/SERV/ENV, CNRM/GMGEC/CARMA

Type d'action

Poursuite aménagement ou reconduction d'une fiche de l'année précédente : Lidars aérosols

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale

- Thème secondaire :
0--sans objet

Axes du contrat d'objectif concernés

Missions institutionnelles, page 29

État des lieux

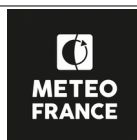
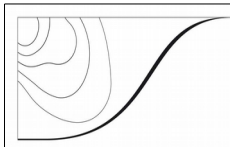
État d'avancement

Météo-France va déployer en 2016 un réseau de lidars aérosols.

L'objectif du travail présenté dans cette fiche est de proposer à l'utilisateur final les traitements qui pourraient être effectués sur la donnée produite par les futurs lidars afin de fournir une information répondant au mieux au besoin à leurs besoins.

Le report d'un an par rapport aux échéances indiquées dans la dernière fiche programme est dû à la défaillance du fabricant choisi. Au printemps dernier, un nouvel industriel, ENVICONTROL, s'est engagé à nous fournir 6 Lidars Mini-MPL, SigmaSpace, pour le premier semestre 2016.

Par ailleurs, il existe un réseau d'une centaine de télémètres (ceilomètres CL31) sur le territoire français, pouvant fournir des informations (limitées) sur les aérosols dans les basses couches (typiquement dans la couche limite). Les données de ces instruments restent à concentrer.



Historique

2 travaux distincts ont été menés ou mis en route par le passé :

- Détermination du réseau optimal ; afin de déterminer le nombre et la répartition du réseau optimal, une étude a été menée par DSO/DOA et le CNRM (équipe Mocage) en utilisant les rétrotrajectoires de Mocage.
- Traitement des données lidars aérosols. Il s'agit ici de parvenir à utiliser, améliorer ou développer des algorithmes de traitement des données lidars aérosols afin de être capables de proposer une méthode alternative au logiciel de traitement que nous proposera le fournisseur de lidars.

Une collaboration a été mise en place avec le LOA et le SIRTA qui ont transmis leurs algorithmes à Météo-France (BASIC et STRAT).

Un logiciel de traitement (avec une inversion de Klett) et de visualisation des données lidars a été développé par DSO/DOA (Matthieu Sorel). Les résultats de ces traitements restent toutefois à valider.

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 2 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

L'objectif est de proposer à l'utilisateur final les traitements qui pourraient être effectués sur la donnée produite par les futurs lidars afin de fournir une information répondant au mieux au besoin à leurs besoins.

Pourquoi des algorithmes de traitement :

Sur la plupart des instruments de mesure, la donnée produite directement par l'instrument nécessite un traitement afin d'être exploitée et de permettre de répondre au besoin. On peut schématiquement identifier 4 niveaux de donnée :

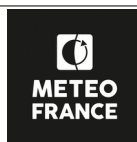
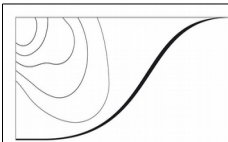
- N0 : courant électrique délivré par le détecteur (mode de détection analogique) ou comptage du nombre de photons captés par le télescope (mode de comptage).
- N1 et N1.5 : donnée encore qualifiée de brute, mais corrigée des signaux parasites, constante instrumentale ...
- N1.5 : N2 : donnée qu'on qualifie à ce stade de produit d'observation, permettant de répondre directement au besoin de l'utilisateur.

Dans le cas des lidars aérosols, ces 4 niveaux correspondent aux paramètres suivants :

- N0 : courant électrique délivré par le détecteur (mode de détection analogique) ou comptage du nombre de photons capté par le télescope (mode de comptage).
- N1 : profil vertical de réflectivité, ou dit encore de rétrodiffusion. Cela correspond au N0 corrigé du rayonnement solaire, des réflexions internes à l'instrument, de la saturation du compteur de photons dans les basses couches...
- N1.5 : N1 calibrée, c'est-à-dire corrigée de la constante instrumentale d'étalonnage de l'instrument. Cette constante étant susceptible de varier sur des durées relativement courtes, il est préférable de la recalculer souvent, voire à chaque profil.

Ainsi, pour les instruments fonctionnant dans le vert comme celui sélectionné par Météo-France, on compare le signal mesuré dans une zone généralement sans aérosols (typiquement entre 6 et 8 km), dont l'intensité est presque exclusivement due aux molécules, avec le signal moléculaire théorique que l'on peut calculer à partir du profil vertical de la densité de l'air.

- N2 : profil des paramètres optiques de l'atmosphère tels que les coefficients de rétrodiffusion et d'extinction, le rapport lidar, ... mais aussi des produits encore plus élaborés tels que la hauteur de la couche limite, l'identification et la concentration des aérosols, ...



Pour les données lidars aérosols, et contrairement à d'autres instruments tels que le profileur de vent, le lidar doppler ou encore le radiosondage, il existe un écart important entre le niveau N1 et N2. Il faut donc des algorithmes de traitement élaborés permettant de traiter la donnée N1, de coupler les données des voies de détection en polarisations parallèle et perpendiculaire, et éventuellement de combiner la donnée lidar avec l'information d'autres instruments, comme un photomètre qui serait situé à proximité du lidar, afin d'aboutir aux données de niveau N2

Besoin des utilisateurs

- VAAC : le besoin du VAAC est d'être d'abord capable de détecter la présence d'aérosols et d'en situer l'altitude, puis d'en déterminer le type (s'agit-il bien de cendres volcaniques), et enfin d'en connaître la concentration

- Le modèle MOCAGE a 2 besoins :

o Assimilation

o Vérification

Concernant l'assimilation, un premier travail a été fait pour MOCAGE, permettant l'assimilation des données de niveau N1 (profils de rétrodiffusion) ou de niveau N2 (coefficients d'extinction et de diffusion). Le système d'assimilation n'a pas de statut opérationnel. La qualité des produits N2 pourrait influencer sur le choix du type de donnée à assimiler (N1 ou N2), sachant que l'assimilation des produits N2 est moins coûteuse numériquement et offre la possibilité de choisir les altitudes où l'information est assimilée.

Concernant la vérification, le modèle MOCAGE fournit notamment des prévisions de concentration et de taille des aérosols. La fourniture de ces mêmes produits observés par les lidars permettrait de mettre en œuvre une vérification des données produites par MOCAGE.

Par ailleurs, en cas de crise volcanique, la fourniture de concentrations observées permet de vérifier les sorties fournies par le modèle MOCAGE-Accident, et le cas échéant, d'ajuster la quantité de cendres rejetées par le volcan. Ce paramètre est saisi manuellement dans MOCAGE-Accident et n'est souvent connu que de manière approximative (via la hauteur du panache volcanique).

- Associations de la qualité de l'air : besoin en données N2 (principalement hauteur de la couche limite)

- Calibration des satellites : besoin en données N1 et N2

Ainsi, pour répondre au besoin de l'ensemble des utilisateurs, il est nécessaire de produire des données de niveau N2.

Algorithmes existants :

.Algorithmes de l'industriel, fournisseur du lidar Mini-MPL pour Météo-France

Le fournisseur ENVICONTROL s'est engagé contractuellement à inclure, dans le logiciel fourni, notamment, une information sur le type d'aérosols et leur concentration.

On ne peut pas préjuger l'information qui sera fournie dans la version logicielle qui sera livrée à Météo-France dans le cadre du marché. Toutefois, dans la précédente version, la concentration n'était pas fournie, le typage des aérosols n'était que très partiel, et les hypothèses assez grossières.

Dans tous les cas, il faut prévoir une évaluation de la qualité et de l'incertitude des paramètres fournis.

Notons ici que le logiciel de l'industriel permet d'utiliser une partie de l'information d'un photomètre.

.Algorithmes de recherche

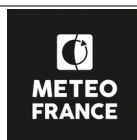
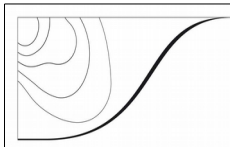
- LOA :

Le LOA, la Laboratoire d'Optique Atmosphérique, à Lille, est un acteur majeur, au moins d'un point de vue européen, sur le traitement des données lidars et photomètres couplées. Ses algorithmes s'appellent notamment BASIC et GAARLIC.

- SIRTA :

Le SIRTA est également reconnu, au moins d'un point de vue européen, pour ses traitements sur les données des lidars. Son algorithme principal est nommé STRAT. Le SIRTA commence à travailler également maintenant sur la combinaison lidar/photomètre, en utilisant les algorithmes existants LIRIC et POLIPHON.

On peut également noter que ces deux laboratoires (mais également l'ONERA/DOTA de Toulouse) possèdent un lidar de recherche multi-longueur d'onde, avec voie Raman (lidar IPRAL pour le SIRTA et



LILAS pour le LOA) et cherchent aussi à développer des algorithmes pour extraire des informations de type ou de taille des aérosols exploitant la diversité des longueurs d'onde.

Travaux nécessaires pour répondre aux besoins des utilisateurs de Météo-France

Afin de répondre au mieux aux besoins de ses utilisateurs, les travaux suivants devraient être menés :

1. Évaluer la qualité du logiciel fourni par l'industriel, en comparant les données produites avec des données issues d'autres algorithmes similaires (typiquement BASIC du LOA et/ou POLIPHON au SIRTA).

Les logiciels recherche évoqués ont fait, et permettrait de fournir une référence relative pour évaluer le logiciel de Météo-France.

2. Évaluer l'incertitude sur les données produites par le logiciel de l'industriel (et au moins un logiciel de recherche comparable) par comparaison avec des sorties issues d'algorithmes utilisant les données d'un lidar multi-longueur d'onde et/ou avec voie Raman (typiquement les logiciels GAARLIC du LOA et LIRIC au SIRTA)

Les produits calculés à partir de données d'un lidar de recherche plus puissant, multi-longueur d'onde et/ou avec voie Raman permettront de fournir une référence plus précise pour évaluer la qualité du logiciel de Météo-France

3. Évaluer l'apport d'un lidar multi-longueur d'onde et/ou avec voie Raman pour calculer les données N2, et notamment les profils de concentration, à l'échelle de l'ensemble du réseau de lidars de Météo-France.

Il s'agit dans ce travail de voir s'il est possible, et pertinent, de caractériser le nuage de cendre sur un ou deux points du territoire où un lidar de Météo-France est co-localisé avec un lidar plus puissant, afin d'améliorer les produits fournis par un lidar Météo-France situé ailleurs.

4. Évaluer l'apport d'un photomètre couplé à un lidar pour calculer les données N2, afin de déterminer l'opportunité de compléter le réseau de lidars de MF par un réseau de photomètres.

Il s'agit dans ce travail de montrer, ou non, que les mesures d'un photomètre permettent d'améliorer la précision des produits N2.

5. Évaluer l'impact d'une co-localisation imparfaite entre un lidar et un photomètre sur l'apport des données du photomètre pour calculer les données N2.

Ce travail permettrait de définir s'il est opportun d'utiliser les données d'un photomètre distant de plusieurs km ou dizaines de km d'un lidar de Météo-France.

Un premier travail a été effectué par DSO/DOA, afin de faire tourner le logiciel BASIC, mais un travail conséquent reste à faire pour obtenir des résultats cohérents. Le logiciel STRAT a également été partiellement utilisé.

Très approximativement 0.5 ETP d'IT (Olivier Traullé, nouvellement arrivé + encadrement T. Bourcy) pourront être consacrés aux travaux sur les algorithmes lidars en 2016. Une participation de TSE/TSI pourra également être apportée plus ponctuellement.

La quantité et l'expérience dans le domaine de la ressource humaine que peut consacrer DOA est insuffisante pour mener à bien les travaux nécessaires. Par ailleurs, travailler en collaboration avec un laboratoire permettrait l'utilisation (autorisation, mais aussi maîtrise) simplifiée des données d'un lidar de recherche multi-longueur d'onde avec voie Raman.

La proposition est donc de lancer un appel d'offre auprès des laboratoires afin de réaliser ces travaux scientifiques, en collaboration avec DSO/DOA, pour une durée minimale de 1 an.

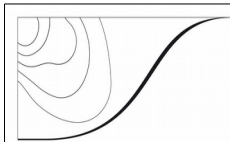
Si ces travaux concluaient à la nécessité d'utiliser un algorithme de recherche, ou une combinaison de ces algorithmes, un travail d'opérationnalisation serait également à effectuer, ultérieurement.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

Arrivée le 17 avril 2015 d'Olivier Traullé qui prend en charge cette étude en remplacement de Matthieu Sorel.

Travail sur fin 2015 et sur 2016 par DOA. Appel d'offre éventuel pour travail avec laboratoire en 2016.



Collaborations

- internes : CNRM/GMEI/LISA, DP/PREVI/AERO, DP/CMS/RD, DP/SERV/ENV, CNRM/GMGEC/CARMA
- nationales : SIRTA - LOA - LMD
- internationales : E-PROFILE, TOPROF, INTERCOMP-OMM (Action Florence Besson, Jean-Luc Lampin)

Projets ou contrats associés

INTERCOMP-OMM

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

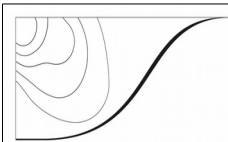
- Effort en personnel permanent Météo-France :
Thème principal : 5 Thème secondaire : 0
- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Autres demandes d'aide :
Support GMEI, GMGEC/CARMA



Campagne Cisaillement 2016

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Campagne Cisaillement 2016
- Surnom : CLERMONT

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO_DOA
- Équipe : IED

Personnes menant l'étude

- Responsable : Olivier Traullé
- Courriel du responsable : olivier.traulle@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Bourcy Thomas

Type d'action

- Nouvelle étude :
- oui

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
- 12--instrumentation in situ et télédétection y compris spatiale

- Thème secondaire :
- 0--sans objet

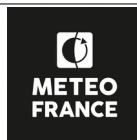
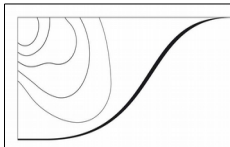
Axes du contrat d'objectif concernés

Observations météorologiques de surface. Complément des moyens d'observations actuels en prenant en compte l'évolution des moyens d'observation : nouveaux profileurs UHF à visée oblique.

État des lieux

État d'avancement

Faisant suite à l'incident survenu en mai 2011 sur l'aérodrome de Cayenne à un Airbus exploité par Air France, le BEA a établi un rapport dans lequel figure un certain nombre de recommandations sur les cisaillements de vent*. Ce rapport prévoit en particulier que « la DGAC, en liaison avec Météo France, établisse un programme d'équipement des aérodromes français en moyens de détection du cisaillement de vent qui permette d'informer en temps réel les équipages de la présence éventuelle d'un tel phénomène ». Après analyse des événements contenus dans la base ECCAIRS, pour lesquels le cisaillement de vent apparaît comme un facteur contributif, la DSAC a établi une liste des terrains concernés par des problèmes potentiels de cisaillements : CDG, Orly, Nice, Lyon, Toulouse, Clermont, Marseille, Biarritz, Nantes, Bordeaux, Tahiti et Cayenne. Ces aéroports ou aérodromes identifiés, il s'est agi de déterminer un dispositif instrumental adapté pour la détection de ce phénomène puis de sélectionner un site qui se prêterait



idéalement aux premiers essais de mise en place de ce dispositif. Le choix s'est vite porté sur un profileur UHF et dans un premier temps, Bordeaux fut pressenti comme site expérimental.

En 2014, une étude d'implantation d'un profileur de vent UHF a donc été menée pour l'aéroport de Bordeaux. Le « choix » de Bordeaux pour une expérimentation était issu d'une expression de besoin de D2I/AERO (pour répondre à une demande de la DSAC). Toutefois, la réponse actuellement apportée par MF avec la fourniture des vents en altitude issus de modèle répond finalement au besoin local. La DIRSO et le SNA/SO ne voient donc plus de besoin ni d'intérêt à effectuer une expérimentation particulière à Bordeaux.

Il serait par contre plus intéressant de se focaliser sur des terrains comme Biarritz, Brive, Nantes, et Clermont-Ferrand.

Ce dernier site est soumis à des conditions de cisaillement posant problème à la navigation selon une étude de la DIRCE_OBS et semble satisfaire en premier lieu aux conditions d'installation d'un profileur.

L'intérêt d'un profileur de vent est d'être un instrument de mesure tout temps. L'ancien UHF qui était installé à Nice a été démonté et remis en état. L'industriel Degréane, a expérimenté un processus de mesures à l'oblique (à 3°) en ajoutant deux panneaux inclinés. Ceci pourrait utilement compléter la mesure verticale du profileur, orientée dans l'axe de descente de la piste. Ce dispositif sera à priori prêt en janvier 2016 d'après le fabricant, mais il n'est pas indispensable pour commencer l'étude.

Afin d'optimiser l'installation de l'UHF, l'expérience du CNRM/GMEI en matière d'installation de ce type de matériel serait un plus dont nous pourrions profiter au début de la campagne d'expérimentation -terrain-prévue au plus tôt en juin 2016. En fin de campagne, des comparaisons in situ avec un autre profileur comme le lidar Doppler WS200 pourrait valider notre mesure du cisaillement d'une part et d'autre part, permettre en parallèle la détermination de paramètres turbulents (TKE) utile au perfectionnement des algorithmes utilisés en technique Doppler, juste retour des choses.

A ceci, il est nécessaire d'ajouter une partie modélisation avec Arome 1.3 km (CNRM/GMAP), afin de s'assurer du bon fonctionnement du profileur et de valider d'une autre manière la détection des cas de cisaillement ; une expérience similaire a déjà été effectuée en 2009. La thèse d'Alexandre Boileau portait sur la modélisation (avec AROME-500m) des cisaillements de vent et assimilation de données dans la couche limite atmosphérique à l'aéroport de Nice (<http://www.theses.fr/160479770>). Il était encadré par Jean-François Mahfouf. Ce sujet a donc été déjà -débroussaillé-, et un profileur UHF a été utilisé pour ce cas, complété par des mesures d'anémomètres soniques.

De plus, le LAMP de Clermont-Ferrand effectue en continu des mesures dans la couche limite et au-delà, et depuis peu, utilise aussi un UHF installé près de l'aéroport.

Même si les buts du LAMP sont éloignés de l'aéronautique et de l'opérationnel, il semble intéressant de mutualiser nos efforts au moins sur le premier semestre 2016 (caractérisation de la couche limite, modélisation, mesure, détection et prévision du cisaillement).

Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 4 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

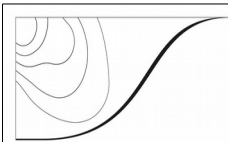
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

Campagne Cisaillement 2015/2016

1 Définition

Le cisaillement de vent* (en anglais windshear) se définit comme un changement brusque d'intensité et/ou de direction du vent sur de faibles distances horizontales et/ou verticales. Ce phénomène peut se rencontrer selon les composantes longitudinale (cisaillement avant ou arrière), verticale (cisaillement descendant ou ascendant) et latérale (cisaillement traversier). Par exemple, un cisaillement de vent descendant, conduisant à un enfoncement de la trajectoire, correspond à une augmentation du courant descendant ou à une diminution du courant ascendant.



Le cisaillement de vent peut avoir plusieurs causes : activités frontales, convectives, etc.. (voir tableau dans le pdf joint). Un cas de micro-rafale en approche par exemple a provoqué un accident à un Airbus exploité par Air France.

2 Contexte

Faisant suite à cet incident survenu sur l'aérodrome de Cayenne, le BEA a établi un rapport dans lequel figure un certain nombre de recommandations sur les cisaillements de vent*. Ce rapport prévoit en particulier que « la DGAC, en liaison avec Météo France, établisse un programme d'équipement des aérodromes français en moyens de détection du cisaillement de vent qui permette d'informer en temps réel les équipages de la présence éventuelle d'un tel phénomène ».

Les pilotes sont toujours fortement intéressés par des informations sur les cisaillements de vent. Car les cisaillements rendent les conditions du vol extrêmement difficiles et les équipages gagnent toujours à les éviter. André Vernay, pilote FH, indique que toute information de cisaillements reçue en anticipation est un gain majeur pour les équipages car elle efface l'effet de surprise. Cette information est particulièrement bénéfique en ciel clair où les cisaillements ne sont pas visibles.

Et dans tous les cas, l'intérêt pour le bord est de prendre connaissance des variations de la vitesse du vent. La phase d'expérimentation et d'apprentissage devrait conduire à la validation de seuils permettant de qualifier l'intensité du phénomène.

Les manœuvres d'évitement dépendent de l'endroit et de l'importance du phénomène :

En période contrainte, pendant les phases de décollage et d'atterrissage où les vitesses sont faibles, les cisaillements ont une importance déterminante, conduisant un appareil en approche à remettre les gaz et un appareil au départ à reporter son heure de décollage.

En zone contrainte, aux abords de l'aérodrome où le trafic est plus dense, l'équipage doit gérer sa trajectoire en tenant compte des contraintes environnementales, du franchissement des obstacles etc. Une augmentation de la vitesse permet de mieux gérer les sauts de vent.

En zone dégagée, l'équipage dispose de plus de latitude pour traiter les cisaillements en fonction de la masse et de la vitesse de l'appareil.

D'une manière générale on note deux types d'approche face aux cisaillements :

Une approche passive : l'équipage dispose d'une information sur la zone à risque et a le temps de la contourner.

Une approche active : l'équipage rencontre la zone à risque et vise une sortie immédiate.

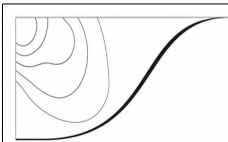
Si en zone libre les équipages distinguent les turbulences des cisaillements. Dans les phases d'approche et de décollage ils ne font plus cette distinction et réagissent comme dans le cas du cisaillement.

Après analyse des événements contenus dans la base ECCAIRS, pour lesquels le cisaillement de vent apparaît comme un facteur contributif, la DSAC a établi une liste des terrains concernés par des problèmes potentiels de cisaillements : CDG, Orly, Nice, Lyon, Toulouse, Clermont, Marseille, Biarritz, Nantes, Bordeaux, Tahiti et Cayenne. Ces aéroports ou aérodromes identifiés, il s'est agi de déterminer un dispositif instrumental adapté pour la détection de ce phénomène puis de sélectionner un site qui se prêterait idéalement aux premiers essais de mise en place de ce dispositif. Le choix s'est vite porté sur un profileur UHF et dans un premier temps, Bordeaux fut pressenti comme site expérimental.

Parallèlement, le projet LEOPARD a vu le jour côté Météo-France sur les sites de NICE et Roissy-CDG

3 Objectifs

L'objectif de l'action « Cisaillement 2015/2016 » est d'apporter une contribution significative à la réponse que Météo-France doit apporter à la DSAC sur l'amélioration du service en matière de détection et d'annonce du cisaillement de vent : Cette contribution nécessite une étude approfondie et une campagne in situ sur l'aérodrome de Clermont-Ferrand figurant dans la liste des 12 potentiellement affectés par des phénomènes de cisaillement de vent. La DSO a donc proposé d'utiliser un profileur de vent complété d'un axe de mesure incliné par la société Degréane pour cette campagne. Compte tenu du nombre de situations favorables aux phénomènes de cisaillement (durant les inter-saisons) l'expérimentation devra se dérouler sur une année (un été et un hiver). Elle commencerait donc entre juin et septembre 2016 et se prolongerait jusqu'à la fin du printemps 2017.



Il faudra évaluer d'une part les capacités du dispositif instrumental choisi (profileur) à détecter des situations de cisaillement de vent (probabilité de détection et taux de fausses alarmes), et d'autre part l'apport d'un système combiné profileur+modèle et/ou profileur+lidar Doppler et/ou profileur+radar (mozaïque de cisaillement), et aussi la contribution de ces systèmes et produits à la mise au point d'un produit de diagnostic interprétable par les prévisionnistes aéronautiques dans un contexte opérationnel (en tenant compte du rapport moyens/enjeux). Ces évaluations devront apparaître dans un rapport d'expérimentation.

La partie modélisation qui complétera les instruments choisis et mis en place pourrait éventuellement les remplacer : on attend beaucoup de la nouvelle version Arome.

4 Choix du site expérimental

CDG figure dans cette liste compte tenu de l'impact qu'un phénomène de cisaillement aurait sur le trafic. Météo France a conduit plusieurs expérimentations à Nice en 2009 et 2011 (voir 3.2).

Les cas de Nice et Roissy-CDG sont déjà pris en charge dans le projet LEOPARD.

En 2014, une étude d'implantation d'un profileur de vent UHF a été menée pour l'aéroport de Bordeaux. Le « choix » de Bordeaux pour une expérimentation était issu d'une expression de besoin de D2I/AERO (pour répondre à une demande de la DSAC). Toutefois, la réponse actuellement apportée par MF avec la fourniture des vents en altitude issus de modèle répond finalement au besoin local. La DIRSO et le SNA/SO ne voient donc plus de besoin ni d'intérêt à effectuer une expérimentation particulière à Bordeaux.

Il semblerait par contre, qu'il serait plus intéressant de se focaliser sur des terrains comme Biarritz, Brive, Nantes, et Clermont-Ferrand.

Ce dernier site semble être soumis à des conditions de cisaillement posant problème à la navigation selon une étude de la DIRCE_OBS et satisfait en premier lieu (avant vérification et étude de faisabilité) les conditions d'installation d'un profileur (voir ci-dessous)

5 Le site de Clermont-Ferrand

Suite à des signalements récurrents de phénomènes de cisaillement de vent par les pilotes, tant au décollage qu'à l'atterrissage sur la plate-forme de Clermont-Ferrand, le site a été inclus dans le recensement mené sur la période 2006-2011. Ce recensement a retenu 27 cas de phénomènes apparus et signalés par les pilotes. L'étude de DIRCE_OBS porte sur 20 des 27 signalements.

La fréquence des phénomènes observés de cisaillement est telle qu'il en est fait mention explicite dans les cartes VAC de l'aérodrome de Clermont, dans le chapitre « Consignes particulières relatives aux procédures d'arrivée », paragraphe 3 « Cisaillements » :

Les phénomènes de cisaillement de vent se produisant dans l'environnement de l'aéroport sont, pour l'essentiel, d'origine orographique, soit par effet de rabattants par-dessus la crête des reliefs au Sud et à l'Ouest, soit par effets de rotors de par et d'autre du relief au Sud de la piste –effet de dépression sous le vent du relief (Monts Dôme), soit par effets conjugués des deux.

Par fort vent de secteur Sud, on note des cisaillements et fortes turbulences en finale 26 et sur la piste, dus à la présence de hangars et de collines au Sud de la plate-forme.

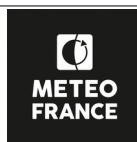
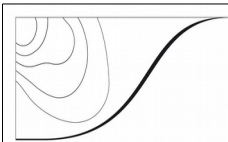
Tous les cas de cisaillement sont avérés par les témoignages des pilotes.

Dans tous les cas, les témoignages sont cohérents avec les vitesses et directions de vent, observées au sol et en altitude et telles qu'elles peuvent potentiellement générer ces phénomènes compte tenu de la géographie des reliefs environnant la plate-forme de façon très rapprochée.

Les phénomènes de cisaillement semblent se produire dès lors que :

- Les directions de vents sont comprises entre le 150 ° et le 260°
- La vitesse des rafales max observées est supérieure à 15 m/s (3 cas sont observés avec des vitesses de seulement 12 à 13 m/s)

Le phénomène de cisaillement est souvent lié aux vents s'établissant à l'approche de systèmes perturbés. Dans trois cas, ils se produisent au passage d'un système qui accroît l'épaisseur de la couche d'observation du phénomène de cisaillement. Le phénomène de cisaillement est connu sur la plate-forme, mentionné explicitement dans les cartes AIP. Pour les décollages, la solution d'un point fixe freins bloqués et manettes des gaz poussées au max semble permettre de dépasser les difficultés liées au phénomène. Par contre, à l'atterrissage, la vulnérabilité des aéronefs est totale, les pilotes pouvant être totalement surpris par le



phénomène (en cas de non signalement préalable par d'autres pilotes). Ils n'ont alors aucune autre solution qu'une remise de gaz extrêmement tardive et coûteuse, la décision intervenant lors du franchissement de l'altitude de décision qui varie le plus souvent, et selon les procédures d'approche, entre 200 et 500 ft, parfois 770 ft, à un moment où l'aéronef est dans une configuration de vol extrêmement sensible.

L'analyse fréquentielle des vents sur la plateforme de Clermont-Ferrand permet d'établir que les vents max horaires supérieurs à 14,5 m/s et de directions comprises entre le 140° et le 260° (donc susceptibles de générer du cisaillement) représentent 2,2% des vents max horaires observés sur la période 1984-2014. Ce pourcentage augmente à 4,7% si l'on tient compte de valeurs supérieures à seulement 12 m/s, correspondant à 3 cas sur les 20 étudiés.

L'imprévisibilité des niveaux et de l'épaisseur des couches d'apparition de cisaillement de vent, au regard des seules mesures de vents au sol, est extrêmement importante, et rend vulnérables les aéronefs en mouvement sur la plateforme, tout particulièrement lors des atterrissages.

Notons que le phénomène se produit sur Clermont en air sec, sans précipitations, sans brouillard ou nuages bas.

6 Les moyens de détection : État des lieux OACI/Météo

6.1 Les moyens embarqués

En premier lieu, l'observation de l'environnement peut fournir de précieuses indications sur la présence éventuelle de cisaillement de vent. Les phénomènes suivants peuvent être, entre autres, des indices de la présence de gradient de vent :

déplacements différents de couches de nuages adjacentes situées à proximité du sol,

nuages en rouleaux, lenticulaires, en entonnoir,

fort vent de surface soufflant en rafale,

poussière soulevée sous des nuages convectifs,

« fronts » de pluie près du sol,

trombes ou tornades,

virga...

De plus, les instruments de bord (anémomètres, indications de vitesse sol et de vent fourni par les systèmes de navigation) et les équipements tels que GPWS ou avertisseur de décrochage sont des sources d'information sur la présence d'un phénomène de cisaillement de vent.

Des systèmes électroniques ont été conçus pour détecter le passage de l'avion dans une zone de fort gradient de vent :

Les systèmes réactifs sont basés sur la surveillance de plusieurs paramètres de vol pertinents. Une variation corrélée de ces paramètres signifie que l'avion est soumis au phénomène.

Les systèmes prédictifs sont basés sur la mesure par un radar météorologique possédant une fonction Doppler du gradient de vent devant l'avion. La corrélation avec les valeurs de vent données par les systèmes de navigation permet d'établir le vecteur cisaillement de vent sur la trajectoire.

6.2 Les moyens au sol

Divers systèmes, plus ou moins efficaces, de détection de gradient de vent ont été implantés sur des aéroports reconnus comme sujets au cisaillement de vent :

Le SODAR

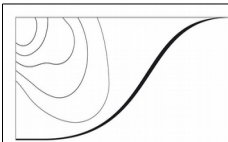
Le principe consiste à analyser la réflexion d'ondes sonores sur les couches atmosphériques dans une ou plusieurs directions. Une antenne directive présente l'avantage de restituer un profil de vent sur un axe déterminé.

Les profileurs de vent UHF

Le principe consiste à mesurer l'entraînement par le vent de marqueurs turbulents de petite échelle. Le radar analyse la propagation de signatures turbulentes et restitue un profil vertical de vent.

Les radars météorologiques Doppler (TDWR)

Le principe consiste à mesurer l'entraînement par le vent des précipitations. Cet équipement est capable de restituer le vent en trois dimensions dans un volume atmosphérique contenant des précipitations mais la



détection est limitée aux situations précipitantes et, en outre, l'interprétation fine des données nécessite une compétence pas toujours compatible avec un usage aéronautique opérationnel.

Le réseau dense de mesure de vent au sol (LLWAS)

Le principe réside dans la multiplication de capteurs de vent installés au voisinage des pistes. Une unité centrale compare en permanence les valeurs mesurées avec celles de la station centrale et déclenche, à partir d'un certain seuil d'écart, une alarme sonore dans la tour. Un tel système peut être couplé avec un TDWR. Ce système est notamment implanté sur l'aérodrome de Denver aux États-Unis.

L'OACI a publié en 2005 un Manuel sur le cisaillement de vent dans les basses couches (doc. 9817*), dans lequel sont notamment précisés les conditions de formation du phénomène, ses effets sur les performances des avions et les moyens de détection qui existent.

6.3 Retour sur le Profileur de vent UHF

L'intérêt d'un profileur vent est d'être un instrument de mesure tout temps. L'ancien profileur de vent qui était installé à Nice a été démonté et remis en état. L'industriel Degréane a expérimenté un processus de mesures à l'oblique (à 3°) en ajoutant deux panneaux inclinés. Ceci pourrait utilement compléter la mesure verticale du profileur, orientée dans l'axe de descente de la piste. Ce dispositif sera à priori prêt courant janvier 2016. Pour le moment, ils travaillent encore sur le projet et en particulier sur le réflecteur numérique, devant apporter plus de -dynamique- à l'ensemble instrumental.

Les tests de Candillargues (post Hymex) avaient été faits avec 2 panneaux (pris parmi les cinq) positionnés en mode oblique. Le nouvel UHF fonctionnera avec 7 faisceaux (5 classiques plus 2 obliques). Ils envisagent un affichage graphique type -radar précipitation-, disque avec radar au centre.

Cas particulier du site de Clermont

Observations in situ du LAMP

Le LAMP a instrumenté un site au Puy de Dôme (1467 m d'altitude et à 16 km de l'aéroport) mais celui-ci ne leur fournit pas d'informations sur les couches les plus basses, et il leur était devenu nécessaire de compléter le profil vertical dans la CLA du sol jusqu'à cette altitude.

De plus, le radar Tropo-Strato VHF (45 MHz) fournissait et fournira bientôt (ils n'attendent plus qu'une autorisation écrite de l'Armée) des profils de 1.6 à 2.5 km jusqu'au delà de 20 km. L'UHF permet quant à lui des mesures de 200 m à 2.5 voire 3 km. Ce système est complété par un radar bande X (1 fixe et 1 mobile), 2 MRR et 2 disdromètres situés au LAMP (à mi-chemin entre le PDD et l'aérodrome).

Le recouvrement sera donc total et permettra de plus de bien documenter la dynamique, les précipitations et les vents de basse couche, ce qui peut être très utile à notre démarche. L'occasion s'est présentée de récupérer un vieil UHF du DWD de Linderberg (1275 MHz) qu'ils ont pu réparer grâce aux compétences d'un service du Met-Office. Le LAMP a installé cet UHF en dehors de la zone d'exclusion de l'aéroport sur le site d'une ancienne station d'épuration à 1 km au nord, perpendiculairement au seuil de piste 08.

Il n'avait pas obtenu les autorisations pour se mettre en bout de piste (aérodrome, propriétaire du champ, et conseil général). Concernant le cisaillement, le LAMP avait fait en 2010 une demande au DDM qui n'était pas intéressé à l'époque. Cette demande est donc ancienne et antérieure à l'étude de la DIRCE_OBS.

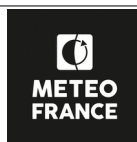
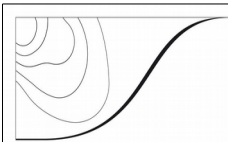
Depuis le 20 juillet, le n°OMM affecté et qui était erroné a été corrigé et ce site est maintenant bien assimilé avec des valeurs correctes.

Un fonctionnement en double dans un premier temps serait souhaitable à des fins de comparaison et de calibration évidentes. Les deux parties seraient gagnantes.

Notre radar ne sera pas axé avec celui du LAMP (axe des tirs). Il faut savoir qu'avec les effets des lobes secondaires, ils ne doivent pas être trop proches sachant que 2 radars 4kW à 5-6 km se perturbent mutuellement.

Celui du LAMP est positionné au nord d'un mur haut et épais qui à priori lui assure une protection et optimise son tir vertical. En effet, du fait de sa puissance d'émission inférieure (500W contre 4000W), il serait a priori le plus affecté. Ce dernier point doit donc être vérifié et testé ; il faudra probablement envisager un grillage latéral pour notre radar et ceci afin de ne pas perturber le leur (et déterminer le maillage, sa hauteur et sa longueur ainsi que sa position).

On envisage là encore un soutien du GMEI du CNRM qui a déjà utilisé notre matériel à Candillargues et sur l'île du Levant.



6.4 L'apport de la modélisation

Déjà utilisée pour les vents à Bordeaux et à Nice, la modélisation est un bon outil pour le cisaillement.

La thèse** d'Alexandre Boiley portait sur la Modélisation de cisaillements de vent et assimilation de données dans la couche limite atmosphérique à l'aéroport de Nice (<http://www.theses.fr/160479770>). Il était encadré par Jean-François Mahfouf. Ce sujet a donc été déjà -débroussaillé-, et un profileur UHF a été utilisé pour ce cas, complété par des mesures d'anémomètres soniques (voir **).

Il avait fait tourner Arome 2.5 km, poussé à 500 m. Avec la nouvelle version du modèle AROME-oper depuis avril 2015, la résolution horizontale est passée à 1.3 km et la verticale à 90 niveaux (au lieu de 60 et avec un 1er niveau à 5m). On doit donc être capable de mieux voir ces phénomènes. Il serait intéressant de regarder ce que cela donne sur le site de Clermont sur une date avant le 14 avril, car on aurait à la fois l'oper 2.5kmL60 et le double (1.3kmL90).

Nous aurons donc besoin des compétences du GMAP pour l'avant-campagne ainsi que pendant la campagne d'essai qui s'étalera sur 1 année complète (voir plus haut): Arome Oper, Arome PI en phase d'expérimentation spécifique, voire ponctuellement Arome Aéroport pour l'étude de la turbulence couplée avec les mesures Lidar Doppler de fin de campagne (avril 2017).

La modélisation est maintenant pleinement intégrée dans les objectifs de ce projet. De plus l'assimilation de ces nouveaux points de mesures (profils) devrait être fort utile à la prévision en général.

6.5 Autres moyens : La mosaïque radar, le bande X, le lidar ..

6.5.1 Le lidar

L'onde lumineuse émise et réfléchiée par les particules permet par effet Doppler de mesurer la composante radiale (dans le sens du tir) de la vitesse du vent. En 2009, des tests ont été effectués à Nice avec un prototype Lidar vent à balayage. Cette expérience a été jugée satisfaisante. Cependant cette expérimentation ne répond qu'en partie au besoin de la navigation aérienne, le Lidar ne fonctionnant que par temps clair du fait de sa portée très réduite par les précipitations et les brouillards.

Remarque : A Clermont, le cisaillement se produit par temps sec, donc compatible.

6.5.2 Le Radar Bande X

Il existe 3 principaux types de radar de précipitations en fonction de la longueur d'onde (10cm, 5 cm ou 3 cm) et donc de la portée. Le radar « bande X » de longueur d'onde 3 cm est le moins onéreux (1.5 million d'euros). Il offre une portée d'environ 50 km et se trouve donc adapté à un aéroport. L'expérimentation de 2009 a montré que le besoin d'un radar de précipitations était avéré même à Nice. Une deuxième expérimentation a donc été réalisée en 2011 avec l'installation conjointe du prototype Lidar doppler et d'un radar bande X et a prouvé l'intérêt de combiner un lidar de portée 10 km et un radar bande X.

Remarque : A Clermont, le cisaillement gênant pour l'aéronautique ne se produit pas ou rarement par temps de pluie..

6.5.3 La mosaïque de cisaillement

Le CMR produit opérationnellement une mosaïque de cisaillement, à partir de la mosaïque radar : maximum du gradient de vent entre le sol et 2000 m. Cette mosaïque n'est actuellement disponible que sur un serveur particulier de la DSO. Elle devrait être intégrée dans SYNOPSIS à partir de juin 2015. Il s'avère qu'elle est peu connue des utilisateurs et qu'il semblerait donc intéressant d'investiguer de ce côté et ce d'autant plus que de nouveaux produits sont attendus, pour détecter des conditions de cisaillement, en particulier sur les aéroports identifiés avec de tels problèmes comme Biarritz ou Brive.

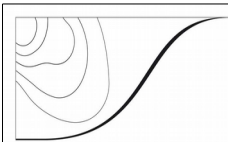
Remarque : Clermont est assez éloigné (67 km) du radar le plus proche, celui de Saint-Nizier qui se trouve au sud-est ; ce dernier a du être remplacé (jouvencé) à l'automne 2015. Une qualification « Réflexivité » est prévue en janvier 2016 et pour la lame d'eau en février 2016.

A 107 km il y a le radar de Sembadel, qui est opérationnel et en double polarisation (mais l'angle au sol peut ne pas permettre de voir du cisaillement en basses couches).

L'avantage de la mosaïque est la couverture spatiale mais l'inconvénient majeur est que cette mesure se fait par temps de pluie (pour avoir un écho). On raterait donc les cas Clermontois en air sec..

Voir la fiche_produit Radar en annexe (ficheproduitCIS..._2014_04_30.doc)

**Définition du cisaillement (doc OACI 9817 AN/449, Manuel sur le cisaillement du vent dans les basses couches, annexe 1F-GLZC - 25 mai 2001 51) 9817A49*



Le cisaillement du vent appelé Wind shear au Etats –Unis, est une différence de la vitesse ou de la direction du vent entre deux points suffisamment proches de l’atmosphère. Selon que les deux points de référence sont à des altitudes différentes ou à des coordonnées géographiques différentes, le cisaillement provoque une instabilité qui se traduit par de fortes turbulences au niveau de la couche de friction. Il est également appelé en aéronautique « gradient du vent », terme général pour désigner la diminution graduelle de la vitesse horizontale du vent entre deux altitudes différentes. Le terme cisaillement habituellement employé par les météorologistes convient mieux au phénomène puisqu’il implique des variations, souvent associées à deux paramètres : vitesse et direction du vent.

Il peut être vertical ou horizontal, ou un mélange des deux types. L’OACI définit les composantes verticales et horizontales de cisaillement du vent comme suit:

1. Le Cisaillement vertical est défini comme le changement de direction du vent horizontal et / ou de la vitesse avec la hauteur, qui serait déterminé au moyen de deux ou plusieurs anémomètres montés à des hauteurs différentes sur un seul mât.

2. Le Cisaillement horizontal est défini comme le changement de direction du vent horizontal et / ou de la vitesse avec la distance horizontale, telle qu’elle serait déterminée par deux ou plusieurs anémomètres montés à la même hauteur le long d’une piste.

Les cisaillements les plus dangereux sont souvent causés par des micro-rafales (microburst) sous des cellules orageuses.

6.5.4 Danger du cisaillement

Le cisaillement du vent dû au micro-rafales est un des dangers majeurs pour l’aviation lorsque l’aéronef est proche du sol à faible vitesse, c’est-à-dire, à l’atterrissage ou au décollage. Cela peut entraîner une perte soudaine de portance, autrement dit provoquer un décrochage de l’avion et le faire s’écraser au sol, si le pilote n’a pas eu le temps de réagir ou si ses manœuvres ont été vaines.

6.5.4.1 Micro-rafale au décollage

- le décollage paraît normal
- rencontre du cisaillement après le lift-off
- chute de vitesse indiquée entraînant une diminution d’assiette
- impact avec le sol dans le prolongement de la piste

A la rencontre du cisaillement la diminution de vitesse entraîne un couple à piquer dû à la stabilité naturelle de l’avion. Cette tendance peut être accentuée par un action du pilote amené instinctivement à diminuer l’assiette pour maintenir la vitesse initiale. Cette réaction normale dans tous les autres cas est malheureusement inadaptée lors de la rencontre avec un cisaillement sévère près du sol et peut devenir franchement catastrophique.

6.5.4.2 Micro-rafale (micro-burst) en approche

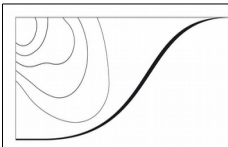
Comme dans le cas du décollage la chute de vitesse entraîne un couple à piquer. Lorsqu’elle n’est pas décelée et contrée rapidement, la modification de trajectoire peut amener l’avion à toucher avant la piste ou à faire un atterrissage très dur. Seule une approche stabilisée en trajectoire, vitesse et poussée, peut permettre de déceler assez tôt un cisaillement subit.

La rencontre d’un microburst en approche peut se décomposer schématiquement de la façon suivante :

Rencontre d’un vent debout en augmentation. Augmentation de la vitesse indiquée. La trajectoire passe au-dessus de plan de descente. Le pilote peut être tenté de réduire la poussée et de réduire l’assiette pour retrouver le plan de descente.

Diminution du vent debout, ce qui provoque la diminution de la vitesse et augmente la pente. L’augmentation du courant vertical tend à provoquer une réduction de l’incidence (à cause du changement de direction du vent relatif). L’assiette diminue. La vitesse verticale augmente en raison de la perte de portance et du mouvement vertical de la masse d’air. Ces effets sont d’autant plus accentués que la poussée a été réduite. Le cisaillement s’effectue entre le vent debout et le vent arrière.

Augmentation du vent arrière et vent vertical constant provoquant une nouvelle perte de vitesse et l’augmentation de la vitesse verticale. Si ce phénomène se passe près du sol, il y a un risque de toucher avant l’entrée de piste.



En cas de déplacement de la masse d'air, la composante de vent arrière peut s'annuler, c'est vraisemblablement le cas que l'on rencontre dans l'événement de Cayenne en mai 2011.

6.5.4.3 Cisaillement orographique

La zone sous le vent d'un relief peut être le siège de forts cisaillements et de turbulence sans nécessairement qu'une nébulosité associée puisse, dans tous les cas, permettre de les anticiper. Bien que les conditions générales liées à cet effet orographique soient connues, il n'est pas toujours possible de prévoir avec précision son intensité et la tranche d'altitude où il peut se manifester.

6.5.4.4 Brise de mer

La brise de mer peut souffler à 180° des vents dominants. Ainsi un décollage face au vent peut amener à rencontrer un vent arrière important dès le début de la montée.

6.5.4.5 Jets de basse altitude

Associés à une forte inversion de température due au rayonnement nocturne, ils peuvent, lors du franchissement de la zone de transition, se traduire par une variation de l'ordre de 60 kts dans une tranche d'altitude inférieure à 3000ft.

Systeme d'alerte

6.5.4.6 Au sol

Entre 1964 et 1982, 27 accidents ou incidents graves ont été causés par des cisaillements du vent dans les basses couches.

En 1976 en réponse à ces accidents la Federal Aviation Administration FAA développe le LLWAS (Low level windshear alert system). Le LLWAS est un système au sol utilisé pour détecter le cisaillement du vent et phénomènes météorologiques associés, tels que micro-rafales, à proximité d'un aéroport en particulier le long des pistes. Il se compose d'un certain nombre d'anémomètres placés stratégiquement autour et à l'intérieur d'un aéroport. Des systèmes plus anciens utilisaient un minimum de 6 anémomètres (un central et 5 en périmètre) le tout dans les limites de l'aéroport, alors que les nouveaux systèmes peuvent avoir plus de 30 anémomètres placés jusqu'à 3 miles nautiques le long des trajectoires d'approche et de départ. L'objectif du système est de fournir des alertes visuelles et sonores à l'ATC afin qu'ils puissent transmettre des informations et des avertissements sur le cisaillement du vent et des micro-rafales aux pilotes et aux autres services d'aéroports concernés.

6.5.4.7 A bord des avions

Actuellement un avertisseur de cisaillement du vent est disponible en option sur la plupart des avions modernes. L'avertissement de cisaillement du vent est basé sur l'évaluation de la performance actuelle de l'avion (paramètres de vol et accélérations). L'avertissement de cisaillement du vent est généré chaque fois que le niveau d'énergie de l'avion tombe en dessous d'un seuil prédéterminé. Le système d'avertissement de cisaillement du vent associé au mode SRS (Speed reference system) du directeur de vol constituent les systèmes de cisaillement du vent réactifs RWS (Reactive Windshear), puisque les deux composants réagissent instantanément aux variations des paramètres de l'aéronef.

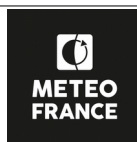
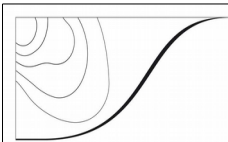
Fonctionnement du RWS : Une alerte se déclenche, lorsque l'aéronef rencontre des cisaillements de vent pendant le décollage et l'atterrissage. L'alerte de cisaillement du vent se compose d'un message rouge qui s'affiche sur les deux PFD (et qui clignote pendant 9 s, puis reste allumé aussi longtemps que le cisaillement du vent est détecté), et d'une alerte sonore WINDSHEAR.

Pour compléter le système de cisaillement du vent réactif et de fournir un avertissement précoce de cisaillement potentiel, certains radars météorologiques comportent la capacité de détecter les zones de cisaillement du vent en avant de l'aéronef. Cet équipement est considéré comme un système préventif du cisaillement du vent PWS (Predictive windshear). Si possible il détecte les cisaillements de vent :

- au moins 10 s mais généralement 1 mn avant une rencontre possible.
- à une distance entre 0,5 nm et 5 nm en avant de l'aéronef.

puis il déclenche des alertes.

Le PWS fonctionne en comparant l'effet Doppler des échos radar de sorte qu'il détecte le cisaillement seulement quand il y a des précipitations d'eau. Cependant les cisaillements de vent les plus forts sont souvent associés à des zones de pluies sévères (ou à des virga). La fonction PWS peut détecter et afficher simultanément jusqu'à 8 cisaillements différents du vent. Le PWS est disponible, si le radar météo est



opérationnel ou au décollage si il est sur OFF. En vol, si l'aéronef est inférieure à 1500ft AGL. Le PWS sur un Airbus génère trois niveaux d'alerte pour le cisaillement du vent, en fonction de la distance et la position angulaire entre l'aéronef et le cisaillement de vent, l'altitude de l'aéronef, la phase de vol.

***Thèse d'Alexandre Boilely : L'objectif de cette thèse était d'étudier la capacité des modèles météorologiques à prévoir des épisodes de cisaillements de vent dans les basses couches de l'atmosphère sur une zone limitée à un aéroport et d'examiner l'apport pour la modélisation d'observations locales à haute fréquence. L'aéroport international de Nice est en effet régulièrement soumis à des variations rapides de la direction et de l'intensité du vent selon l'horizontale dans la CLA, appelées aussi renverses. Un profileur de vent et trois anémomètres furent installés sur les pistes de l'aéroport. Au début de l'année 2009, une campagne de mesures incluant un lidar vent à balayage et un anémomètre sonique s'y est déroulée fournissant des observations complémentaires. L'ensemble des mesures à haute fréquence temporelle et des simulations numériques obtenues avec le modèle de recherche Méso-NH à 2.5 km de résolution, a fourni une vision de l'enchaînement complexe des écoulements conduisant à des cisaillements de vent d'origine différente. Cette complémentarité a aussi permis d'estimer la capacité du modèle numérique à reproduire les cisaillements de vent. Pour les trois situations étudiées, il a reproduit la structure horizontale et verticale de l'écoulement malgré des erreurs de placement spatio-temporel. Bien que les écoulements locaux participent à la mise en place des conditions nécessaires au cisaillement de vent, c'est l'écoulement de méso-échelle (ondes piégées ou talweg d'altitude) qui semblent déterminer la position du phénomène. Des comparaisons ont été réalisées avec le modèle opérationnel de Météo-France AROME ainsi que des tests de sensibilité pour étudier l'influence des conditions de couplage et de la résolution. La résolution horizontale a été passée de 2.5 km à 500 m sur un domaine centré sur l'aéroport de Nice pour les situations étudiées. Une résolution de 500 m permet d'améliorer la représentation d'écoulements locaux et de variations locales du vent mais n'améliore pas la position des cisaillements de vent par rapport à une échelle plus grossière. L'extension horizontale limitée du domaine à haute résolution augmente la sensibilité aux conditions aux limites de grande échelle. Pour améliorer les prévisions et contraindre le modèle numérique vers les observations disponibles sur le site d'étude, un système d'assimilation de données basé sur le 'nudging' et permettant de prendre en compte des données à haute fréquence temporelle, le "nudging direct et rétrograde" (BFN pour 'Back and Forth Nudging'), a été mis en place. Cet algorithme a été appliqué aux équations de Lorenz pour confirmer le comportement de cette méthode par rapport à des résultats publiés antérieurement avec d'autres méthodes d'assimilation de données. Les résultats furent encourageants et ont conduit à l'introduction du BFN dans Méso-NH. La mise en place des simulations avec assimilation de données simulées dans des conditions idéalisées a permis de montrer une réponse cohérente du modèle numérique à l'introduction de profils verticaux de vent.*

Visualisation du fichier joint:

ftp://intra-retic.cnrm.meteo.fr/pub/rencontres/2015/fiche_programme/Fiche_cisaillement_illustrations.pdf

Éléments de planification

Calendrier envisagé

livraison UHF visée oblique : Premier trimestre 2016

installation UHF : été 2016

modélisation : [automne 2016 - printemps 2017 (Arome Aéroport+lidar Doppler)]

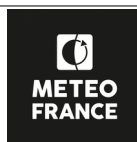
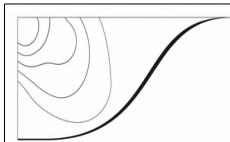
Campagne d'expérimentation : mi-2016/mi-2017

Collaborations

- internes : DSO/DOA/IED et GCA
- nationales : DIRCE/OBS/DA, DSAC, DPREVI/AERO, LAMP?, CNRM/GMEI, CNRM/GMAP

Projets ou contrats associés

en parallèle de LEOPARD



Stages proposés (type, durée, sujet)

Pas pour le moment ; attente de l'installation effective.

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 7 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut

programme

Demandes d'aide au CNRM

- Frais de missions :

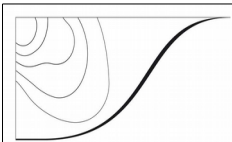
Missions personnels GMEI si support

- Autres demandes d'aide :

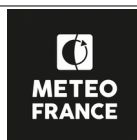
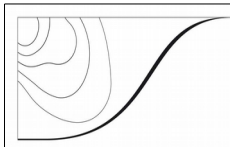
Heures de calcul -Arome- et une personne affectée à la partie -modélisation- de la problématique -Détection et prévision du cisaillement de vent sur l'aéroport de Clermont-

Collaboration et soutien du CNRM/GMAP (assimilation)

Collaboration et soutien du CNRM/GMEI (UHF)



DSO: Étude menée à MSO



Fiche de synthèse

Présentation de l'équipe

Équipe soumettant la fiche :

- service : DSO
- Équipe : MSO

Point de contact

- Responsable : Émilie MALLET
- Courriel: emilie.mallet@meteo.fr

Actions de R&D pour l'année en cours

Bilan pour les fiches programmes non reconduites

Produit composite relatif au rayonnement pour l'outre-mer :

- développements menés entre juillet 2014 et février 2015
- évaluation objective réalisée entre février et mai 2015
- évaluation proposée aux utilisateurs : juillet à septembre (voire décembre, selon les retours) 2015

Les résultats sont les meilleurs sur la Réunion (densité des observations la plus forte). Ils sont corrects sur la Martinique et la Nouvelle-Calédonie, ils sont décevants sur la Guadeloupe. C'est pourquoi il n'est pas proposé aux utilisateurs d'évaluer le produit sur ce dernier domaine.

CAMELEON :

L'avant-projet CAMELEON a communiqué son rapport d'avant-projet à la fin de l'année 2014 au comité de suivi. Suite à la rédaction de ce rapport, une revue d'avant-projet a été mise en place au début de l'année 2015 pour émettre un avis et faire des recommandations sur le périmètre et la mise en œuvre proposés ainsi que sur les coûts induits et les risques. Le rapport de revue a été présenté au comité de suivi le 30 avril 2015. Suite à la présentation en COMDEV Etablissement le 29 juin 2015 des résultats de la revue d'avant-projet, il a été décidé de ne pas lancer le projet.

Compte-tenu de l'arrêt du projet, l'étude sur le traitement automatique qui était susceptible d'être menée en complément de la réalisation du réseau de caméras n'est plus envisagée.

Produit de discrimination des hydrométéores au sol (HYDRE) :

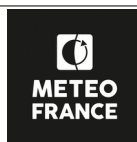
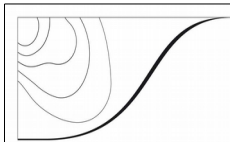
Le rapport d'avant projet a été présenté en COMDEV DT le 11 juin qui a validé le passage en projet. Le comité de pilotage a été défini et s'est réuni une première fois le 25 novembre. Un groupe fonctionnel sous la responsabilité de DirOP/LABO/D a été constitué pour participer dans un premier temps à la validation des spécifications fonctionnelles et techniques rédigées pendant l'été. Une revue de conception s'est tenue le 17 décembre. Une maquette de visualisation a été mise en place et l'expérimentation devrait commencer en janvier 2016.

Description des actions réalisées ou en cours n'ayant pas fait l'objet de fiche programme

COMEPHORE (réanalyse des lames d'eau) :

Les travaux d'amélioration de la réanalyse déjà produite sur la période 1997-2006 se sont poursuivis et le choix de la méthode finale est arrêté. Une revue de conception avec DCSC et SCHAPI s'est tenue 23 septembre. Les calculs de la version améliorée de 1997-2006 ont démarré en novembre pour une livraison prévue au printemps 2016. Concernant l'extension aux années 2007 et suivantes :

- Le SCHAPI a récupéré les données pluviométriques du SPC Grand Delta critiquées par l'OHMCV sur la période 2009-2014 (soit deux années de plus que ce qui était prévu initialement); ces données ont été insérées dans la BDCLIM intégration et sont donc prêtes à l'emploi.



- Le travail sur les données radar reste à faire par DSO/CMR (algorithme de nettoyage semblable à ce qui est fait en opérationnel) ce qui devrait être fait en 2016.

Le lancement des calculs de l'extension aux années 2007 et suivantes pourrait donc se faire au second semestre 2016.

Publications de l'équipe

- Autres

Rapport d'évaluation sur les 4 domaines:

http://intradso/IMG/pdf/fusionom_evaluation_objective_rayonnement.pdf

Présentation lors des journées R&D 2015

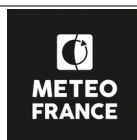
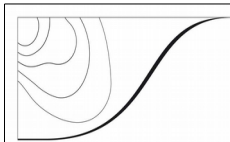
Autres éléments (requis pour le calcul d'indicateurs de recherche)

- Organisation par l'équipe (seule ou en coopération) d'un colloque, d'un atelier ou d'une conférence nationale ou internationale à dominante R&D

Effort consacré à la R&D

- Récapitulatif des forces de travail consacrées aux actions de R&D (estimation)

Sur l'action -fusion de données OM-, depuis janvier 2014 : 15 h/mois Sur le projet HYDRE, en 2015 : 4 h/mois Sur le projet COMEPHORE, en 2015 : 4 h/mois



Évolution du produit composite CERVUS

Présentation de l'étude

Titre de l'étude

- Intitulé complet : Évolution du produit composite CERVUS
- Surnom : CERVUS_V2

Équipe soumettant la fiche

- Service : DSO
- Équipe : MSO

Personnes menant l'étude

- Responsable : Émilie MALLET
- Courriel du responsable : emilie.mallet@meteo.fr
- Autre(s) personne(s) impliquée(s) : Émeline Marcel, Daniel Sombret

Type d'action

- Nouvelle étude : oui
- Éléments complémentaires :

Le produit CERVUS est opérationnel depuis décembre 2010. Page consacrée au produit sur l'IntraDSO : <http://intradso/spip.php?article106>

Thèmes de R&D associés

- Thème principal :
2--étude des phénomènes de méso-échelle
- Thème secondaire :
0--sans objet

État des lieux

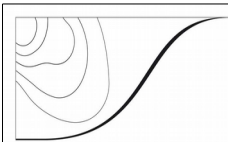
Estimation des moyens consacrés à l'étude sur l'année en cours, avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0
- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :
Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Description de l'étude

CERVUS (CartographiE pRobabiliste de la Visibilité par seUils) est opérationnel depuis décembre 2010. Il regroupe deux types de produits :

- les cartes de probabilité d'observer des visibilité inférieures à un seuil donné (6 seuils : 200, 600, 1000, 1500, 5000 et 8000m) (visualisables sur SYNERGIE et SYNOPSIS) ;



- les cartes des déciles de la visibilité.

Contrairement à CARIBOU qui concerne les situations de brume ou brouillard, dans CERVUS, il n'y a actuellement pas de distinction sur le type de phénomène à l'origine de la baisse de visibilité.

Suite à des retours des utilisateurs et afin d'explorer des pistes d'amélioration identifiées lors de la conception du produit, il a été décidé de reprendre ce dernier.

Une enquête auprès des utilisateurs visant à estimer l'utilisation du produit et lister les besoins d'amélioration a lieu durant l'été 2010.

L'une des demandes des utilisateurs porte sur la distinction des phénomènes influençant la visibilité (brume/brouillard, précipitations, etc...). Une telle distinction pourrait par ailleurs permettre d'améliorer le produit. En effet, actuellement, la 1ère étape de l'élaboration de CERVUS consiste à spatialiser les visibilités en utilisant comme méthode la régression multi-linéaire. Ainsi, à chaque heure, on détermine la relation entre la visibilité et les prédicteurs météorologiques et géographiques les plus pertinents. Cette relation est ensuite appliquée en tout point du domaine. Distinguer les phénomènes pourrait permettre de déterminer une relation pour chaque phénomène, ce qui semble plus réaliste qu'une seule relation valable en tout point. L'établissement d'une relation par zone géographique est également envisagée.

Les principaux axes de travail sont les suivants :

- distinction des phénomènes ;
- zonage géographique ;
- amélioration de l'interpolation des résidus (destinée à -coller- au mieux aux observations, mais pouvant entraîner l'apparition d'artefacts) ;
- mise en place de contrôles sur les données in-situ (délicat, car peu de données disponibles) ;
- amélioration de la résolution horizontale (pixels de 3*3 km² actuellement) et de la fréquence de fourniture (horaire actuellement).

Par ailleurs, suite à des discussions avec les représentants de la DSM et de la DirOP, il est décidé d'utiliser les visibilités issues des SOLOMM et RADOMEH. Il s'agit dans ce cas de la POM.

Les visibilités issues des METAR ne seront pas employées, la Visibilité Aéronautique (VA, transmise dans les METAR) différant de la POM. La réalisation d'un -CERVUS-aéro-, basé sur la VA, pourra être envisagé ultérieurement.

Éléments de planification

Calendrier envisagé

juillet - août 2015 : enquête auprès de utilisateurs et bibliographie.

septembre 2015 - janvier 2016 : développements et évaluation objective.

février 2016 : production automatique et alimentation d'une maquette en vue de l'évaluation par les utilisateurs.

mars - juin 2016 : évaluation par les utilisateurs.

Collaborations

- internes : échanges avec DirOP/COMPAS

Moyens humains affectés à l'étude, estimation pour l'année à venir avec répartition par thème scientifique

- Effort en personnel permanent Météo-France :

Thème principal : 10 Thème secondaire : 0

- Effort en personnel non permanent (thèses, post-doc ou ingénieurs dans le cadre de contrats) :

Thème principal : 0 Thème secondaire : 0

Statut : programme

