

# Observation

À Météo-France, la démarche qualité est maintenant totalement intégrée dans les modes de fonctionnement de l'observation. Le laboratoire de météorologie a fait l'objet d'une évaluation qui a confirmé ses accréditations pour les mesures de pression, de température et d'humidité. Le Comité consultatif des réseaux d'observation météorologique (CCROM) mis en place par le ministère de l'environnement a été très actif, notamment vis-à-vis de l'inventaire et de l'optimisation des réseaux.

Pour l'observation de la neige et du temps présent, l'établissement s'est doté de moyens automatiques supplémentaires. La réflexion concernant l'observation de surface en mer a été réactivée. Des avancées significatives ont été réalisées dans le déploiement, pour les besoins de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), du réseau de stations pluviométriques automatiques Salamandre. L'installation de systèmes permettant de mesurer l'effet Doppler et la diversité de polarisation a été poursuivie sur les radars du réseau

Aramis. La performance des radars bande X en régions accidentées sera évaluée dans le cadre du projet Rhythme (Risques hydrométéorologiques en terrains montagneux méditerranéens) destiné à l'évaluation des risques hydrométéorologiques en territoires montagneux et méditerranéens. Un système de radiosondage automatique a été testé, successivement à Toulouse et à Nîmes, pour recueillir les spécifications nécessaires au lancement d'un appel d'offres.

Enfin, la disponibilité d'observations satellitaires a fait, en outre-mer, l'objet d'une attention particulière, veillant à combiner les produits d'équipements dédiés et ceux élaborés à distance dans des centres spécialisés. Les activités menées dans le cadre européen des « applications satellitaires » d'Eumetsat, et en particulier du SAF (centre d'application satellitaire) « Océans et glaces de mer », ont abouti à la production opérationnelle d'une carte mondiale biquotidienne de température de surface de la mer à haute résolution, particulièrement utile pour la prévision du temps et les applications météo-océanographiques.

## Des travaux récompensés

En 2008, plusieurs équipes ont été récompensées pour des avancées réalisées dans le domaine de l'observation.

Les études menées sur la qualité des champs de vent obtenus par combinaison de mesures de plusieurs radars Doppler ont ainsi reçu le vingt-et-unième prix Vilho Väisälä couronnant des travaux de recherche exceptionnels. Celles menées en collaboration avec l'université de Gênes (Italie) et le service météorologique néerlandais (KNMI) sur une comparaison de pluviomètres enregistreurs se sont vues décerner le deuxième prix Vilho Väisälä, destiné à distinguer un travail relatif à la mise au point et à l'utilisation d'instruments et de méthodes d'observation.

Ces travaux ont été publiés dans *Geophysical Research Letters* sous le titre « On the value of operationally synthesized multiple-Doppler wind fields » et dans le rapport n° 84 de la série consacrée par l'Organisation météorologique mondiale aux instruments et aux méthodes d'observation (WMO/TD), sous le titre « WMO Laboratory intercomparison of rainfall intensity gauges ».

Par ailleurs, l'installation de systèmes Batos sur de nombreux navires a été récompensée par le prix de la Fondation André Giret, une distinction attribuée par l'Académie de marine à des personnalités qui se sont signalées par leurs travaux relatifs aux sciences de la mer, à l'hydrographie et à la navigation.

## Observation de la neige

Après une phase d'analyse et l'élaboration d'un plan d'action, Météo-France a augmenté ses capacités d'observation de la neige.

Un algorithme a été développé pour évaluer la hauteur de neige à partir des signaux fournis par les capteurs d'état du sol Solia. Plusieurs de ces systèmes ont été installés en complément de ceux déjà présents sur certains aérodromes.

Quinze capteurs de hauteur de neige à ultrasons ont aussi été implantés en moyenne montagne, et des observations humaines de la hauteur de neige et de l'état du sol sont maintenant transmises toutes les heures, une opération qui n'était pas possible à partir des messages Synop utilisés jusqu'ici.

## Automatisation du radiosondage

Une expérience d'automatisation des radiosondages a été menée au centre météorologique de Nîmes avec un prototype équipé d'un lanceur industriel et des équipements et logiciels opérationnels interfacés par Météo-France. Cette opération faisait suite à une série de tests réalisés à Bordeaux, entre 2003 et 2006, avec un système industriel complet. De nombreux éléments techniques et fonctionnels ont ainsi pu être recueillis et évalués.

L'automatisation des radiosondages est inscrite dans la stratégie de l'établissement. Une première tranche a été budgétée sur la période 2009-2011. Ces deux expérimentations, accompagnées d'une étude de marché, ont permis de compléter les spécifications du système approprié. **1**



▲ Autosonde Vaisala déployée à Bordeaux pour la réalisation automatique des radiosondages.



▲ Prototype robotsonde Modem déployé à Nîmes.

## Optimisation du réseau de radiosondages

Une étude prospective a été menée pour évaluer les caractéristiques futures du réseau d'observation en altitude, compte tenu du développement récent de nouveaux systèmes de mesure et des performances des capteurs embarqués sur satellites.

Parmi les conclusions importantes de cette étude, on constate que le radiosondage est encore aujourd'hui le système de référence pour des applications exigeantes en précision comme le suivi du climat, le calibrage des satellites, le calage et le contrôle de la prévision numérique ou la validation d'autres systèmes de mesure. A contrario, pour la prévision du temps, l'assimilation de données fréquentes, la modélisation à petite et

moyenne échelle ou l'assistance, d'autres systèmes plus récents et beaucoup moins coûteux sont à privilégier : capteurs embarqués sur des avions de ligne, télédétection, etc.

Un réseau cible a été défini en structurant les stations de radiosondage en trois niveaux : global, régional et national. Il apparaît qu'au niveau régional le réseau devrait être étoffé sur l'Atlantique, mais pourrait être réduit au-dessus des continents grâce à l'utilisation croissante d'autres types de mesures, alors qu'au niveau national il pourrait, d'ores et déjà, être réduit. La mise en œuvre effective du réseau cible va nécessiter plusieurs années, compte tenu des contraintes humaines, techniques et budgétaires. **2**

## De nouveaux produits radar pour l'outre-mer

Dans le cadre de la rationalisation de l'exploitation et de la maintenance du réseau radar, en 2008 les radars de Guadeloupe et de la Réunion ont été équipés du calculateur Castor, déjà en service sur tous les radars de la métropole. L'équipement du radar de Martinique est prévu début 2009. En complément des images fournies par les calculateurs qu'il a remplacés, Castor permet l'élaboration de produits tels que les lames d'eau ou les champs tridimensionnels de réflectivité.

Dans le cadre du projet Radar Caraïbes, le concentrateur Sycomore, déjà présent à la Martinique, a été modifié pour permettre la réalisation d'une mosaïque intégrant les données des nouveaux radars en cours de déploiement dans la région des Caraïbes, le premier étant celui de Trinidad et Tobago. **3**

## La double polarisation : une évolution majeure du réseau de radars Aramis

En 2008, la modernisation du réseau Aramis a été poursuivie : le radar de Nîmes a été remplacé et celui d'Abbeville le sera en 2009-2010. La mesure en diversité de polarisation (ou polarimétrie) a été mise en place sur les radars de Nîmes, de Momuy et de Montclar. L'opération concernera ensuite les radars de Cherves, de Blaisy et d'Avesnes.

Une chaîne de traitement a été développée et testée pour assurer un suivi de la qualité des variables polarimétriques, une correction de l'atténuation par les précipitations et une élimination des échos non météorologiques. L'année 2008 a aussi été consacrée à la pour-

suite des études sur l'identification des types d'hydrométéores (grêle notamment) et sur l'estimation du taux de pluie à l'aide d'algorithmes polarimétriques mis au point par l'université de Reading et par la société Novimet. On constate que sur les épisodes majeurs observés par le radar de Trappes au cours de l'année 2005, les estimations ainsi obtenues à l'aide des seules données radar fournissent de meilleurs résultats que les méthodes conventionnelles utilisant un module de recalage horaire des réflectivités radar à l'aide des mesures d'un réseau de pluviomètres. **4**

## Dopplérisation du réseau radar : vers une approche opérationnelle de la mesure du vent

Les champs de vent et de réflectivité fournis par les radars Doppler sont des données importantes pour la prévision immédiate (notamment aéronautique) et pour le recalage et la vérification des modèles à haute résolution comme Arome. L'information Doppler peut aussi être exploitée directement pour détecter des cisaillements de vent de petite échelle, à condition que le phénomène ne se produise pas trop loin du radar. Les efforts ont été poursuivis pour faire progresser la qualité des mesures et mettre au point des techniques robustes d'identification en temps réel des cisaillements de vent susceptibles d'engendrer des tornades et des coups de vent violents.

À la fin de 2008, les radars du réseau Aramis sont pratiquement tous dopplérisés : les trois derniers, Plabennec, Bordeaux et Grèzes, devant évoluer en 2009. La technique de mesure Doppler mise en place (technique dite du triple-PRT) a fait l'objet d'un brevet. Elle permet d'obtenir des mesures de vitesse radiale sans repliement et ne perturbe pas la qualité des autres produits.

Dans le cadre du projet européen Flysafe, une maquette temps réel a été mise en place pour combiner les mesures de vitesse radiale des radars couvrant la région parisienne (Trappes, Arcis, Falaise, Abbeville, Bourges) et restituer des champs tridimensionnels de vent et de réflectivité à la fréquence de quinze minutes et à la résolution horizontale de 2,5 km. Cette innovation, qui a reçu le prix Vilho Väisälä 2008 de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), est en cours de généralisation en métropole et pourrait déboucher sur une mise en œuvre opérationnelle dès 2010. **5**



## La température de surface de l'océan dérivée des données de *MetOp*

La mise au point du SAF (Satellite Application Facility) « Océans et glaces de mer » d'Eumetsat avait débuté en avril 1997 sous la direction de Météo-France, en collaboration avec ses homologues norvégiens, danois, suédois et néerlandais. Le 5 septembre 2008, le comité de pilotage déclarait opérationnels les produits de température de surface de l'océan (SST) dérivés des données de l'imagerie très haute résolution (1 km) équipant le satellite défilant européen *MetOp*.

Les champs de SST sont élaborés en temps quasi réel et diffusés aux communautés météorologique et océanographique, via le système de télécommunication par satellite Eumetcast, sous forme d'un produit global à la résolution de 0,05 degré et d'un produit régional couvrant l'Atlantique nord-est et les

mers européennes avec une résolution de 2 km. Ces deux produits, ainsi que des données élaborées toutes les trois minutes à la résolution de 1 km, sont aussi accessibles sur le serveur Ifremer/Cersat.

La 9e réunion du Comité scientifique du projet GHRSSST-PP (Global High Resolution Sea Surface Temperature Pilot Project), qui s'est tenue à Perros-Guirec du 9 au 13 juin 2008, a permis de mesurer l'avancement et le succès des travaux de restitution de la température de surface de la mer à partir de mesures satellitaires. De nombreux produits opérationnels, à haute précision, sont aujourd'hui disponibles et échangés en temps réel au niveau international pour la surveillance du climat et au bénéfice de multiples applications en océanographie et en météorologie. **7**

## Une nouvelle station de réception satellitaire pour la Nouvelle-Calédonie

La qualité des prévisions et de l'assistance réalisées en Nouvelle-Calédonie dépendent fortement de la disponibilité des données du satellite météorologique géostationnaire japonais *MTSAT*, en poste par 140° de longitude Est.

Au mois de mars, un changement de format des données diffusées a nécessité une adaptation importante de la configuration opérationnelle. Une chaîne de production spécifique a été mise en place à titre provisoire au Centre de météorologie spatiale de Lannion pour élaborer, au profit de la Nouvelle-Calédonie, des produits haute résolution à partir des données au nouveau format. Sur place, une nouvelle station de réception et sa chaîne de production ont été acquises et ont été déclarées opérationnelles dès le mois de septembre 2008. La possibilité de production depuis Lannion a été conservée à titre de secours.

## Validation des observations satellitaires : la campagne Concordiasi

Dans le cadre de l'Année polaire internationale, une campagne de mesures, appelée Concordiasi (<http://www.cnrm.meteo.fr/concordiasi/>), a été mise en place en Antarctique pour valider l'assimilation des observations satellitaires dans les hautes latitudes, et plus particulièrement celles du sondeur hyper-spectral lasi embarqué à bord du satellite *MetOp*. La campagne couvre les printemps australs 2008 et 2009.

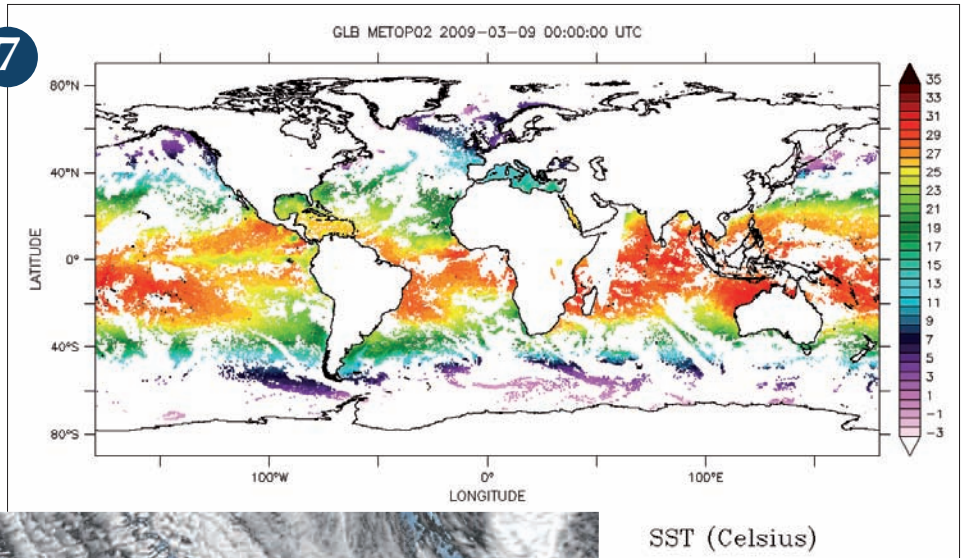
Pendant la première phase de l'expérience, qui s'est déroulée de septembre à décembre 2008, le nombre de radiosondages a doublé aux stations de Dumont d'Urville (DDU) et de Dome C (deux lâchers par jour). Les lâchers supplémentaires, mesurant les profils atmosphériques au-delà de 20 km, ont été synchronisés avec les

passages du satellite *MetOp* au-dessus des stations. Quelques sondes supplémentaires, lancées à l'occasion du passage simultané des capteurs infrarouges lasi, AIRS et d'un satellite de l'*Aqua-Train* au-dessus des stations, ont permis de comparer les données des radiosondages, celles simulées par différentes versions du modèle de prévision numérique et celles observées par les deux sondeurs, en fonction des conditions nuageuses fournies par l'*Aqua-Train*.

Le rayonnement infrarouge mesuré par AIRS et lasi étant fortement affecté par les nuages, les données obtenues permettront de réaliser une étude fine de l'assimilation de données satellitaires pour ce continent, dans des conditions de nébulosité variées. **8**

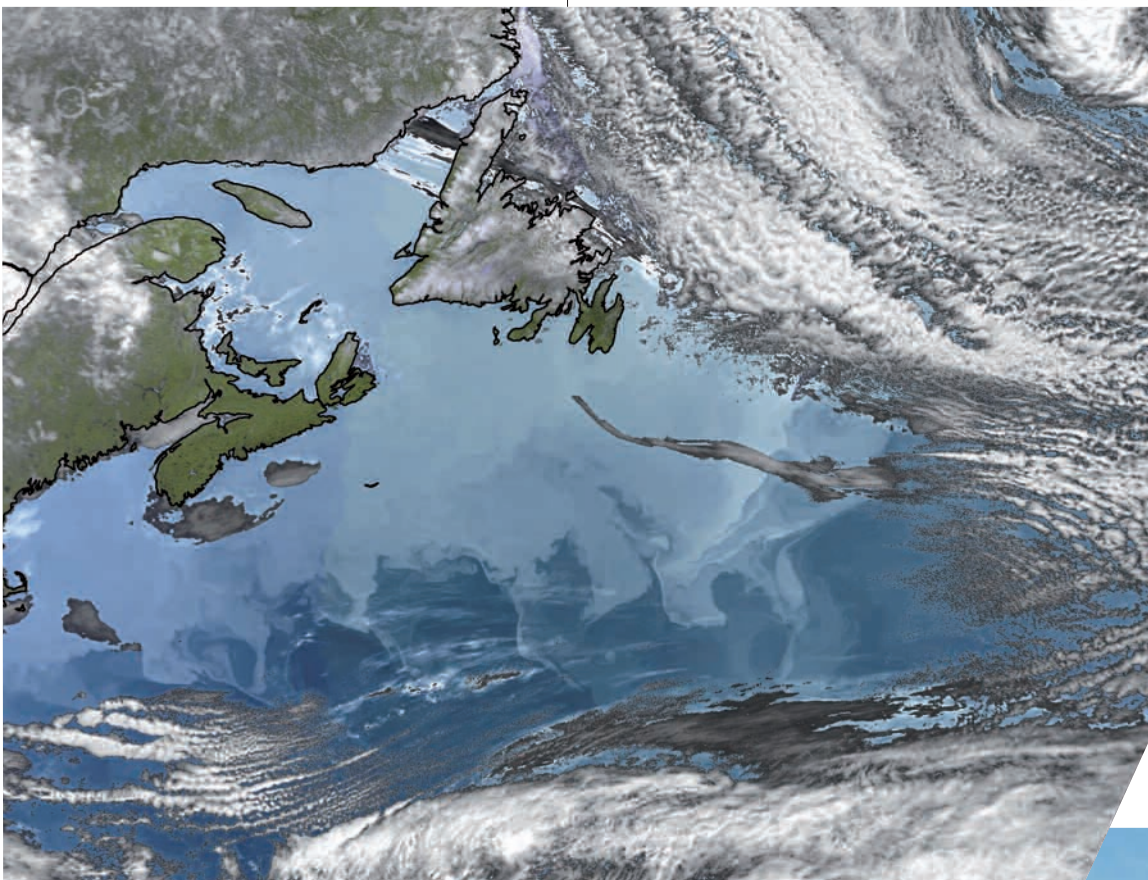
7

Le canal infrarouge de cette image satellite en composition colorée met en évidence un fort gradient de température de surface de l'océan entre les eaux froides amenées par le courant du Labrador et les eaux chaudes remontant des latitudes tropicales. Image *MetOp* du 22 avril 2008, à 13 h 30 UTC. (Cliché Météo-France, DP/CMS)



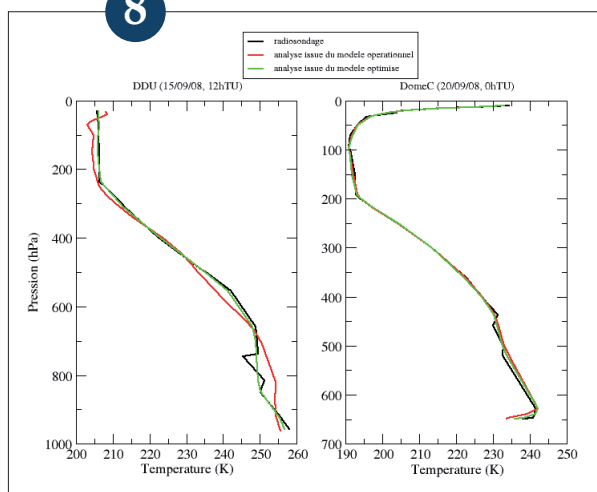
SST (Celsius)

▲ Température de surface de l'océan (SST), en degré Celsius, dérivée des données du satellite *MetOp*, le 9 mars 2009 à 00 h 00 UTC.



Participants à la 9<sup>e</sup> réunion du groupe scientifique du projet « Godae High Resolution Sea Surface Temperature Pilot Project », à Perros-Guirec en juin 2008.

8



◀ Profils de température, obtenus lors de la campagne Concordiasi, à Dumont d'Urville, le 15 septembre 2008 à 12 h TU, et à Dome C le 20 septembre 2008 à 00 h TU. Les courbes en traits noirs sont issues des radiosondages, celles en rouge d'analyses du modèle opérationnel et celles en vert d'analyses issues d'un modèle adapté au Dome C.