

Dans le monde...

La campagne Concordiasi en 2010

Le programme Concordiasi a été présenté par Florence Rabier et ses coauteurs en 2010⁽¹⁾ ; les lignes qui suivent présentent une mise à jour de cet article récent.

Durant le printemps austral 2010, à partir du mois de septembre, dix-huit ballons stratosphériques équipés de capteurs seront lancés depuis la base américaine de McMurdo en Antarctique. Entraînés par le vortex polaire, ils tourneront pendant plusieurs mois au-dessus de l'Antarctique à une altitude de 20 kilomètres. Les nacelles emportées par les ballons, capables de transporter 50 kg de charge, ont fait l'objet de développements technologiques, ce qui constitue un aboutissement de l'effort significatif conduit depuis de longues années par les équipes du Centre national d'études spatiales (Cnes) dans les domaines des ballons stratosphériques, de l'acquisition et de la transmission des données ainsi que de la gestion de l'énergie électrique à bord. En particulier, le

recours à des sources d'énergies renouvelables devrait permettre de recueillir des informations pendant plusieurs mois (au-delà de février 2011).

À bord de ces nacelles, seront installés plusieurs capteurs développés spécifiquement, notamment par le Laboratoire de météorologie dynamique (LMD), l'université du Wyoming et l'université du Colorado, pour l'analyse en continu de la concentration en ozone ou des processus de formation des nuages stratosphériques polaires. En outre, afin d'acquérir des informations sur toute la colonne atmosphérique entre le ballon et le sol, des dropsondes seront embarquées sur chaque nacelle. Ces dropsondes seront larguées, une à une, sur demande des chercheurs basés à Toulouse qui suivront de là, en temps réel, le vol des ballons. La campagne de lâchers des ballons en Antarctique sera réalisée par une équipe du Cnes et de plusieurs instituts

scientifiques. Les vols seront ensuite contrôlés depuis le Centre spatial de Toulouse. Toutes les données scientifiques acquises par les différents instruments seront confrontées à celles obtenues à partir du sol et à celles du spectromètre Iasi qui est embarqué sur le satellite *MetOp A*.

Une précampagne a eu lieu en février 2010 aux Seychelles. Elle était destinée avant tout à tester le matériel et les procédures, mais la transmission des données provenant des nacelles a été injectée dans le Système mondial de communications à partir de Toulouse et a profité aux modèles de prévision. Trois ballons ont été lancés de Mahé, deux équipés de driftsondes, l'autre des instruments de mesure des paramètres stratosphériques.

Du 29 au 31 mars 2010, un atelier s'est déroulé à Toulouse au Centre international de conférences. Plus de cinquante scientifiques (français, américains, anglais, italiens), représentant tous les organismes majeurs dans ce programme, étaient présents. Ils ont pu dresser un premier bilan de la précampagne des Seychelles, faire le point sur l'assimilation de données en général, et plus particulièrement celle des données Iasi dans les modèles de prévision numérique, présenter les travaux réalisés en modélisation et mesures sur l'Antarctique (et notamment à Concordia), aborder également les problèmes du trou d'ozone stratosphérique.

In fine, l'ensemble des données de la campagne (Iasi, ballons, dropsondes, radiosondages, mesures au sol) permettra à la communauté scientifique d'améliorer fortement sa connaissance de la météorologie de l'Antarctique ; ces informations seront déterminantes pour préciser le rôle de la calotte polaire antarctique dans le climat actuel de notre planète et son évolution.



Participants à l'atelier Concordiasi, à Toulouse, le 30 mars 2010. De gauche à droite : S. Payan, V. Guidard, N. Fourrié, F. Rabier, P. Coquerez. (© Météo-France, P. Pichard)

(1) Rabier F. et al., 2010 : Le projet Concordiasi en Antarctique. *La Météorologie*, 8^e série, 69, 42-55.

Jacques Siméon

En Europe...

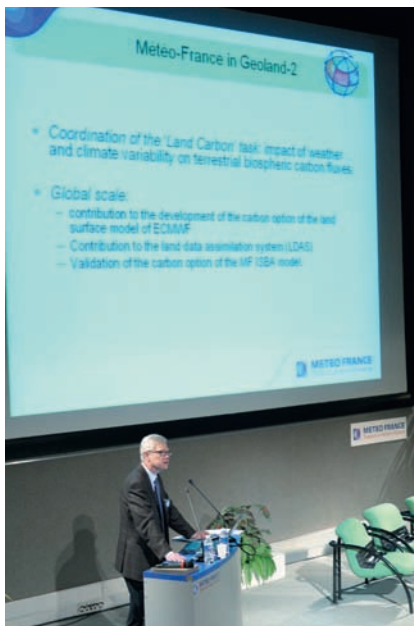
Le suivi des territoires avec Geoland

Météo-France est engagé dans plusieurs projets de recherche visant à développer des services de surveillance de l'environnement, fondés sur des systèmes d'observation et d'assimilation de données, c'est ainsi que le projet européen Geoland

(Geophysical Land Surface Products at Regional and Global Scales) a démarré en 2004 et se terminera en 2012, il concerne les surfaces continentales. Comme les projets Macc (Monitoring Atmospheric Composition and Climate)

pour l'atmosphère et MyOcean pour l'océan, il est financé par la Commission européenne dans le cadre de GMES (Global Monitoring for Environment and Security).

L'objectif de Geoland est de créer des services opérationnels pour le suivi des territoires, dans un contexte de changement climatique. Parmi les stratégies d'adaptation au changement climatique,



Présentation de la contribution de Météo-France à Geoland par Philippe Bougeault, directeur de la recherche, le 24 mars 2010. (© Météo-France, P. Pichard)

la mise en place et l'exploitation de systèmes d'observation innovants, satellitaires et in situ, jouent un rôle important. À l'échelle de l'Europe, le

suivi régulier de l'occupation et de l'utilisation des terres à fine échelle permet de développer des outils favorisant la gestion du développement des zones urbaines, l'évaluation de l'impact de l'agriculture sur l'environnement (ressources en eau, biodiversité, paysages), la modélisation des processus hydrologiques et de diagnostiquer l'état des forêts. À l'échelle globale, les données satellitaires permettent de bâtir des climatologies et d'effectuer un suivi en temps réel de la végétation, du bilan radiatif et de l'humidité des sols. Cette information peut être assimilée dans des modèles agricoles et dans des modèles décrivant les écosystèmes, afin de surveiller l'évolution saisonnière et interannuelle des ressources naturelles (en particulier en Afrique) et du cycle du carbone.

Les 24 et 25 mars 2010, plus de deux cents personnes ont participé au forum 2010 de Geoland, au Centre international de conférences de Météo-France, à Toulouse. Parmi eux, il y avait 25 % de Français. Cela montre l'intérêt croissant de cette action GMES « territoires ». La

première journée a été dédiée aux attentes de la France dans ce domaine, avec une intervention de P. Bougeault pour Météo-France, P. Ultré-Guérard pour le Centre national d'études spatiales et V. Pircher pour le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (MEEDDM). La Commission européenne, l'Agence européenne de l'environnement et l'Agence spatiale européenne ont décrit les aspects programmatiques. Enfin, la contribution de Geoland à GMES a été présentée, avec ses interactions avec d'autres activités, dont le projet Macc. La deuxième journée a été consacrée à des ateliers portant sur l'évolution de la cartographie des surfaces continentales par télédétection vers un suivi régulier, la distribution des données et les activités de validation. Par ailleurs, la journée du 23 mars, qui précédait le forum, avait été dédiée à neuf ateliers de travail portant sur chacun des éléments de service du projet.

Pour en savoir plus, voir les sites Internet www.gmes-geoland.info et www.land.eu.

Jean-Christophe Calvet

En Europe...

Une station automatique pour Optimism

Pour une durée de deux semaines (entre le 25 avril et le 10 mai 2010), une station automatique pourvue de différents capteurs – rayonnements, température, humidité, vent – a été installée sur la base scientifique de Ny-Ålesund, située sur l'île norvégienne du Spitzberg, dans l'océan Arctique, dans le but d'une validation des mesures effectuées dans un environnement arctique. Cette mission entre dans le cadre du projet Optimism (Observing dynamical and thermodynamical Processes involved in The sea Ice Mass balance from In Situ Measurements).

Optimism a pour objet le développement et le déploiement de systèmes automatiques capables de mesurer, en zone arctique, l'épaisseur de la glace de mer et des paramètres régissant son bilan de masse. Ce projet est issu d'une coopération entre des équipes de plusieurs laboratoires : le Laboratoire d'océanographie et du climat, expérimentations et approches numériques (Locean), le Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (Latmos), la Division technique de l'Institut national des sciences de l'univers du Centre national de la



Dispositif de mesures installé lors de la mission. (© DRI)

recherche scientifique (DT-Insu-CNRS), l'École centrale de Nantes et le Centre d'études de la neige (CEN) de Météo-France. Il est financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et l'Institut Paul-Émile Victor pour certaines campagnes de terrain, dont celle de la base de Ny-Ålesund.

L'installation de cette station automatique a été effectuée par des équipes des trois organismes suivants : le Locean, la

DT-Insu-CNRS et le CEN. Ce dernier était présent pour réaliser des mesures de température à la surface du manteau neigeux (sondes de température PT100 et thermomètre à infrarouge) permettant une comparaison avec celles obtenues à partir d'un pygéomètre dont est équipée la station automatique.

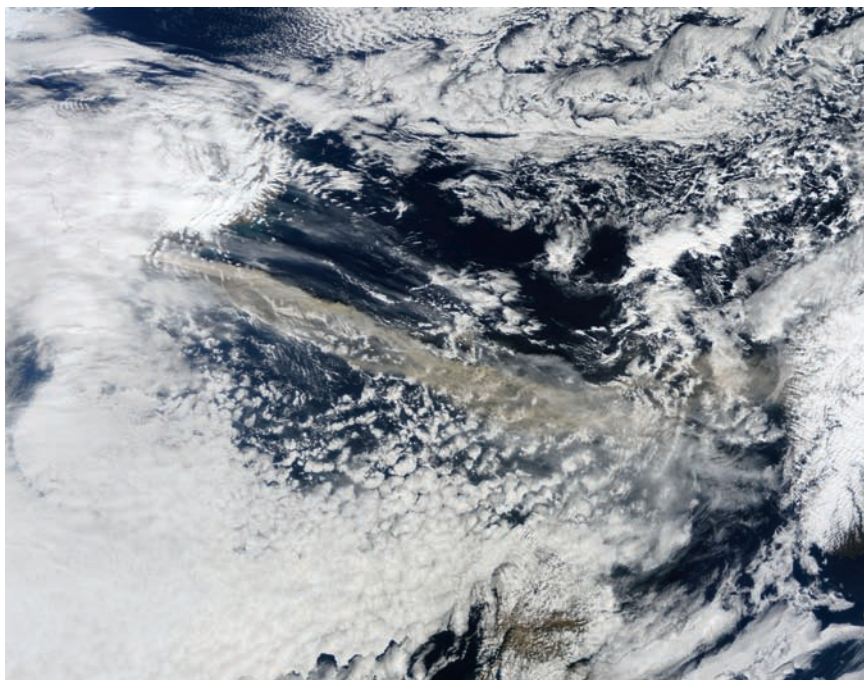
Marie-Josette Régis

En Europe...

L'éruption de l'Eyjafjöll

Le 14 avril 2010, le volcan Eyjafjöll, sous le glacier Eyjafjallajökull – nom donné au volcan lui-même aux États-Unis, notamment sur le site de la National Aeronautics and Space Administration (Nasa) – sur la côte sud de l'Islande, entre en éruption. Le nuage de cendres s'élève dans la journée jusqu'à 9 000 mètres et se dirige vers le sud-est. Le soir même, la Norvège ferme son espace aérien, suivie de l'Écosse.

C'est le début d'une crise aérienne européenne qui culmine pour la France avec la fermeture (qui ne durera toutefois que quelques heures) de tous les aéroports de métropole (sauf ceux de Corse) le dimanche 18 avril. Cette crise était gérée par le VAAC (Volcanic Ash Advisory Center, Centre de veille des cendres volcaniques) d'Exeter au Royaume-Uni, qui est chargé de prévoir la trajectoire des cendres potentiellement dangereuses pour la circulation aérienne dans son domaine de compétence. Il faut remarquer que la cinquième réunion du Groupe d'exploitation de la veille des volcans le long des voies aériennes



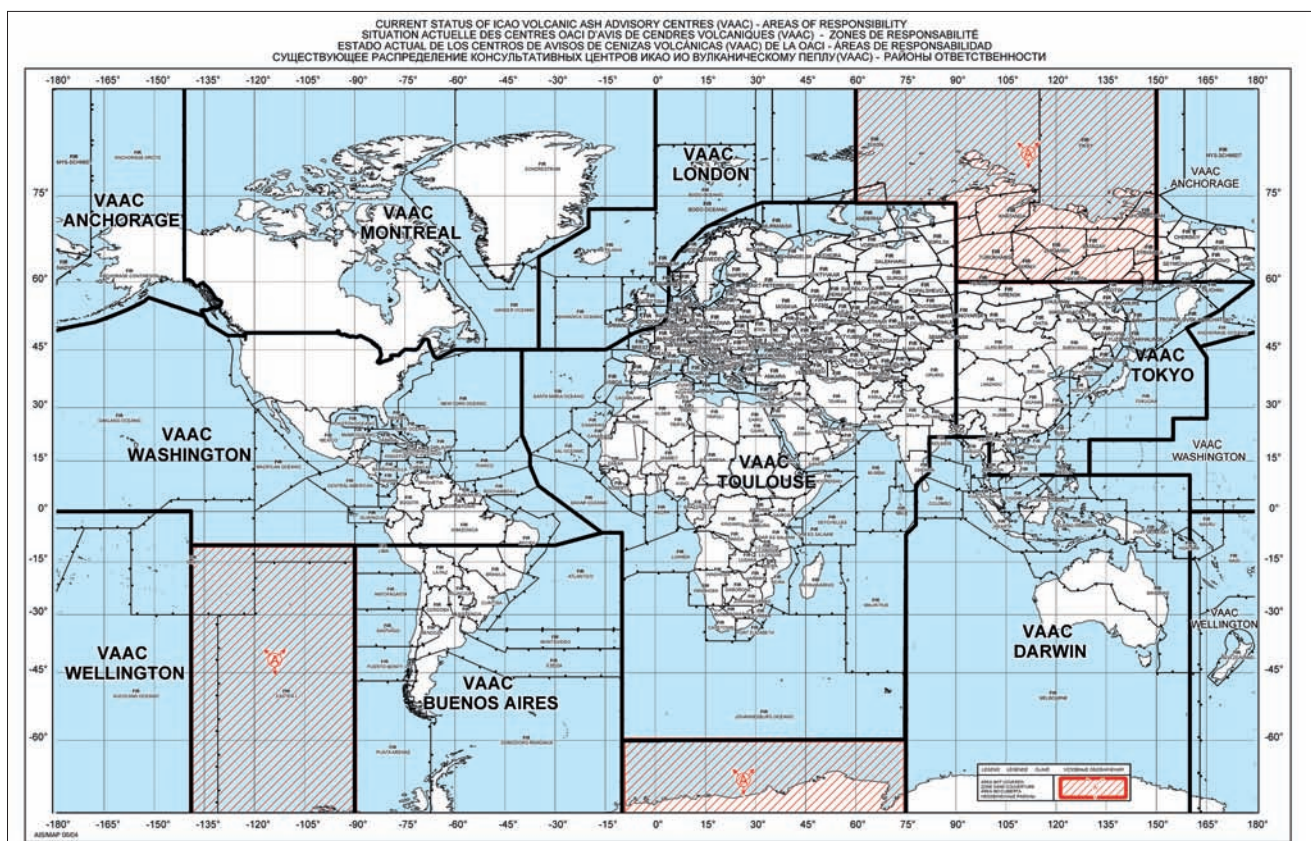
Le panache du volcan Eyjafjöll vu par le satellite *Terra* au-dessus de la mer de Norvège, le 15 avril 2010 à 11 h 35 UTC. L'Islande est en haut à gauche, le nord de l'Écosse en bas et la Norvège à gauche. (© Nasa/GSFC, Modis Rapid response)

internationales (IAWOPSG/5) venait de se réunir à Lima (Pérou), un mois avant l'éruption, du 15 au 19 mars.

Les VAAC ont été créés par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM) dans les années

1990 à la suite de deux incidents qui auraient pu être très graves : en 1982, le Boeing 747 du vol BA 9 voit ses quatre réacteurs éteints mais réussit à les remettre en route et à atterrir en Indonésie ; en 1989, le vol KLM 867 subit le même problème au-dessus de l'Alaska.

Domaine de compétence des neuf centres de VAAC, centres de veille des cendres volcaniques. (Document OACI)



Le problème posé aux météorologistes et chercheurs de l'atmosphère est de connaître la taille et la quantité de particules d'origine volcanique présentes dans l'atmosphère. Les différents centres de recherche utilisant des lidars en Europe se sont rapidement mis en réseau pour organiser une collecte en temps réel de leurs mesures. On en trouve encore des traces sur leurs sites Internet.

Dans le même temps, l'unité mixte Safire⁽¹⁾ (Cnes/CNRS-Insu/Météo-France) reconfigure ses avions en urgence. L'ATR 42 est équipé d'un compteur de

(1) Safire : Service des avions français instrumentés pour la recherche en environnement. C'est une unité mixte de service de Météo-France, du Centre national d'études spatiales et du Centre national de la recherche scientifique/Institut national des sciences de l'univers. Il a pour mission de mettre en œuvre ses avions (un ATR 42, un Falcon 20 et un Piper Aztec) au profit de la recherche dans le cadre de campagnes expérimentales.

particules de taille entre 0,1 et 300 µm et le Falcon 20 d'un lidar à rétrodiffusion développé par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et mis en œuvre par le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE). Les deux avions effectuent des vols conjoints au-dessus de la France les 21 et 22 avril, qui ne révèlent que des concentrations très faibles en aérosols.

En pratique, ce sont les satellites qui ont permis de suivre le panache du volcan. Dès le 17 avril, *Calipso* détecte un panache au-dessus de la France entre 2 et 6 km d'altitude, grâce à son lidar bifréquence qui vise au nadir. *Parasol*, qui a quitté le *A-train* en 2009 mais poursuit sa mission, a fait des mesures d'épaisseur optique du panache. De plus, l'interféromètre Iasi embarqué sur *MetOp A*, dont il est question à propos de Concordiasi, a aussi été mis à contribution, bien qu'il n'ait pas été conçu pour cette mission. Des laboratoires ont ainsi mis au point des

algorithmes permettant de discriminer les panaches volcaniques et d'en suivre l'évolution. Cet ensemble montre que le potentiel des satellites pour suivre d'éventuelles futures crises du même genre est grand et complémentaire des mesures aéroportées. Il reste à s'assurer que les instruments embarqués sur les missions à venir sont bien adaptés à ces mesures, pour lesquelles ils n'ont a priori pas été prévus.

La vulnérabilité de notre société est ainsi mise en évidence, d'autant plus que le nombre annuel d'éruptions volcaniques est très important ; il est vrai qu'elles intéressent rarement l'Europe et plutôt des régions éloignées des routes aériennes fréquentées.

On trouve une grande quantité d'images concernant (entre autres) cette éruption sur le site <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/>.

Michel Rochas

En Europe...

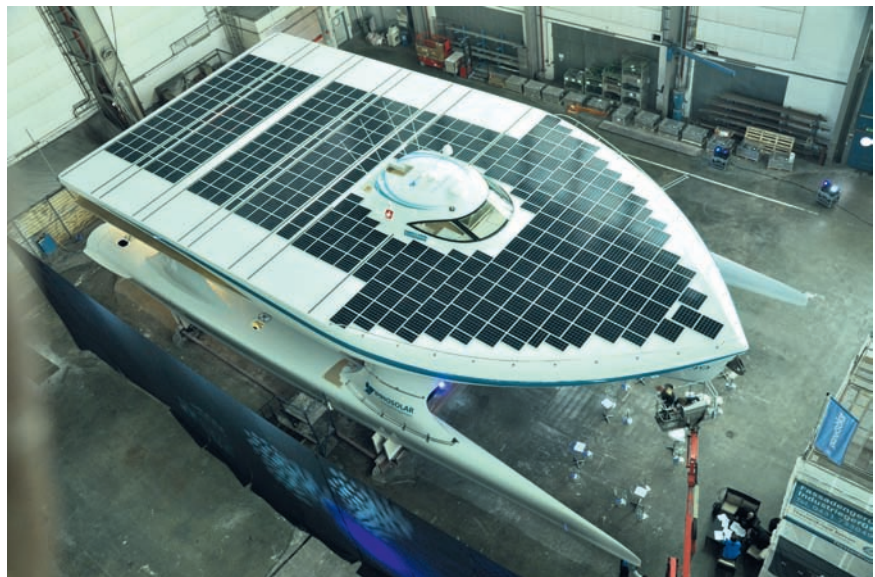
PlanetSolar : vers le premier tour du monde à l'énergie solaire

Un tour du monde, en 2011, d'est en ouest, en zone subtropicale, avec un catamaran propulsé grâce à l'énergie solaire, voilà le défi du projet PlanetSolar qui, d'après son initiateur, le Suisse Raphaël Domjan, « représente avant tout une formidable occasion de faire avancer la recherche scientifique et de démontrer qu'aujourd'hui la technologie est déjà disponible pour concevoir des moyens de transport plus soucieux de notre environnement. »

Ce projet, imaginé en 2004 par le skipper Raphaël Domjan et mis en œuvre avec le Français Gérard d'Aboville, co-skipper et premier homme à avoir traversé l'Atlantique (1980) et le Pacifique (1991) à la rame, a franchi une grande étape avec la mise à l'eau, le 31 mars 2010, au large de Kiel (Allemagne), du plus grand bateau solaire au monde : 31 m de long, 15 m de large, 7,5 m de haut et 500 m² de panneaux solaires photovoltaïques. Il effectuera les premières navigations de sa phase de test dans la mer Baltique jusqu'à la fin de l'été 2010.

Pendant son prochain tour du monde, qui devrait durer 160 jours, il parcourra plus de 50 000 kilomètres, suivant une route équatoriale d'est en ouest afin de bénéficier du maximum d'ensoleillement. L'équipage, composé de trois à quatre personnes, devra aussi prendre en compte des paramètres tels que le vent, les courants et les vagues ; c'est pour cela qu'un simulateur de route solaire a été développé

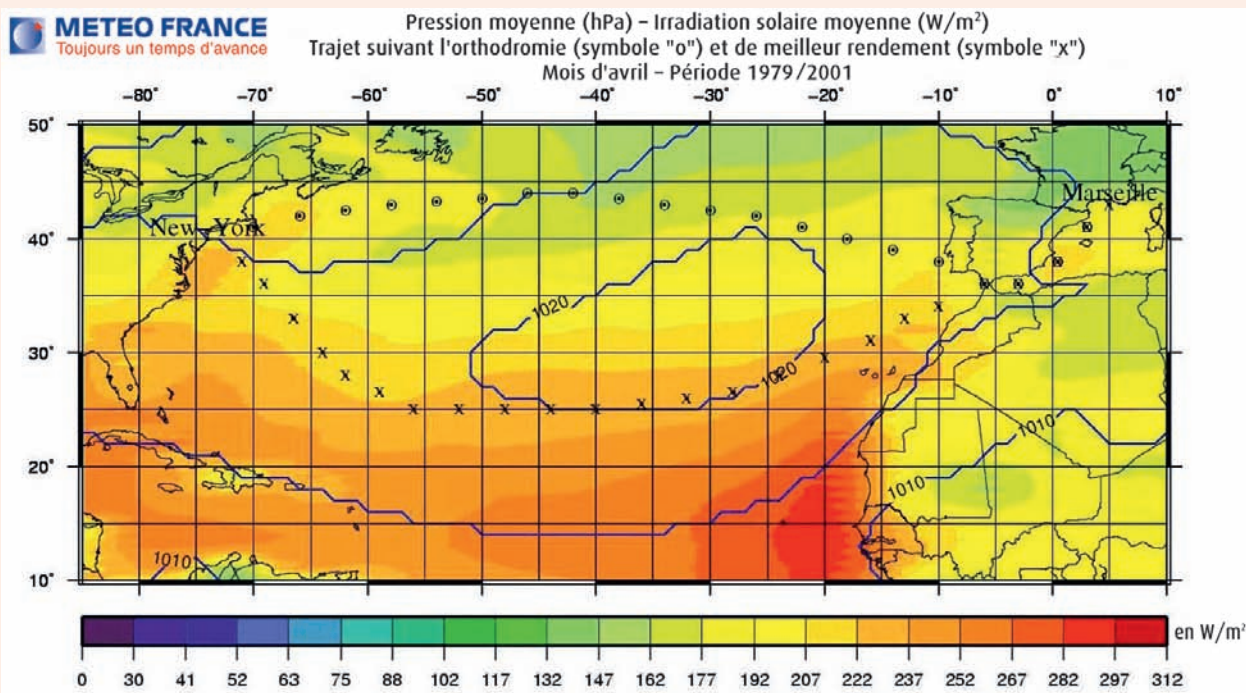
par les ingénieurs du projet PlanetSolar. Avec une vitesse moyenne d'environ 7,5 noeuds, l'équipage pourra s'appuyer sur une autonomie estimée à trois jours. Mais celle-ci devient infinie si le bateau bénéficie d'un rayonnement solaire suffisant. La clé de la réussite de ce premier tour du monde à l'énergie solaire résidera donc dans un subtil équilibre entre réglage de la vitesse du



L'assistance à PlanetSolar

Météo-France a été chargé de déterminer la faisabilité du périple du bateau du projet PlanetSolar et la période optimale. L'étude a été faite à partir du système Naviclim de Météo-France et des données climatologiques issues de la réanalyse ERA40 effectuée par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) sur la période 1979-2001.

Pour la première étape, de Marseille à New York, la route optimisée (4 790 milles nautiques), plus longue que la route directe (3 840 milles nautiques), route orthodromique au-delà de Gibraltar, passant dans la zone de circulation des perturbations météorologiques) a été retenue. Elle contourne l'anticyclone des Açores par le sud avec une durée prévue de 24 jours, du 17 avril au 10 mai. Le rayonnement solaire descendant est supérieur à 225 W/m^2 sur presque l'intégralité du trajet. Dans 80 % des cas, le long de cette trajectoire, le vent est inférieur à 12 m/s . La fréquence des vents supérieurs à 6 Beaufort y est inférieure à 5 %. La fréquence de mer forte, avec des hauteurs moyennes supérieures à 2,5 m, y est inférieure à 10 %.



Route proposée (celle qui passe au sud) pour la première étape (de Marseille à New York) du tour du monde du catamaran du projet PlanetSolar.

bateau et recherche de l'ensoleillement maximal. Météo-France, partenaire scientifique du projet, le fera bénéficier, ces trois prochaines années, de l'expertise de climatologues et de prévisionnistes spécialisés en météorologie marine. Il a déjà réalisé, pour ce tour du monde, une étude climatologique afin d'optimiser le calendrier et les parcours entre étapes (voir encadré). De plus, le bateau sera assisté 24h/24h et 7 jours/7 afin d'optimiser en temps réel la trajectoire suivie et de rechercher le meilleur ensoleillement possible.

Le départ sera donné en mer Méditerranée, puis le catamaran voguera en direction de l'océan Atlantique, du canal de Panama, de l'océan Pacifique, de l'océan Indien et rejoindra la Méditerranée par le canal de Suez. Il fera plusieurs escales au cours desquelles une exposition itinérante avec de nombreuses animations proposées aux visiteurs, sous la forme d'un Village, permettra de se familiariser avec l'univers PlanetSolar et de découvrir les différents objectifs du projet, de s'informer sur des thèmes

spécifiques liés aux énergies renouvelables. Le Village sera en partie énergétiquement autonome, alimenté par des panneaux solaires et, pour le surplus, par du courant « vert ».

Il reste à souhaiter « bon soleil » à ce bateau !

Pour en savoir plus :
www.planetsolar.org/

Marie-Josette Régis

En France...



Le prix Prud'homme 2010 attribué à Camille Risi

Le jury du prix Prud'homme, décerné chaque année à la meilleure thèse en météorologie

et sciences connexes, océanographie, glaciologie, climatologie, etc., par la Société météorologique de France avec le concours de Météo-France, s'est réuni le 25 mai 2010. Il a choisi de récompenser la thèse de Camille Risi, intitulée *Les*

isotopes stables de l'eau : application à l'étude du cycle de l'eau et des variations du climat. Cette thèse a été codirigée par Sandrine Bony et Jean Jouzel, et s'est réalisée au Laboratoire de météorologie dynamique (LMD). Elle a été

soutenue le 7 décembre 2009 sous la présidence de Katia Laval, à l'université Paris 6, sur le campus de Jussieu. On peut dire que la soutenance a été très appréciée de l'auditoire, les qualités pédagogiques de l'impétrante étant incontestables. Nous aurons bientôt l'occasion de publier dans la revue un article de Camille Risi, sur une partie de son travail.

Pour plus de détails sur cette très intéressante thèse, on peut consulter le site Internet de l'Institut Pierre-Simon Laplace, www.ipsl.fr/fr/Actualites/Soutenances-de-these-ou-de-HDR/Archives/These-de-Camille-RISI-LMD-7-12-2009, où figure un résumé, ou bien la lire.

Patrick Mascart, qui présidait le jury depuis de nombreuses années, avait manifesté l'an dernier l'intention de transmettre le flambeau. C'est chose faite, puisque son successeur a été désigné. Il s'agit d'Éric Brun, ancien directeur de la recherche à Météo-France. Merci à Patrick pour le travail qu'il a fourni pour ce prix et bonne chance à son successeur.

Pour d'autres informations sur le prix Prud'homme, le lecteur peut se référer à l'annonce faite à la page 54.

Michel Rochas



En France...

Picard prend son envol

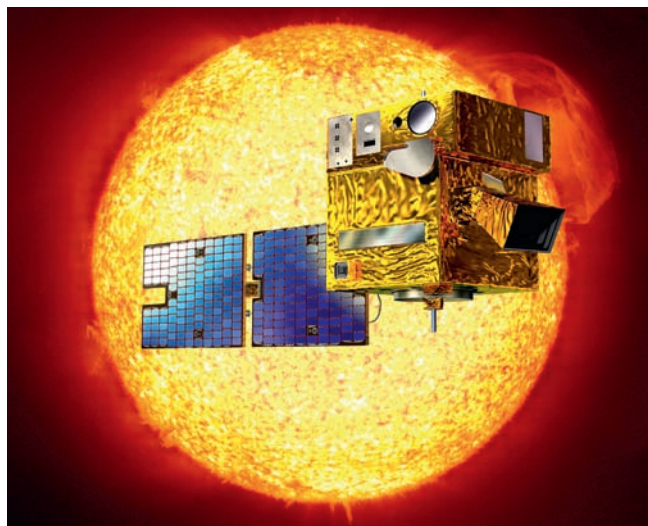
Le 15 juin 2010, le satellite français *Picard* a été mis en orbite par une fusée *Dniepr* depuis la base russe de Dombrovsky, près de la ville de Yasny, en même temps que le satellite *Prisma* (composé de *Mango* et *Tango*). *Picard* sert à l'étude de la physique du Soleil, mais surtout à l'étude de son influence sur le climat de la Terre.

Il doit son nom à l'astronome et géodésien français Jean Félix Picard (1620-1682), membre de l'Académie des sciences à sa fondation et connu pour sa mesure précise du méridien terrestre, ses travaux sur le nivellement, notamment pour l'alimentation en eau du château de Versailles, et ses mesures très précises du diamètre du Soleil à l'époque du minimum de Maunder. Pour les travaux scientifiques de *Picard*, on peut consulter éventuellement Richardt (2003)⁽¹⁾, et pour les mesures du diamètre du Soleil et leur contexte, Nesme-Ribes et Thuillier (2000)⁽²⁾.

Le lien entre Jean Picard et le satellite est fourni par l'une de ses missions, qui est la mesure des dimensions du Soleil. En effet, on a constaté que le diamètre du Soleil a grandi après le minimum de Maunder. La question à résoudre est donc : existe-t-il un lien entre l'irradiance solaire totale (la « constante solaire », TSI en anglais) et le diamètre du Soleil ? comme il en existe une entre les taches solaires et la TSI.

C'est le Centre national d'études spatiales qui est à l'origine du projet lancé en 2000, et responsable du système, fondé sur la filière de microsattelites (150 à 200 kg) *Myriade* (qui comprend déjà *Demeter* et *Parasol* et bientôt *Microscope* et *Taranis*). Le Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (Latmos) du Service d'aéronomie du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) assure la maîtrise d'œuvre du développement de la charge utile. Celle-ci comprend trois instruments :

- Premos (Precision Monitor Sensor) qui comporte un ensemble de trois photomètres pour étudier la variabilité de l'ozone et observer les oscillations du Soleil, et un radiomètre différentiel absolu pour mesurer la TSI ;
- Sovap (Solar Variability Picard) qui est constitué d'un radiomètre absolu différentiel et d'un bolomètre pour mesurer la TSI ;
- Sodism (Solar Diameter Imager and Surface Mapper) qui est constitué d'un télescope associé à un capteur photographique CCD (Charge-Coupled Device) qui permet de mesurer le diamètre et la forme du Soleil à quelques millisecondes d'arc près et d'effectuer



Vue d'artiste du satellite *Picard* sur le Soleil.
(© Ducros David/Cnes, 2008)

des sondages à l'intérieur du Soleil par héliosismographie. Cet instrument est développé par le Latmos.

Les deux premiers, le Premos (fourni par l'Observatoire suisse de Davos), et le Sovap (fourni par l'Institut royal de météorologie belge, IRMB) ont été respectivement développés sous l'égide du Bureau suisse des affaires spatiales et du Service public fédéral de programmation politique scientifique de Belgique.

On trouve davantage d'informations sur <http://smc.cnes.fr/PICARD/Fr/> et sur les liens que cette page contient.

(1) Richardt A., 2003 : Les savants du Roi-Soleil. François-Xavier de Guilbert, Paris, 256 p.

(2) Nesme-Ribes E. et G. Thuillier, 2000 : Histoire solaire et climatique. Belin, Paris, 240 p.

Michel Rochas