

## L'OBSERVATION ET LES INFRASTRUCTURES

L'observation est le premier maillon de la chaîne de l'activité de l'établissement. En effet, la collecte des informations est la donnée d'entrée première pour tout travail météorologique ou climatique. La collecte de ces données, leur transfert, leur diffusion et leur exploitation supposent de surcroît des systèmes d'information robustes et performants. Le développement du réseau d'observation et des infrastructures essentielles, notamment en termes de systèmes d'information, constitue donc la priorité de Météo-France.

## L'OBSERVATION

- ▶ Améliorer la couverture du territoire en matière de radars
- ▶ Moderniser le réseau d'observation en altitude
- ▶ Renforcer le réseau d'observation au sol

**P**our améliorer les performances de leurs prévisions, les modèles numériques sont de plus en plus consommateurs de données d'observation diversifiées. Ces dernières proviennent aussi bien de capteurs embarqués sur satellite, que de signaux GPS produits pour la localisation, ou bien sûr

des systèmes d'observation météorologiques plus traditionnels gérés par Météo-France et ses partenaires.

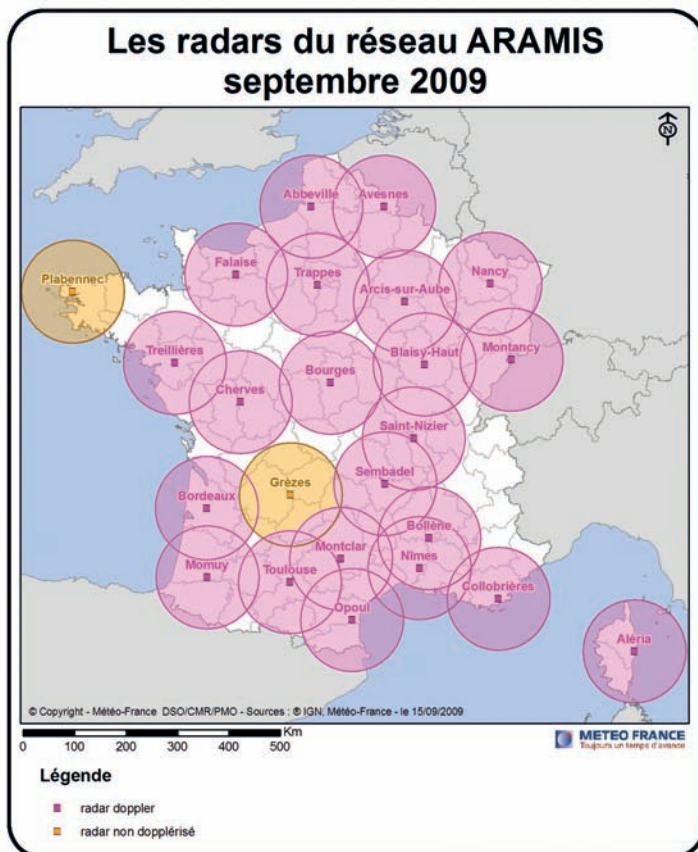
### Améliorer la couverture du territoire en matière de radars

Météo-France dispose en métropole d'un réseau de radars hydrométéorologiques Aramis, qui comporte actuellement vingt-quatre radars.

Étendre la couverture actuelle du réseau, partout où cela est techniquement possible, contribuera à mettre les territoires et les citoyens sur un pied d'égalité face aux risques.

Dans ce cadre, pour mieux observer les zones montagneuses, l'apport de radars en bande X, bi-polarisés et avec mode doppler, a été expérimenté dans le cadre du projet Rhythme (Risques hydro-météorologiques sur les territoires de montagne et méditerranéens). Au cours de l'année, les spécifications du radar ont été définies, le contrat d'approvisionnement signé et la localisation du premier radar a été choisie. Les expérimentations seront lancées en 2010.

Des études ont également été engagées pour évaluer les implantations possibles



d'un second radar météorologique de surveillance des cyclones sur l'île de la Réunion. Un dossier de sélection des sites a été établi et tient compte à la fois des particularités du relief local, des caractéristiques des radars modernes et de l'étendue des zones couvertes.

### Moderniser le réseau d'observation en altitude

L'un des outils importants en termes de connaissance de l'atmosphère est le radiosondage qui apporte une mesure directe des paramètres sur toute la verticale par lâcher d'un ballon-sonde. Météo-France réalise des radiosondages en divers points du territoire national.

Un travail de modernisation de ce réseau d'observation d'altitude est conduit depuis plusieurs années. Le lancer de radiosondes est aujourd'hui réalisé par les équipes de Météo-France. Des tests d'équipement permettant le lancer automatique ont été réalisés en 2009.

Ils ont permis de préparer le choix de systèmes, plus simples et moins coûteux que ceux disponibles commercialement, qui devraient équiper progressivement le réseau de Météo-France aussi bien en métropole qu'outre-mer.



Lâcher automatique de ballon sonde à Nîmes, en avril 2009.

#### TAUX DE DISPONIBILITÉ DES OBSERVATIONS DES PRÉCIPITATIONS EN TEMPS RÉEL UTILISABLES POUR LA PRÉVISION IMMÉDIATE, À PARTIR DES DONNÉES RADARS DU RÉSEAU

2005	2006	2007	2008	2009
97,97 %	98,28 %	98,47 %	98,37 %	97,5 %

Source : Météo-France

#### TAUX DE DISPONIBILITÉ DES MESURES DE PLUIE TEMPS RÉEL, À PARTIR DES PLUVIOMÈTRES

2005	2006	2007	2008	2009
98,4 %	97,2 %	96,85 %	97,24 %	96 %

Source : Météo-France



À gauche, capteur d'état de sol Solia 300 installé à Lyon Bron dans le département du Rhône.

À droite, station météorologique de type Radome à Lunegarde (Lot). De gauche à droite : pluviomètre, pyranomètre, abri pour capteurs de température et d'humidité, mât portant anémomètre et girouette et panneau solaire, boîtier de télécommunication.



### Renforcer le réseau d'observation au sol

Météo-France dispose sur tout le territoire métropolitain d'un réseau de plus de 550 stations d'observation, le réseau Radome, qui alimente l'établissement en mesures de température, d'humidité, de pluviométrie, de vent, de rayonnement... Son maintien en conditions opérationnelles constitue une priorité. En 2009, un programme de renouvellement des anciennes stations automatiques a été lancé pour définir la prochaine génération de stations. Il s'agit notamment d'harmoniser, de simplifier et d'optimiser l'acquisition, la concentration et le traitement amont des données.

Par ailleurs, Météo-France s'emploie à compléter ce réseau pour répondre à des besoins spécifiques. Les capteurs d'état du sol Solia 300 ont ainsi été installés sur aéroport. Ces systèmes optiques sont issus de développements réalisés à Météo-France. Ils mesurent la réflexion et la diffusion de lumière sur une plaque de référence. La variation d'intensité des signaux reçus fournit ainsi une indication sur la nature de la matière éventuellement présente sur la plaque : eau liquide, neige, etc. Complété par des mesures de

température, le capteur Solia permet aussi la détection de l'état du sol : sec, mouillé, gelé ou enneigé. Associé à un capteur de temps présent pour détecter et identifier la nature des précipitations, il améliore le diagnostic pour les précipitations se congelant, des précipitations peu fréquentes mais particulièrement dangereuses pour le trafic routier ou aérien. 35 systèmes étaient installés à la fin 2009.

En matière de détection de la foudre, l'ancienneté du réseau a conduit l'établissement à examiner en 2009 le remplacement du réseau existant. Après analyse, il a été retenu d'utiliser désormais les services de la société Météorage, filiale de Météo-France, qui a investi dans la réalisation d'un nouveau réseau dont elle assurera l'entretien. Elle effectuera également le traitement des signaux et la fourniture des données de localisation des impacts.

Dans le cadre du Réseau d'observation climatique (ROC), des outils ont été développés pour permettre aux observateurs bénévoles de saisir rapidement leurs données sur Internet et améliorer ainsi l'efficacité du processus de saisie et de gestion des données.

Enfin, Météo-France n'est pas seul à réaliser des observations. Aussi, l'établissement s'attache-t-il à promouvoir des collaborations avec divers partenaires afin d'assurer une optimisation d'ensemble des réseaux.

À titre d'exemple, un partenariat existe avec les services du ministère chargé de l'environnement (DGPR-DGALN) pour optimiser l'observation pluviométrique et éviter les inutiles redondances.

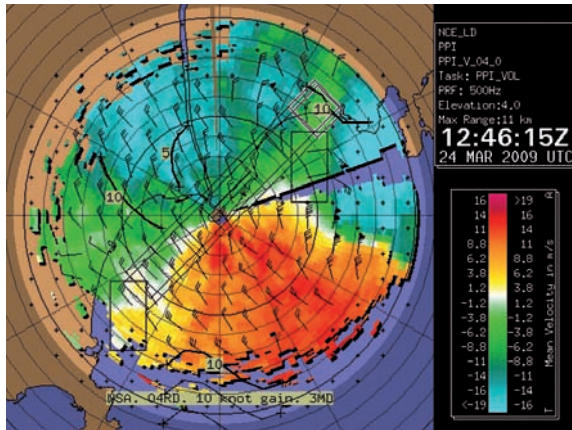
Dans ce cadre, le déploiement, débuté en 2006, de stations pluviométriques automatiques Salamandre a été achevée en octobre 2009. Cent nouvelles stations Pulsia mesurant la pluie et la température ont ainsi été installées pour répondre aux besoins spécifiques des services de prévision de crues.

Dans le même esprit, le Comité consultatif des réseaux d'observation météorologique (CCROM), placé auprès de la présidence de Météo-France, encourage les collaborations et définit les thèmes de travail communs. Il a notamment élaboré un inventaire des réseaux d'observation météorologique existants et rédigé un document « de bonnes pratiques » à destination des gestionnaires de ces réseaux.



*Capteur de foudre  
sur l'aéroport de Nice  
dans les Alpes-  
Maritimes*

### Expérimentation d'un Lidar vent sur l'aéroport de Nice



Observation Lidar d'un cisaillement de vent à l'est de Nice dans les Alpes-Maritimes.



Scanner du Lidar vent LMCT, en tir vertical, en expérimentation à Nice, en mai 2009.

Les forts cisaillements de vent en air clair posent régulièrement des problèmes à l'aéronautique, en particulier dans les phases d'approche. L'aéroport de Nice, dans les Alpes-Maritimes, est extrêmement sensible à ce phénomène.

Avec l'arrivée sur le marché de Lidars vent, faciles à déployer, Météo-France a entrepris de tester un tel système dans des conditions opérationnelles. Il s'agissait d'évaluer son potentiel de détection des cisaillements de vent sur les trajectoires d'approche, ainsi que de vérifier son adaptation aux conditions environnementales d'un aéroport (échos parasites, perturbations radioélectriques..) et aux situations météorologiques rencontrées sur le site de Nice.

Une campagne de mesures a été organisée de mars à mai 2009, avec l'installation provisoire d'un Lidar vent de Lockheed Martin Coherent Technologies (LMCT). La portée annoncée de l'instrument est de 10 km en air clair. Sa vision est panoramique, à angle de site programmable.

Effectuée en liaison avec les services chargés de la navigation aérienne, l'expérimentation a permis d'observer quatre situations favorables. Elle a fourni un jeu de données tridimensionnelles à haute résolution sur la structure locale du vent, qui servira en particulier à améliorer la modélisation à maille fine des cisaillements de vent.

L'expérience s'est révélée très fructueuse : les premiers résultats montrent que le Lidar détecte bien ces phénomènes. Ceci ouvra la voie à la spécification d'un système d'observation du cisaillement. Il tiendra compte à la fois des besoins exprimés par l'utilisateur aéronautique et des informations recueillies pendant l'expérience. Les données sont maintenant utilisées dans des simulations réalisées avec le modèle de simulation numérique à petite échelle, Méso-NH.

## LE DÉVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES ESSENTIELLES

- ▶ Un système de calcul plus performant
- ▶ Une meilleure diffusion des informations et des produits
- ▶ Un nouveau système de production

**E**n météorologie, les données issues du monde entier sont indispensables à la réalisation des prévisions. Aussi est-il nécessaire de disposer d'un système de transmission d'information fiable et performant. En outre, le traitement des données dans les modèles numériques implique la disponibilité de capacités de calcul de plus en plus importantes.

### Un système de calcul plus performant

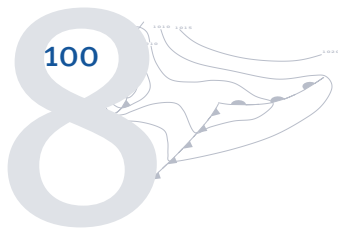
Avec l'installation du NEC SX9, le système de supercalculateur de Météo-France a vu sa puissance tripler. Il a été configuré sous forme de deux clusters indépendants. L'un supporte la chaîne opérationnelle et l'autre héberge les travaux de recherche, mais peut prendre la relève opérationnelle en cas de défaillance du premier.

Le nouveau supercalculateur a passé avec succès la phase de vérification de service régulier, en avril 2009. La chaîne opérationnelle de prévision de Météo-France et de Mercator-Océan a pu basculer sur ce système au mois de septembre. L'ancien calculateur SX8 a alors été reconfiguré pour héberger prioritairement des travaux de très longue durée. Ainsi Météo-France dispose, fin 2009, d'une puissance de calcul théorique d'environ 30 Teraflops (soit 30 000 milliards d'opérations par seconde).

La puissance du SX9 sera par ailleurs renforcée de 10 Teraflops supplémentaires au début de 2010. Les moyens de calcul atteindront alors une configuration stable pour une durée d'environ trois ans. Ils permettront de procéder aux améliorations prévues de la chaîne de prévision numérique du temps, et de fournir le volume de calcul nécessaire aux travaux entrepris sur l'évolution du climat, y compris la réalisation d'une partie des simulations produites dans le cadre du Giec.

À des fins d'économie d'énergie et d'accroissement de la fiabilité et de la souplesse d'exploitation des serveurs, un chantier de virtualisation a été lancé. Tenant compte de l'augmentation de capacité et de performance, cette technique repose sur l'organisation sur une même machine physique de plusieurs « serveurs virtuels », chacun étant doté de son système d'exploitation et de ses applications.

Par ailleurs, une étude a été réalisée pour préparer l'hébergement du système devant remplacer le supercalculateur actuel en 2013. La solution choisie est celle d'une infrastructure mutualisée avec une plate-forme régionale de calcul intensif qui sera mise en place sur le site de Toulouse-Montaudran, dans le cadre du contrat de plan État-région Midi-Pyrénées. Cette plate-forme est réalisée, au sein de l'espace Clément Ader, à l'initiative du Réseau thématique de recherche avancée « Sciences et technologies pour l'aéronautique et l'espace ».



*Le supercalculateur  
NEC SX9 de  
Météo-France situé  
à la Métépole de  
Toulouse.*

### Une meilleure diffusion des informations et des produits

Au titre de la circulation de l'information météorologique, Météo-France, en partenariat avec le service météorologique britannique, s'est engagé dans la refonte du système d'information de l'Organisation météorologique mondiale.

L'année 2009 a aussi été consacrée à la préparation du nouveau système de diffusion des données de Météo-France vers des services ou acteurs partenaires. À cet effet, un accord de coopération a été signé avec l'organisation Eumetsat, en charge des satellites météorologiques européens, pour assurer la migration du service d'information météorologique Retim sur le système EumetCast de dissémination par satellite. Ce changement permettra des économies et une plus grande flexibilité d'évolution du service. Les partenaires internationaux qui

utilisent les produits de Météo-France en Europe, au Proche-Orient et en Afrique, devront adapter leurs systèmes de réception. Une phase de service en double leur permettra d'éviter toute interruption d'un service qui leur est proposé depuis le début des années 2000. Ils pourront désormais disposer, sur un même terminal, de flux d'information complémentaires mis à disposition aussi bien par Eumetsat que par Météo-France.

Depuis quelques années, les moyens permettant le travail coopératif à distance ou la tenue de réunions entre sites éloignés (webconférence, visioconférence) prennent de plus en plus d'importance dans les services. Une analyse des besoins internes et externes a été menée pour rechercher des solutions techniques dimensionnées et compatibles avec l'architecture du réseau et la politique de sécurité informatique de l'établissement. De nouveaux systèmes adaptés seront déployés à partir de 2010.



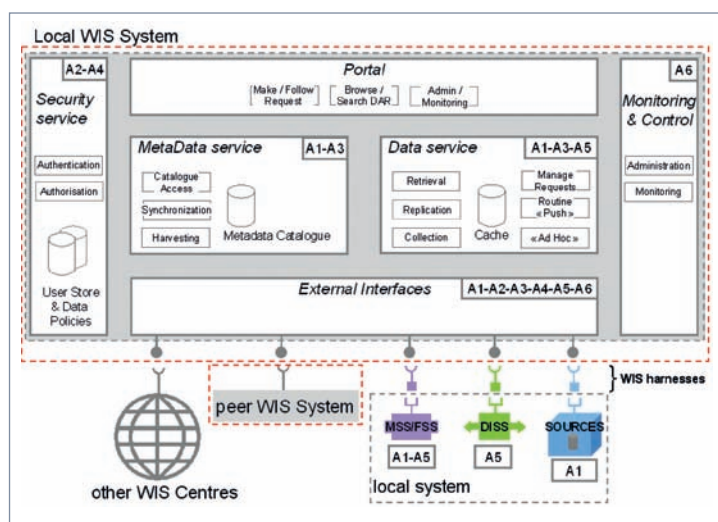
## Un nouveau système de production

L'année 2009 a vu la mise en service de Soprano, socle de rationalisation de la production de l'établissement. Le remplacement de l'ancien système était devenu nécessaire pour suivre l'évolution du besoin des clients et supporter l'augmentation de charge induite par l'arrivée du nouveau modèle de prévision Arome. Soprano bénéficie pleinement des évolutions de la technologie. Son développement a nécessité plusieurs années de travail pour lui permettre d'assurer l'homogénéité des produits tout en différenciant la production amont (modèles de prévision,

observations brutes, etc.) de la production finalisée (produits mis en forme pour répondre aux besoins des clients).

Soprano a repris les fonctions de pilotage des modèles de prévision numérique qui tournent sur le supercalculateur, d'abord le modèle Arome en fin 2008, puis l'ensemble des modèles de prévision numérique au premier semestre 2009. Les autres tâches de production ont ensuite été basculées de l'ancien système au second semestre. Soprano est pleinement opérationnel et continuera à évoluer pour répondre aux nouveaux besoins et améliorer les outils d'administration et de supervision.

## Le V-Gisc : vers un nouveau système d'information international



Les Centres globaux de données (Gisc) sont au cœur du futur système d'information de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Peu nombreux, ils doivent assurer la cohérence du système d'information en collectant et distribuant les données et produits à diffusion globale. Ils en conservent un échantillon complet. Ils offrent ainsi à l'utilisateur un point d'entrée unique et une vue globale de tous les produits disponibles au sein du système d'information de l'OMM et relatifs au temps, au climat et à l'eau.

Météo-France et le Met Office collaborent au développement d'un

système fournissant les fonctionnalités de Centre global de données et permettant d'exercer conjointement ces fonctions. L'architecture du système a été définie début 2009. Elle repose sur cinq composants et un ensemble d'interfaces externes permettant de communiquer avec les systèmes locaux d'acquisition et de diffusion de données ainsi qu'avec les autres centres de données de l'OMM. Le planning prévoit la livraison, fin 2010, du système en mode préopérationnel.

En s'appuyant sur les standards d'interopérabilité traitant de données géospatiales, le système permettra une combinaison des informations géographiques et météorologiques. Météo-France répondra également aux attentes de la directive européenne Inspire. Les services offerts assureront une meilleure visibilité des données disponibles.