

2010

RAPPORT
ANNUEL

IRM

Institut Royal Météorologique
de Belgique



IRM

Institut Royal **M**étéorologique

Avenue Circulaire 3

B - 1180 Bruxelles

Tél. +32 2 373 06 11

Fax +32 2 375 12 59

www.meteo.be

Editeur responsable : Dr. D. Gellens ISSN/1377 - 2406

Coordinateurs : Heidi Langenus et Alex Dewalque

Conception et réalisation graphique : Trinome.be

SOMMAIRE

CH. 1	AVANT-PROPOS	3
CH. 2	FAITS MARQUANTS	5
CH. 3	L'IRM AU SERVICE DES DÉFIS	15
CH. 4	LA MÉTÉO EN 2010	23
CH. 5	LES NOUVEAUX PRODUITS DE L'IRM	27
CH. 6	LA VIE DE L'INSTITUT	37
CH. 7	IRM ET INTERNATIONAL	47
CH. 8	LA RECHERCHE À L'IRM	53
CH. 9	LA STRUCTURE DE L'IRM ET SA COMPOSITION	61
CH. 10	LES PUBLICATIONS ET CONFÉRENCES DE NOS SCIENTIFIQUES	65
CH. 11	Liste des acronymes et abbréviations	75



Chers lecteurs

L'année 2010 a été riche en événements mais aussi en réalisations. Celles-ci répondent à la mission de l'IRM telle qu'elle est définie dans l'Arrêté Royal du 8 avril 2002. Il s'agit de fournir des services permanents en vue d'assurer la sécurité et l'information de la population, des communautés socio-économique et scientifique, et l'appui aux autorités politiques dans les domaines ayant trait à l'hydro-météorologie, la climatologie, la géophysique et les sciences connexes.

Pour réaliser cette mission, le Dr H. Malcorps, Directeur Général de l'IRM jusqu'à sa retraite en fin de l'année 2010, avait défini 4 objectifs opérationnels servant de lignes de conduite pour son dernier mandat couvrant la période de 2006 à 2010.

Il s'agissait de tendre à

- **Plus de Sécurité par la Connaissance du temps, du climat et de la géophysique;**
- **Améliorer et Etendre les Produits et Services aux groupes d'utilisateurs;**
- **Participer au Rayonnement International de la Belgique et de**
- **Moderniser la Gestion de l'Institution.**

Les deux premiers objectifs contribuent de manière importante à l'impact sociétal de l'IRM et ont gouverné l'ensemble des collaborations dans lesquelles l'IRM a été impliquée. La météorologie est un des domaines dans lesquels la collaboration internationale est essentielle. De bonnes prévisions sur nos régions dépendent de la qualité des observations réalisées en Europe, bien sûr, mais aussi sur l'ensemble du globe terrestre.

L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) par exemple est une agence des Nations Unies spécialisée dans le domaine de la météorologie. Elle assure le lien entre tous les services météorologiques nationaux et elle est une plate-forme d'échanges et de coopération. Au sein de l'OMM, l'association régionale VI couvrant l'Europe est une des plus dynamiques.

En plus de leurs activités dans le cadre de cet organisme, les services météorologiques nationaux

AVANT-PROPOS

européens se sont organisés en plusieurs agences intergouvernementales spécialisées. Par exemple, EUMETSAT est établi pour l'exploitation de satellites météo qui fournissent des images essentielles pour le suivi du temps et pour la réalisation des prévisions numériques du temps.

Le "Centre européen pour les prévisions à moyen terme" (ECMWF) est un autre résultat de la coopération européenne. Il fournit grâce aux moyens mis en commun les meilleures prévisions au niveau mondial pour des horizons allant jusqu'à 15 jours. Ces prévisions sont exploitées par les services nationaux.

Pour rester dans le domaine des prévisions numériques du temps, l'IRM peut être fier de sa contribution importante dans le développement du modèle numérique de prévisions ALADIN, utilisé pour réaliser les prévisions détaillées sur nos contrées. A cette occasion, je salue la nomination de notre collaborateur le Dr P. Termonia en tant que Project Manager du Consortium ALADIN, initié par Météo France en 1991 et qui compte actuellement 16 pays. Les nouveautés de ce Consortium sont exposés dans le chapitre 7.

Au niveau national, outre le fait que l'IRM appartient aux Etablissements Scientifiques Fédéraux regroupés sous l'autorité de la Ministre de la Politique scientifique, Madame Laruelle, les liens entretenus avec les Communautés et les Régions sont aussi devenus au fil des ans de plus en plus importants. Ces entités exercent des responsabilités en rapport avec la sécurité de la population face aux inondations par exemple. L'IRM continue à développer une expertise pour améliorer davantage la qualité des informations mises à la disposition de ces entités afin qu'elles-mêmes puissent réaliser au mieux leurs missions. Au niveau fédéral, l'IRM contribue en outre à fournir des informations au Centre de Crise du Ministère de l'Intérieur pour tout ce qui concerne les alertes spécifiques météorologiques comme par exemple les pollutions liées aux explosions volcaniques. Ainsi lors de l'éruption du volcan Eyjafjallajökull nos équipes de prévisionnistes ont fourni une assistance journalière au Centre de Crise pour assurer la sécurité aérienne. L'IRM analyse en outre les événements météorologiques pour lesquels des interventions sont demandées au Fonds des Calamités.

Comme chaque année la rédaction du rapport annuel est l'occasion d'examiner l'ensemble de nos activités durant l'année écoulée et de les replacer dans le cadre de nos missions et de nos objectifs opérationnels.

Cette année, après réflexion, nous avons décidé de nous écarter quelque peu du point de vue adopté jusqu' alors et nous avons abordé de manière non exhaustive ce que chaque équipe de chaque direction opérationnelle réalise. Nous avons choisi de concentrer notre présentation sur des faits saillants et des réalisations spécifiques auxquels notre institution ou nos collaborateurs ont été associés au cours de l'année 2010. Il s'agit donc ici d'un éclairage essentiellement subjectif que nous avons voulu donner sur nos activités afin de faire ressortir de manière contrastée les rôles très variés que notre institution joue aussi bien au niveau national qu'international.

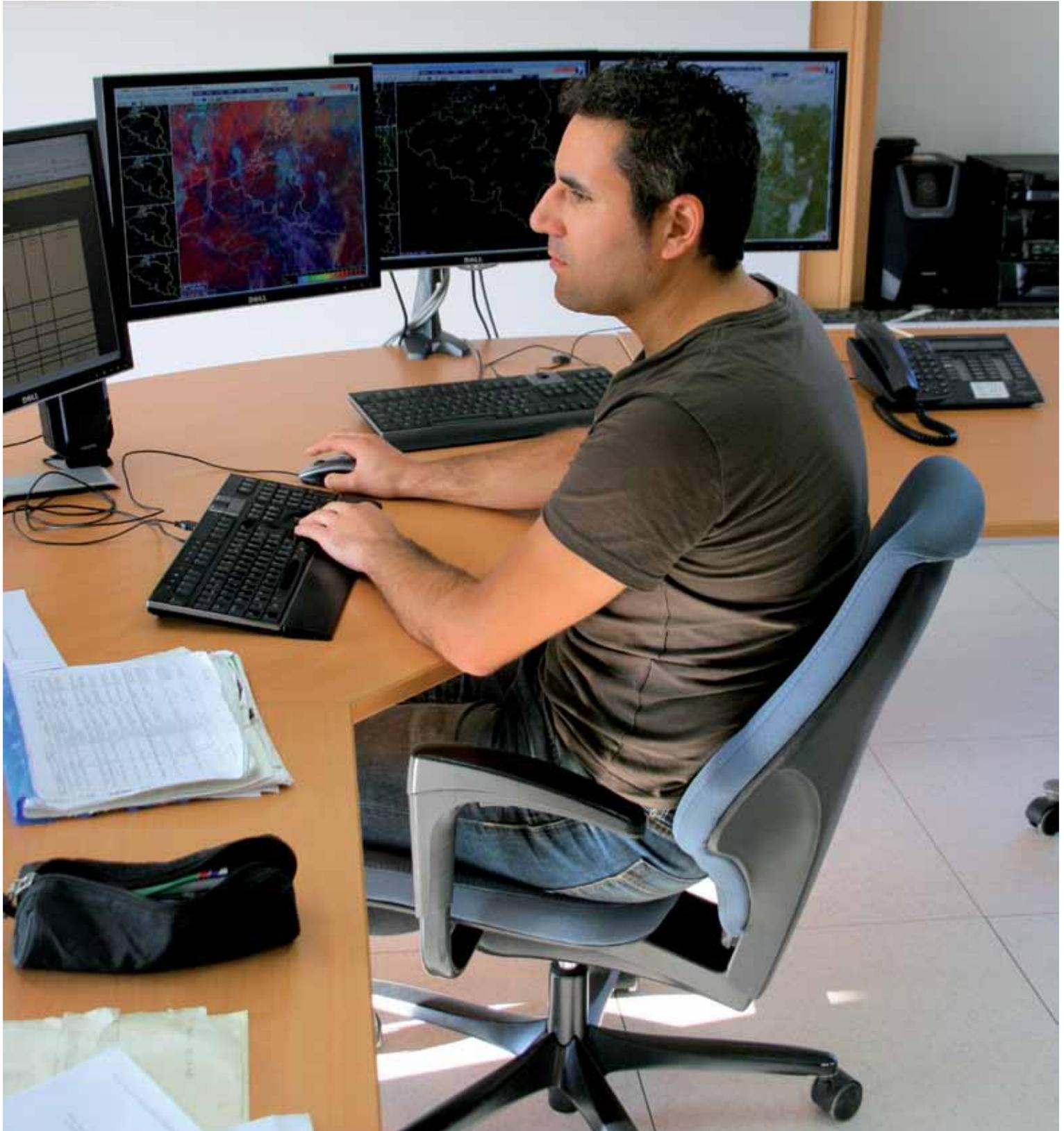
Parmi les sujets traités dans ce rapport annuel, les défis relevés par l'IRM sont nombreux : défi humain avec la traversée de l'Atlantique à la rame, défi technologique avec notre soutien au vol du Solar Impulse, premier avion à énergie exclusivement solaire. Vous prendrez connaissance de la synthèse du climat de 2010. Les observateurs ont été mis spécialement à l'honneur. Plusieurs réunions scientifiques ont eu lieu, rassemblent des spécialistes venus échanger des idées. C'est pourquoi la recherche est un des moteurs essentiels des activités de l'IRM et plusieurs produits développés par nos services aussi bien en météorologie qu'en matière d'énergie solaire ou de géomagnétisme attestent de notre engagement dans la recherche au service de la population.

Je vous souhaite à tous une bonne lecture.



Dr. Daniel Gellens, directeur général a.i. de l'IRM

Karim Hamid, notre prévisionniste "sur le terrain".

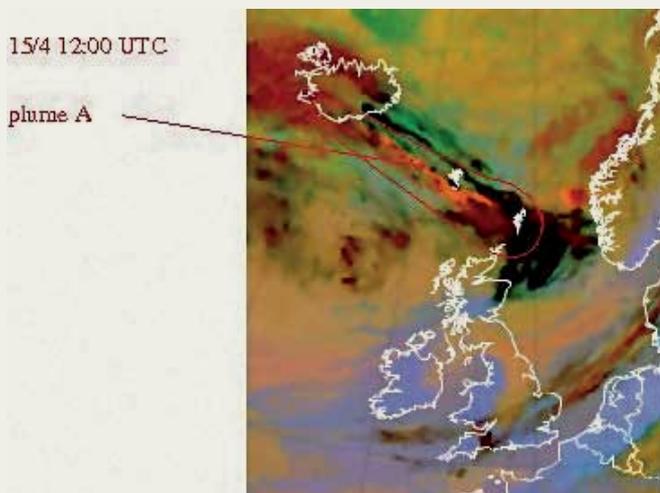


FAITS MARQUANTS

Expertise météorologique lors de l'éruption du volcan Eyjafjallajökull

Du 14 avril au 8 mai 2010, le panache de cendres volcaniques provenant de l'éruption du volcan islandais Eyjafjallajökull a fortement perturbé le trafic aérien sur une grande partie de l'Europe, provoquant même la paralysie prolongée du trafic aérien et la fermeture de nombreux aéroports civils. L'espace aérien belge fut fermé le 15 avril et rouvert graduellement à partir du 20 avril. Des tonnes de cendres ont été projetées dans l'air jusqu'à de très hautes altitudes et le nuage de cendres a été emporté par les courants d'air.

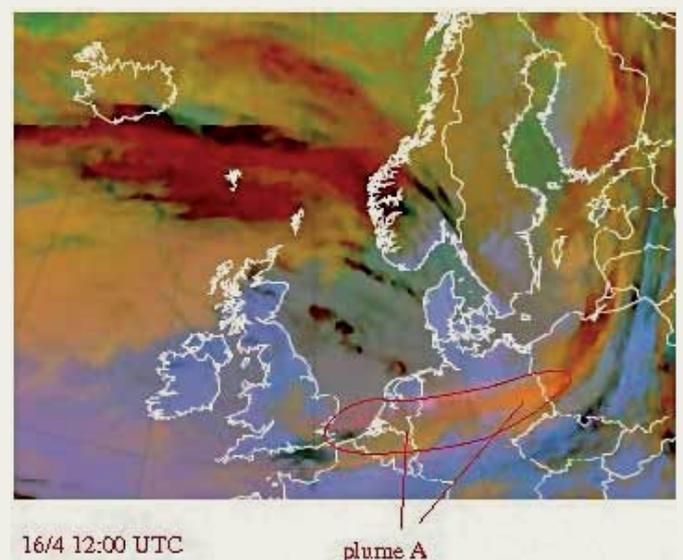
Pendant toute la durée de l'éruption (du 14 avril au 25 mai), le Bureau du Temps de l'IRM a maintenu un état de vigilance ininterrompu, répondu aux nombreuses questions du public et des médias, assuré une liaison quotidienne avec les experts du VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre) à Londres et fourni une assistance météorologique opérationnelle au Centre de Crise du Gouvernement fédéral sous forme de bulletins et briefings réguliers. L'expertise de nos scientifiques s'est avérée particulièrement utile pour l'interprétation critique des images satellitaires (figure 2.1), des cartes de trajectoires et de dispersion (figure 2.2) calculées à partir des modèles de prévision numérique du temps de l'ECMWF.



En tant que membre d'EUMETSAT, l'IRM prend aussi une part active au développement d'algorithmes pour détecter les particules de poussières dans l'atmosphère à partir de l'espace. Les images des 15 et 16 avril en provenance de Meteosat (figure 2.1) montrent l'évolution du panache de cendres au début de la crise. Le jeudi 15, les cendres projetées initialement à haute altitude se déplaçaient vers le sud-est en direction du continent européen. Le vendredi 16, le nuage de cendres avait perdu de l'altitude et avait tourné vers l'est. La queue de ce nuage de cendres est passée brièvement au-dessus de la Belgique au cours de l'après-midi.

Les prévisionnistes sont formés à la détection des cendres volcaniques sur certaines images satellitaires en couleurs RVB (rouge, vert, bleu) telles qu'elles apparaissent à la figure 2.1 :

Figure 2.1 : Images prises par le satellite Meteosat le jeudi (15/4/2010, image de gauche) et le vendredi midi (16/04/2010, image de droite). Le nuage de cendres est indiqué par la "plume A" et est coloré en orange sur l'image de gauche et en rose/orange sur l'image de droite.





Au cours des semaines et des mois suivants, le volcan a expulsé d'autres nuages de cendres, mais ces derniers ont été tenus à l'écart du continent européen par une zone de haute pression très stable centrée depuis plusieurs jours sur l'Océan atlantique. Comme l'air se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre autour des zones de haute pression, les derniers nuages de cendres ont été systématiquement balayés vers l'ouest. Une petite fraction du nuage de cendres a finalement atteint le continent européen après avoir décrit un large détour le long de la péninsule ibérique. Ce nuage a quitté l'Espagne par la mer Méditerranée vers la Corse puis vers l'Italie. Le samedi 8 mai 2010 à midi, le nuage de cendres se trouvait déjà entre les îles Baléares et la Corse.

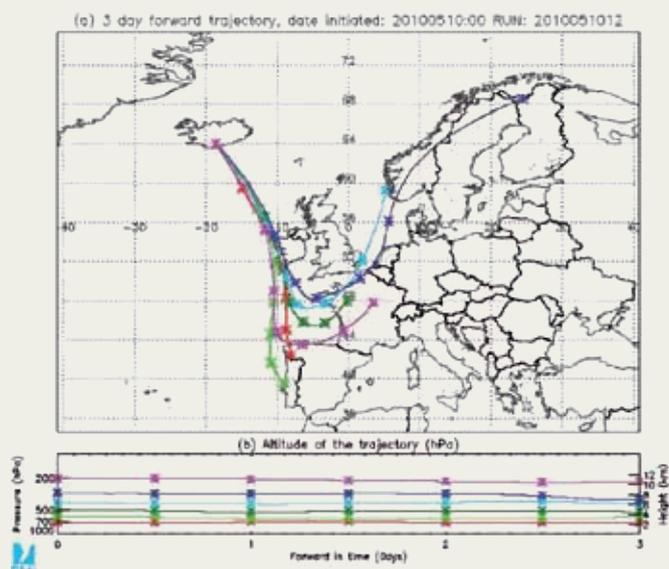


Figure 2.2: Exemple de calcul de trajectoire basé sur le modèle de prévision du temps de l'ECMWF. Début du calcul: 5 mai 2010.

L'IRM VA SE DOTER D'UN NOUVEL INSTRUMENT DE MESURE DE LA POUSSIÈRE VOLCANIQUE

Les éruptions volcaniques comme celle de l'Eyjafjallajökull exercent un impact considérable sur la navigation aérienne en Europe. Pour déterminer la portée précise des zones de danger pour le trafic aérien, nous utilisons des modèles décrivant la dispersion du nuage de cendres dans l'atmosphère. À cet effet, nous devons savoir combien de particules de cendres le volcan a expulsés et où les couches de cendres se situent précisément. L'une des méthodes les plus efficaces pour définir la position des couches de cendres est la technique 'LIDAR'. 'LIDAR' est l'acronyme de Light Detection And Ranging. L'appareil fonctionne comme un radar mais en utilisant la lumière visible ou infrarouge au lieu de micro-ondes.

Le LIDAR envoie vers le haut des rayons lumineux qui sont diffusés par les particules d'air tout comme un luminaire public dans un brouillard épais. Comme la lumière est diffusée dans toutes les directions, une partie de celle-ci revient au sol. Cette partie est mesurée par un détecteur au sol. La différence de temps entre l'envoi du rayon lumineux et la capture par le détecteur au sol de la lumière diffusée indique à quelle hauteur la dispersion a eu lieu. L'intensité du signal permet d'évaluer l'intensité de diffusion de la lumière. En utilisant des rayons lumineux au lieu de micro-ondes, il est possible d'observer les très petites particules en suspension dans l'air, ce qui est utile pour détecter la présence d'aérosols ou de particules de cendres mais également pour déterminer la hauteur de la base des nuages.

Dans le courant du printemps 2011, l'IRM installera un LIDAR à proximité de la station météorologique automatique d'Uccle. Grâce à ce nouvel instrument, l'IRM aura, à l'avenir, une meilleure image de la répartition des cendres volcaniques au-dessus de Bruxelles, ce qui constitue un atout important pour le trafic aérien en Belgique.

Lancement du satellite PICARD

Le mardi 15 juin 2010, une fusée Dnepr décollait de l'aire de lancement russe de Jasný (non loin du Kazakhstan) avec, à son bord, le satellite français PICARD. Ce dernier transportait l'instrument belge Sovap construit à l'IRM. Dnepr est une fusée balistique intercontinentale SS-18 qui, après transformation, est utilisée aujourd'hui à des fins pacifiques.

Ce satellite a reçu le nom de l'astronome français, Jean Picard (1620-1682) qui, au XVII^e siècle, a réalisé les premières mesures précises du diamètre du soleil.

PICARD se consacrera à l'étude de l'effet du soleil sur notre climat. Ce petit satellite étudiera, d'une altitude de 700 à 750 km, des paramètres comme la chaleur émise par le soleil, le diamètre du soleil, la vitesse de la rotation solaire et les taches solaires. Notre instrument SOVAP mesure la quantité de chaleur émise par le soleil vers la terre. SOVAP est le dernier-né d'une longue série d'instruments spatiaux de l'IRM – voir tableau ci-dessous – dont le premier a été lancé avec Spacelab en 1983. Il est aujourd'hui l'un des 3 instruments de l'IRM évoluant dans l'espace. Les deux autres se trouvent à bord du satellite SOHO et de la station spatiale internationale ISS.

Tableau 2.1 : Historique des vols spatiaux de l'IRM. Picard est notre onzième vol spatial. Les trois derniers instruments du tableau sont encore aujourd'hui dans l'espace.

Instrument	Satellite	Organisation	Année
Solcon-1	Spacelab	NASA/ESA	1983
Solcon-2	Space shuttle STS-45 / Atlas-1	NASA	1992
Sova	Eureca / Space shuttle STS-46	ESA	1992
Solcon-2	Space shuttle STS-56 / Atlas-2	NASA	1993
w Solcon-2	Space shuttle STS-66 / Atlas-3	NASA	1994
Sova	Space shuttle STS-85 / TAS-1	NASA	1997
Solcon-2	Space shuttle STS-85 / IEH-3	NASA	1998
Solcon-2	Space shuttle STS-85 / Freestar	NASA	2003
Diarad/Virgo	SOHO	ESA	1995 - toujours en activité
Diarad/Sovim	ISS/Columbus	ESA	2008
Sovap	Picard	CNES	2010

Notre 'patriotique' instrument SOVAP a réalisé ses premières mesures solaires le jour de notre fête nationale, le 21 juillet 2010. PICARD possède une espérance de vie minimale d'environ 3 ans, mais nous espérons qu'il pourra rester en service bien plus longtemps.

La contribution belge à PICARD a été financée par le SPP Politique scientifique par le biais du programme Prodex et du Solar Terrestrial Centre of Excellence (STCE), association de coopération entre les trois instituts 'spatiaux' fédéraux d'Uccle : l'Institut royal météorologique (IRM), l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) et l'Observatoire royal de Belgique (ORB).



Figure 2.3 : Quelques-uns des instruments de mesure de l'irradiance solaire appartenant au riche passé de l'IRM. À gauche : l'instrument SOVA, qui a été ramené de l'espace par la navette spatiale après un vol de 8 mois sur le satellite Eureka. Au centre, à l'arrière : instrument CR 3 qui a participé au World Reference Group pour les mesures à partir du sol. L'instrument similaire CR 2 fait toujours partie du même World Reference Group. Au centre à l'avant : l'instrument Diarad/Sovim lancé en 2008, qui se trouve aujourd'hui à bord de la Station Spatiale Internationale. À droite : notre premier instrument spatial, le Solcon-1 qui a participé au vol de Spacelab en 1983.



Figure 2.4 : Lancement du satellite PICARD avec une fusée Dnepr à partir de Jasný le 15 juin 2010.



Figure 2.5 : Mesures magnétiques sur la piste 02/20 de Brussels Airport. On voit ici le début de la piste 20, où les mesures s'effectuent à l'endroit indiqué. La piste 02 se trouve à l'autre extrémité. Lors des mesures officielles, les voitures sont bien entendu éloignées du site.

Changement de l'azimut magnétique de la piste d'envol 02/20 à Brussels Airport

Lors de la certification par l'IRM de la rose de compas à Brussels Airport, la valeur de -0.22° a été obtenue pour la déclinaison magnétique. La déclinaison magnétique est l'expression de la différence d'inclinaison entre le pôle nord géographique et le nord magnétique. A la communication de ces résultats, l'IRM a été aussitôt contacté par Brussels Airport concernant le possible changement de nom de la piste d'envol 02/20.

Il faut savoir que le nom de la piste correspond à son azimut magnétique exprimé en unités de 10° . L'azimut magnétique est l'angle formé entre une certaine direction et le nord magnétique. Le pilote qui atterrit sur une piste marquée «02» doit afficher «2» sur son compas magnétique, c'est-à-dire un azimut de 20° en unités de 10° . Il sait que son avion est alors aligné correctement sur l'axe de la piste. S'il atterrit par l'autre bout de la piste (voir figure 2.5), il aura alors affaire à la piste «20» et il devra afficher «20» sur son compas, donc un azimut de 200° en unités de 10° . C'est l'origine du nom «02/20».

L'azimut magnétique dépend du champ géomagnétique et de sa déclinaison. Mais ceux-ci se modifient au cours du temps. Par exemple, en 1998, nous avons mesuré une déclinaison de -2.0° sur la rose de compas. Une différence de presque 2° !

L'azimut magnétique de l'axe de la piste 02 est la différence entre l'azimut géographique (14.4°) et la déclinaison magnétique du lieu (-0.2°), comme schématisé dans la figure 2.6. Il vaut alors $14.4 - (-0.2) = 14.6^\circ$, pour un résultat de «01» en unités de 10° . En 1998, il valait $14.4 - (-2.0) = 16.4^\circ$, pour un résultat de «02» en unités de 10° . De même, l'azimut géographique de la piste «20» est de 194.4° . Par conséquent, l'azimut magnétique est revu à 194.6° et la piste est rebaptisée «19».

Grâce à l'expertise de l'IRM, on sait maintenant que le nom de la piste 02/20 doit être changé en 01/19. Aucune date n'a cependant encore été avancée.

Le changement du nom d'une piste est une procédure assez lourde et coûteuse qui doit être documentée au niveau international afin que les différents aéronefs utilisant la piste soient informés du nouveau mode d'atterrissage.

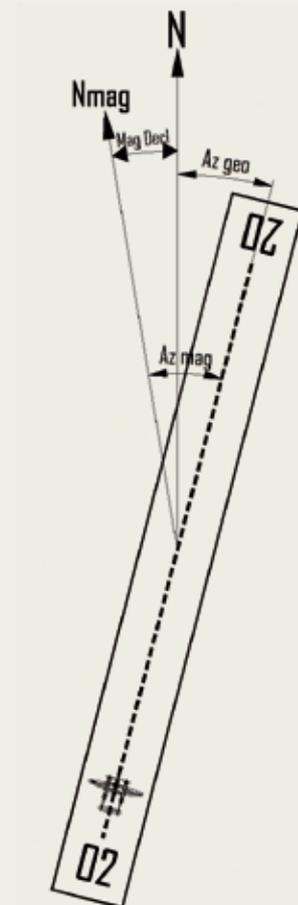


Figure 2.6 : Schéma de la piste d'envol 02/20 de Brussels Airport avec indication des azimuts géographique (Az geo) et magnétique (Az mag). N et Nmag correspondent respectivement aux nord géographique et magnétique. La déclinaison magnétique (Mag Decl) a été exagérée pour les besoins du dessin.



Un mois de décembre exceptionnel

Le mois de décembre 2010 a été particulièrement froid et neigeux à Uccle. Nos régions ont été soumises, durant presque tout le mois, à des courants maritimes à caractère polaire, propices aux précipitations hivernales. La température moyenne n'a atteint que $-0,7^{\circ}\text{C}$. C'est le 11^e mois de décembre le plus froid depuis 1833. Le record absolu remonte à 1879, avec $-5,6^{\circ}\text{C}$. Dans un passé plus récent, il faut remonter à 1950 pour trouver un mois de décembre plus froid ($-1,2^{\circ}\text{C}$). Depuis cette date, seulement deux mois de décembre ont également connu une moyenne de température négative: 1963 et 1969, tous les deux avec une valeur de $-0,5^{\circ}\text{C}$.

Le nombre de jours de neige est un autre fait remarquable. Cette année, à la station d'Uccle, on a observé 23 jours où les précipitations ont été composées de neige, en tout ou en partie. C'est le nombre de jours le plus élevé pour un mois de décembre depuis 1901. Le précédent record datait de 1950, avec 15 jours de neige. De plus, avec 24 jours d'enneigement (présence de neige au sol), décembre 2010 rejoint décembre 1950 comme dernier mois de l'année record pour le nombre de jours d'enneigement. L'épaisseur de neige maximale observée à Uccle a atteint 20 cm le 24 décembre (les

relevés sont effectués à 8h du matin). Auparavant, depuis 1889, on n'avait observé en décembre une épaisseur de neige d'au moins 20 cm qu'à seize reprises. Pour le dernier mois de l'année, le record à Uccle date des 3 décembre 1925 et 29 décembre 1968, avec une épaisseur de neige de 28 cm.

Dans le reste du pays, l'IRM ne dispose pas d'observations effectuées sur une aussi longue période. Néanmoins, le mois de décembre a été à l'image de ce qu'on a observé à Uccle: froid et neigeux. La Figure 2.7 montre les températures moyennes du mois dans le pays. Les valeurs sont comprises entre $3,5^{\circ}\text{C}$ et $+1^{\circ}\text{C}$, c'est-à-dire des valeurs inférieures de 2°C à 4°C aux valeurs normales.

Au cours du mois, la couverture neigeuse a été abondante dans les régions en altitude. Le 25 décembre, la Belgique a connu un Noël blanc dans quasiment tout le pays, comme l'indique la Figure 2.8. A l'exception d'une petite zone sans neige dans l'extrême nord-ouest du pays, les épaisseurs ont atteint entre 1 et 10 cm dans l'ouest du pays jusqu'au maximum de 74 cm observé à Mont Rigi dans les Hautes Fagnes.

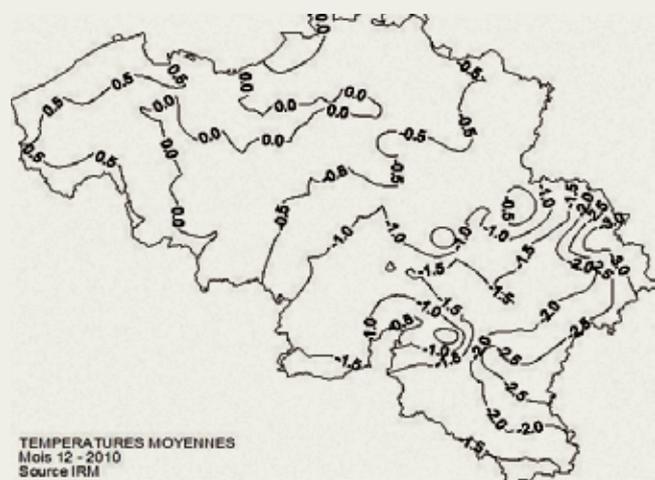


Figure 2.7: Carte des isolignes des températures moyennes en Belgique pour le mois de décembre 2010.

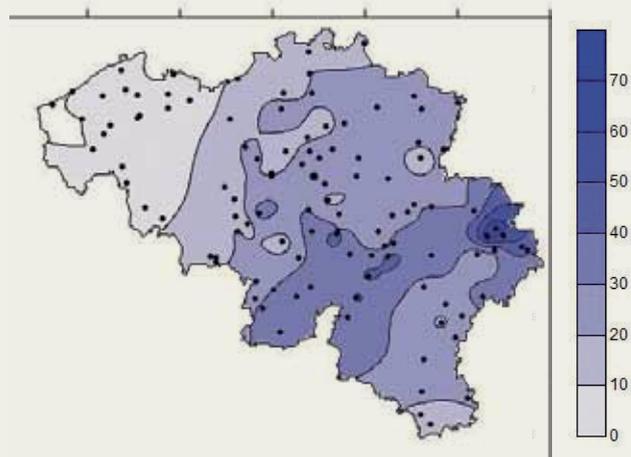


Figure 2.8: Épaisseur de la couche de neige à 8h, le matin du 25 décembre 2010, jour de Noël (en cm). Les points noirs indiquent l'emplacement des stations du réseau climatique qui effectuent les mesures d'épaisseur de neige.



Figure 2.9 : Vue de la jauge graduée en centimètres pour estimer l'épaisseur de la couche de neige à Mont Rigi. Le 3 décembre, à 7h45, la couche de neige était de 20 cm (image de gauche). Le 27 décembre, la couche atteignait 78 cm (image de droite). Même pour les Hautes Fagnes, cette couche est exceptionnellement importante.

La figure 2.10 montre la comparaison entre les mesures de neige obtenues par trois méthodes différentes durant le mois de décembre. Les mesures manuelles réalisées par un observateur ont été comparées à celles obtenues à l'aide d'une sonde automatique utilisant un viseur à ultrasons et à celles estimées à l'aide des images de la webcam. Il ressort principalement de ces résultats que les mesures sont relativement cohérentes entre elles, mais que l'épaisseur donnée par la sonde automatique est généralement plus faible que les épaisseurs obtenues par les deux autres méthodes.

Ces résultats sont préliminaires et les analyses comparatives devront se poursuivre dans le futur. Etant donné le succès et l'intérêt remportés par la webcam de Mont Rigi, l'installation de webcams dans d'autres stations, comme celles de Humain près de Saint-Hubert et de Buzenol en Gaume, est envisagée.

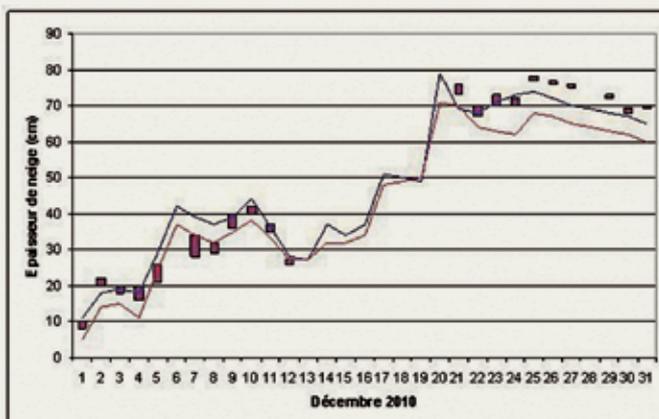


Figure 2.10 : Comparaison entre les mesures de neige obtenues par trois méthodes différentes durant le mois de décembre.

En octobre 2010, l'IRM a mis en ligne une webcam supplémentaire à la station automatique existante de Mont Rigi. Les Hautes Fagnes sont un endroit très prisé par les skieurs et les randonneurs. C'est pourquoi, en plus d'un renforcement non négligeable de la qualité de nos observations officielles, la snowcam a remporté un franc succès auprès du public qui pouvait, pour la première fois, constater la hauteur de la couche de neige lui-même et de chez lui. Gageons que cela a été le feu vert à l'organisation de pas mal d'excursions familiales... Les images ont été visionnées 439.524 fois rien qu'au cours du mois de décembre. Comme le montre le cliché de la figure 2.9, l'objectif de la caméra est dirigé vers une jauge graduée en centimètres qui permet à tout un chacun d'évaluer à distance l'épaisseur de la couche de neige.



L'orage violent du 14 juillet 2010

Le 14 juillet 2010, dans le courant de l'après-midi, plusieurs averses orageuses intenses ont éclaté sur notre pays. La région de Ciney, entre autres, a subi d'importants dommages dus au vent.

La situation sur les cartes météorologiques était aussi particulièrement favorable au développement de précipitations orageuses extrêmement abondantes.

La carte météorologique (figure 2.11) de cette journée montrait une zone de basse pression centrée à proximité de l'Irlande et une vaste zone de haute pression centrée sur le continent euro-asiatique. À l'avant de la zone de basse pression à laquelle était associé un front froid, plusieurs impulsions d'air chaud provenant du sud ont déclenché d'importantes averses orageuses sur le Benelux.

De plus, juste à l'avant du front froid, une petite zone de basse pression s'est développée sur la France et, profitant d'un courant de sud-ouest en altitude, s'est déplacée vers notre pays. Les noyaux orageux se sont développés, pour la plupart, à proximité de cette petite zone de basse pression.

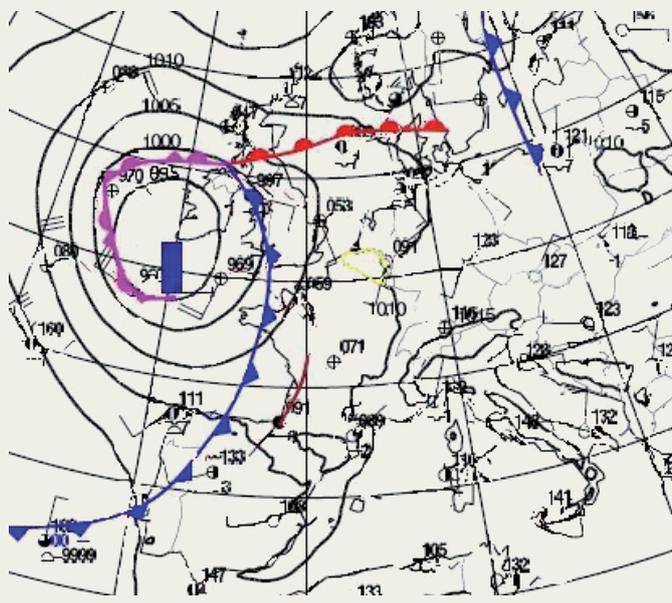


Figure 2.11 : Analyse au sol du 14 juillet 2010, 12.00 UTC

Figure 2.13 : Le vent a provoqué d'importants dégâts à l'église de Ciney

Ce n'est que dans la soirée que le front froid a enfin atteint notre pays et que l'air maritime plus frais provenant de l'ouest a chassé les averses orageuses.

Pour se faire une idée précise des dégâts, l'IRM a décidé de visiter la région la plus gravement touchée. Très vite, il est apparu que celle-ci s'étendait de Ciney à Achêne.

Sur une bande s'étendant entre Ciney et Achêne, de nombreux toits avaient été endommagés, voire détruits, y compris le toit et la tour de l'église de Ciney. D'innombrables arbres avaient été décapités et déracinés pour certains mais, dans la plupart des cas, le tronc était brisé à mi-hauteur. La direction de chute des arbres a été déterminée à l'aide d'un compas. Pratiquement tous les arbres étaient tombés vers des directions oscillant entre le nord et le nord-est. En effet, l'orage était passé au-dessus de notre pays en provenance du sud et du sud-ouest, le lien n'a pas été difficile à établir !

La visite sur place est souvent la seule possibilité pour déterminer si les dommages ont été provoqués par des rafales descendantes classiques ou par des vents créant un tourbillon (comme une tornade). Cette information est d'une importance capitale pour les compagnies d'assurance et, éventuellement, le Fonds des calamités. Nous utilisons également ces données pour l'analyse des images radar. Une visite sur place n'est donc pas un luxe superflu !

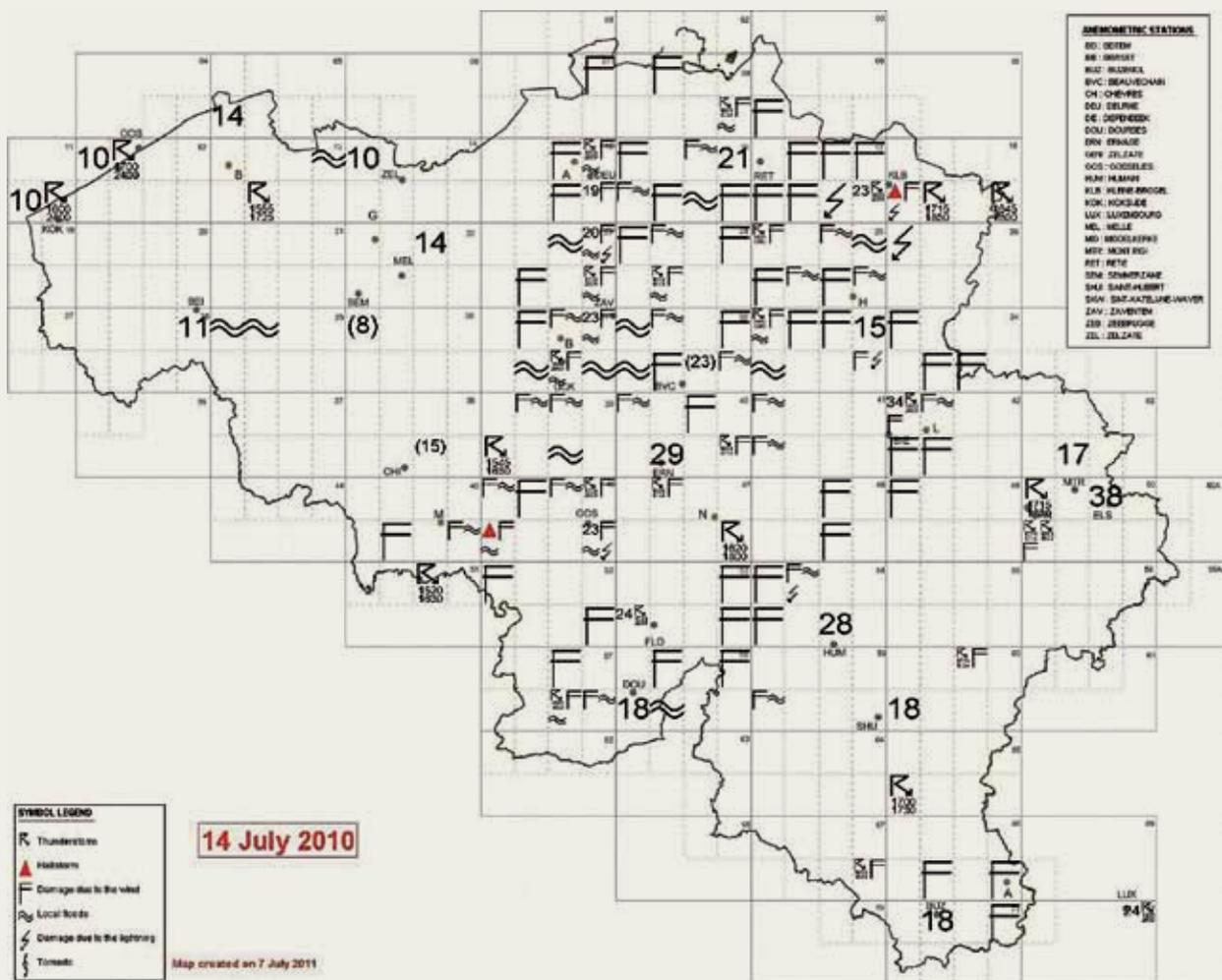


Figure 2.12: Carte du 14 juillet 2010 illustrant les pointes maximales de vent, en m/s, enregistrées aux stations de mesures, ainsi que les dégâts dus au vent, aux inondations, à la grêle et aux orages.



L'IRM AU SERVICE DES DÉFIS

Rameurs Sans Frontière : Traversée de l'Atlantique à la rame

Conseillés et pilotés par les prévisionnistes de l'IRM, Christophe Sepot et Bart Verboven ont entrepris une traversée de l'océan Atlantique à la rame au profit de « Médecins sans frontières ». Partis des Canaries le 26 janvier 2010 vers 17h00, ils ont posé le pied à Kourou, ville côtière de la Guyane française connue dans le monde entier pour être le site de lancement des fusées européennes Ariane, le samedi 15 mai à 23h15, heure belge. Les deux rameurs s'étaient fixé un délai de deux, voire trois mois pour effectuer la traversée, mais la réalité fut un peu différente. Leur course aura donc finalement duré 109 jours.

Peu après leur départ des îles Canaries, Mère Nature leur imposait déjà ses caprices. En effet, le mauvais temps et des vents contraires ont perturbé leur périple lors des premières semaines. Des inondations spectaculaires ont touché Tenerife début février mais, grâce au savoir-faire des prévisionnistes de l'IRM qui guidaient quotidiennement les rameurs par SMS et par courriel, ces derniers ont pu éviter la partie la plus active de la dépression et passer au large des zones de fortes pluies.

Lors de la préparation de leur traversée, nos deux aventuriers avaient suivi une formation en communication maritime... une excellente idée qui leur a sans doute sauvé la vie : Christophe était en train de ramer lorsque, soudain, Bart a vu un énorme bateau apparaître au loin, par-dessus l'épaule de son coéquipier. Il a alors saisi le téléphone de navigation pour prendre contact avec celui-ci mais... pas de réponse. Le cargo, dont on pouvait lire le nom tant il était proche, le Rebekka, continuait dangereusement sa route vers les rameurs. La deuxième tentative de communication a eu plus de succès et le bateau a lentement commencé à changer de course. Plus de peur que de mal. Le jour suivant, des rencontres plus agréables les attendaient. Plusieurs tortues marines leur ont rendu visite, sans doute intriguées de croiser la route de ce qui devait ressembler à une étrange tortue géante vue par en-dessous.



Figure 3.1 a : Christophe Sepot (à gauche) et Bart Verboven (à droite)



Figure 3.1 b : Les rameurs en action !

Ils ont ensuite malheureusement rencontré de forts vents contraires. Subissant les effets des perturbations, ils ont pris la direction des îles du Cap-Vert avant de s'engager dans les Alizés, ces vents de nord-est qui devaient les pousser vers leur but. On pouvait alors espérer une traversée rapide mais cela n'a pas été le cas : la composante nord de ces vents était plus importante que prévu et les rameurs ont dérivé en direction de l'équateur. Comble de malchance, un des deux rameurs a été victime d'une blessure à l'épaule et au coude, ce qui a obligé son compagnon à assumer temporairement toute la charge de travail. Poursuivant courageusement son voyage, l'équipage a dû fréquemment faire face à de fortes pluies dans la zone de convergence intertropicale, le fameux « Pot-au-noir » tant redouté par les marins depuis des centaines d'années. La forte instabilité et l'humidité importante rencontrées dans cette région proche de l'équateur sont à l'origine d'averses et d'orages violents et potentiellement dangereux. La figure 3.2 illustre le type d'intempéries que nos amis rameurs ont dû subir dans cette région lors de leur traversée.

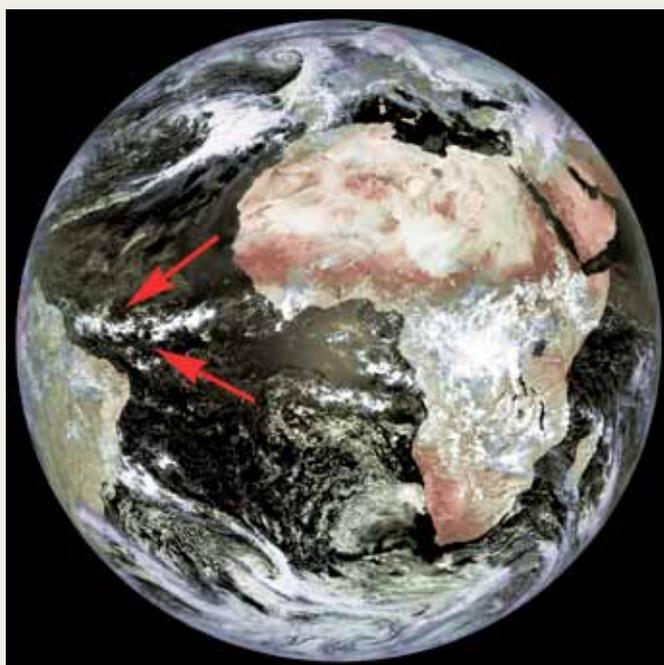


Figure 3.2 : Averses tropicales sur l'océan atlantique - photo satellite du 18/03/2010 12h00utc [Source : <http://www.fvawk.com>]

Ce sont ensuite des vents très faibles, toujours caractéristiques de cette région du globe, qui ont contrarié leurs projets. Les latitudes dites « des chevaux » sont les latitudes comprises entre 30° et 35° au nord ou au sud de l'équateur où de puissantes zones de haute pression entraînent une absence presque totale de nébulosité et donc de précipitations, mais aussi et surtout, de vent. Conséquence directe de cette quasi absence de vent, l'embarcation était davantage à la merci de forts courants marins le long des côtes brésiliennes et guyanaises appelés « courant nord-équatorial » et illustré à la figure 3.3. Ces courants ont finalement pris une direction favorable sud-est/nord-ouest, permettant aux rameurs de tenir un rythme moyen plus soutenu que lors de leur passage au milieu de l'Atlantique.

Après s'être finalement relativement bien sortis du « Pot-au-Noir », une dernière difficulté attendait l'équipage : les rameurs ont dû s'extraire de ces forts courants marins, sans l'aide du vent, afin de ne pas rater Kourou, leur objectif.

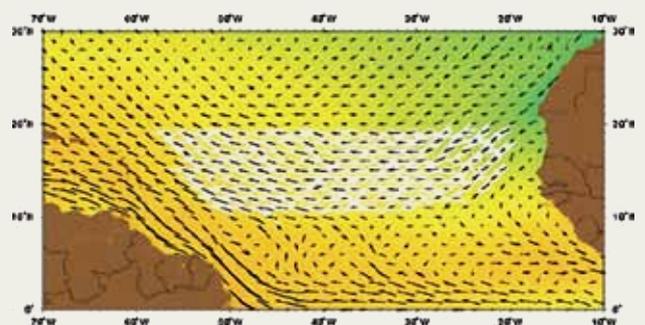


Figure 3.3 : Le courant nord-équatorial. Source <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/>



Solar Impulse

Figure 3.4a : L'avion solaire Solar Impulse

Dans un monde dépendant presque exclusivement des énergies fossiles, une lueur d'espoir écologique est apparue : l'avion Solar Impulse. Ce petit bijou de « technologie propre » vole entièrement grâce à l'énergie solaire et ne produit aucune pollution. L'instigateur de cette épopée des temps modernes n'est autre que Bertrand Piccard, héritier d'une lignée d'explorateurs et inventeurs. L'aventure familiale des Piccard remonte à 1931, l'année pendant laquelle Auguste Piccard, le grand-père de Bertrand, réalise la première ascension dans la stratosphère, grâce à une cabine pressurisée de son invention. Il sera donc le premier homme à voir la courbe de la Terre. Il sera aussi le premier homme à descendre dans les abysses en reprenant le concept de cabine pressurisée et en la modifiant en sous-marin, le fameux bathyscaphe. Son fils Jacques, suivra la même voie en réalisant le record du monde de plongée en profondeur à -10.916m. Il y découvrira des formes de vie ainsi que la confirmation de l'existence des courants sous-marins. Bertrand reprend alors le flambeau avec l'aventure Solar Impulse qui répond à un besoin urgent de développer des technologies propres et d'utiliser des énergies renouvelables. Cette idée lui est venue suite au tour du monde en ballon qu'il a effectué en 1999 et qui l'avait alors rendu entièrement dépendant du pétrole. Le projet démarre en 2003 et dès 2005, des tests de vols virtuels sont réalisés à l'IRM dans le but d'évaluer la capacité de l'avion à enchaîner des vols de jour comme de nuit.

Les prévisions météorologiques sont primordiales pour assurer la sécurité et le bon déroulement de ces vols expérimentaux. Les prévisionnistes de l'IRM, et principalement Luc Trullemans (Figure 3.5), ont donc joué un rôle de la plus haute importance dans le bon déroulement des opérations. Les paramètres les plus importants à prévoir sont le vent, la turbulence, la visibilité et la nébulosité et ce, 5 jours avant le vol. Au stade actuel du prototype de l'avion, un vol n'est possible que si la vitesse moyenne du vent au sol (à 10 mètres maximum) ne dépasse pas 7 nœuds (12 km/h) au décollage tout comme à l'atterrissage. Le niveau de turbulence, quant à lui, doit rester faible ou nul et la visibilité excellente. Le soleil étant son unique source d'approvisionnement en énergie, l'avion doit en permanence en capter les rayons. Dès le moment où l'avion quitte le sol, la mission météorologique consiste à surveiller l'état et l'évolution de l'atmosphère sur le trajet de l'avion et à prévoir une fenêtre d'atterrissage à l'aéroport d'arrivée en assurant des conditions météorologiques idéales.

C'est ainsi que le 7 juillet 2010, cent ans après qu'un avion a relié deux villes suisses pour la première fois, l'avion Solar Impulse HB-SIA piloté par André Borschberg a effectué le premier vol de nuit de l'histoire de l'aviation solaire en 26 heures, 10 minutes et 19 secondes. L'avion a ensuite traversé la Suisse, de Genève à Zurich, au mois de septembre.

Fiche technique

Envergure	63,40 m
Longueur	21,85 m
Hauteur	6,40 m
Poids	1.600 kg
Motorisation	4 moteurs électriques de 10 CV chacun
Cellules solaires	11.628 (10.748 sur l'aile, 880 sur le stabilisateur horizontal)
Vitesse moyenne	70 km/h
Vitesse de décrochage	35 km/h
3 records du monde	Altitude absolue : 9235 m - Gain d'altitude : 8744 m - Durée : 26 h 10 min 19 sec

En 2011, l'étape suivante du projet consistera à faire voler l'avion vers Bruxelles et Paris et de débiter la conception du nouveau prototype HB-SIB qui sera capable d'effectuer des vols de plusieurs jours. L'ambition de Bertrand Piccard est de démontrer que l'on peut faire bien plus que ce qui s'est réalisé à ce jour en utilisant une énergie alternative. Piccard en effet affirme: «Si un avion est capable de voler jour et nuit en ne s'alimentant qu'à l'énergie solaire, personne ne pourra plus soutenir désormais que cette énergie serait inopérante pour faire fonctionner d'autres véhicules à moteur, des systèmes de chauffage ou de conditionnement d'air, ainsi que des ordinateurs».



Figure 3.4b: Maquette de Solar Impulse



Figure 3.5: Luc Trulleman (au centre sur la photo), un des prévisionnistes de l'IRM qui participe depuis le début à ce projet, insiste sur le rôle crucial du météorologiste au cours des campagnes de vols du Solar Impulse.

Expédition Antarctica

L'IRM dirige un projet de recherche à la base belge Princess Elisabeth Antarctica.

La nouvelle base de recherche belge Princess Elisabeth Antarctica a été construite pendant les étés antarctiques 2007/2008 et 2008/2009. L'IRM a été chargé de la direction d'un projet scientifique dans cette nouvelle base. Le projet BelAtmos, mené en synergie avec l'IASB et l'Université de Gand, a pour objectif la construction d'une longue série continue d'observations de l'ozone et de composants plus rares dans l'atmosphère. Une attention toute particulière est accordée à la caractérisation détaillée des particules d'aérosols dans l'atmosphère antarctique. Les mesures de la composition atmosphérique en un lieu aussi éloigné que l'Antarctique sont importantes pour évaluer les changements dans les concentrations ambiantes et pour améliorer notre compréhension du déplacement sur de longues distances des aérosols et des gaz à effet de serre. En outre, ce type de données est particulièrement pertinent pour compléter ou valider les données provenant des satellites et des résultats modélisés.

Les premiers instruments ont été installés par un scientifique de l'IRM, Alexander Mangold, lors de l'expédition scientifique de 2009. Il s'agit d'un héliophotomètre qui mesure l'extinction totale du rayonnement solaire en présence de particules d'aérosol, et d'un éthalomètre mesurant l'absorption du rayonnement solaire en présence de particules d'aérosol, à différentes longueurs d'ondes. Ce dernier mesure également la concentration en particules de 'carbone noir'. Ce terme désigne les particules provenant des processus de combustion (par exemple, la combustion de la biomasse et le chauffage).

Au cours de l'été antarctique 2010-2011, Alexander



Mangold est resté dans la station scientifique Princess Elisabeth de la mi-décembre 2010 à la fin janvier 2011 pour installer 2 instruments supplémentaires. Le TEOM-FDMS (Tapered Element Oscillating Microbalance with Filter Dynamic Measurement System) mesure la concentration pondérale de toutes les particules d'aérosol. Le spectrophotomètre Brewer détermine la quantité totale d'ozone de la colonne atmosphérique et mesure l'intensité du rayonnement UV spectral. Les premiers résultats de mesures réalisés par ces nouveaux instruments seront analysés dans le courant de l'année 2011.

Le trajet Bruxelles-Antarctique a duré de 2 à 3 jours et a comporté plusieurs escales. Le voyage avait commencé par un vol Bruxelles-Le Cap, puis d'un ou deux jours de pause et de préparatifs. De là, Alexander Mangold s'est joint aux membres d'autres expéditions nationales pour décoller vers la côte antarctique. Le vol de six heures n'a rien eu d'une sinécure puisqu'il était assuré par un vieil avion cargo Iliouchine-76 russe sans confort. Une fois arrivé sur la base aérienne russe, le voyage s'est poursuivi dans de petits avions à hélices vers les différentes stations. Une heure et demi de vol était alors encore nécessaire pour relier la base russe à la station Princess Elisabeth.

2010/2011 a été la première saison totalement opérationnelle de la station. Les systèmes de gestion de l'énergie et de l'eau (eau fraîche, eau recyclée et eaux usées) ont fonctionné pour la première fois et les membres de l'expédition ont pu dormir dans des chambres installées dans la base. Le camp de base séparé et équipé de tentes n'est aujourd'hui plus nécessaire.



Figure 3.6 : Le scientifique de l'IRM, A. Mangold, sur le toit de la station Princess Elisabeth avec le spectrophotomètre d'ozone Brewer. L'instrument nous a été offert par nos collègues néerlandais du Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.



Figure 3.7 : La tente du Dr Alexander Mangold lors de son séjour en Antarctique.



La modélisation climatique

Image hivernal du Plateau d'Uccle.

L'utilisation à haute résolution du nouveau modèle de prévision numérique ALARO a été explorée afin de simuler la climatologie régionale ainsi que les valeurs extrêmes de la température maximale estivale en Belgique, entre 1961 et 1990. Cette étude consiste à procéder à une nouvelle paramétrisation – permettant l'utilisation d'ALARO à des résolutions spatiales allant de quelques dizaines de kilomètres jusqu'à moins de 4 km – des échanges d'eau, de chaleur et d'énergie entre les couches supérieures et inférieures de la troposphère ainsi que de la microphysique des nuages.

L'approche a consisté en une suite d'intégrations journalières couplées à des conditions aux limites latérales parfaites fournies par les ré-analyses ERA40 du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT). Dans cette étude, trois simulations différentes du climat présent ont été évaluées sur la base des données du réseau des stations climatiques de l'IRM: (1) avec une résolution spatiale de 40 km, (2) avec une

résolution spatiale de 10 km et (3) avec une résolution spatiale de 4 km. Dans ce dernier cas, la nouvelle paramétrisation de la convection profonde et de la microphysique a été mise en application.

Les résultats ont mis en évidence une surestimation de l'occurrence des situations à ciel clair combinée à une surestimation du rayonnement solaire incident vers midi lorsqu'on utilise le modèle avec une résolution spatiale de 40 km et aussi à 10 km. La simulation à 4 km de résolution réduit considérablement le biais chaud (le modèle surestime les observations) qui devient presque nul. Cela démontre la capacité du modèle à simuler correctement le développement des nuages convectifs (qui risquent de donner des précipitations) sur la Belgique, pendant l'été.

En utilisant la "Generalized Pareto Distribution (GPD)", on a aussi comparé, d'une part la distribution des températures extrêmes entre 1961 et 1990 obtenue par les trois simulations à 40, 10 et 4 km et, d'autre part celle des observations sur la même période. Les deux simulations à 40 et 10 km de résolution spatiale n'ont pas réussi à reproduire la distribution observée. On peut en déduire qu'elles ont surestimé l'occurrence des événements extrêmes comme les vagues de chaleur.

Finalement, cette étude a montré que le traitement cohérent de la convection profonde et de l'interaction nuage-rayonnement quand on augmente la résolution spatiale est très important dans les études régionales d'impact des changements climatiques.

Dans le futur, cette nouvelle version du modèle ALARO sera couplée à des scénarios climatiques de l'IPCC afin de calculer l'impact des changements climatiques sur la Belgique.

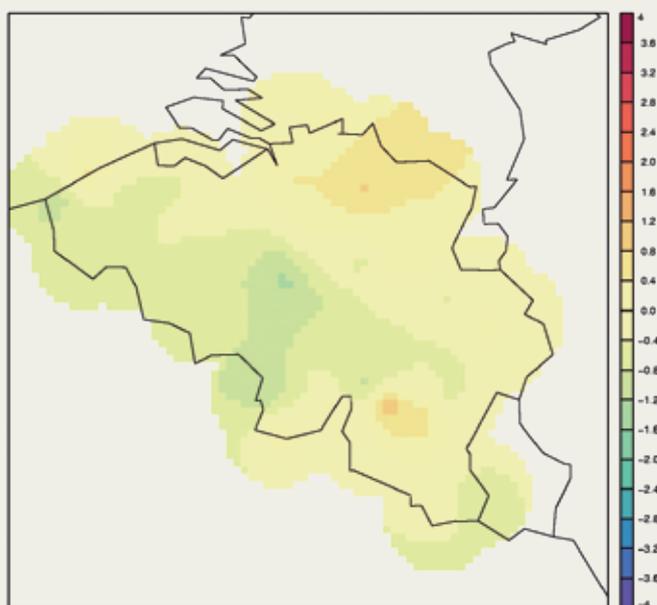
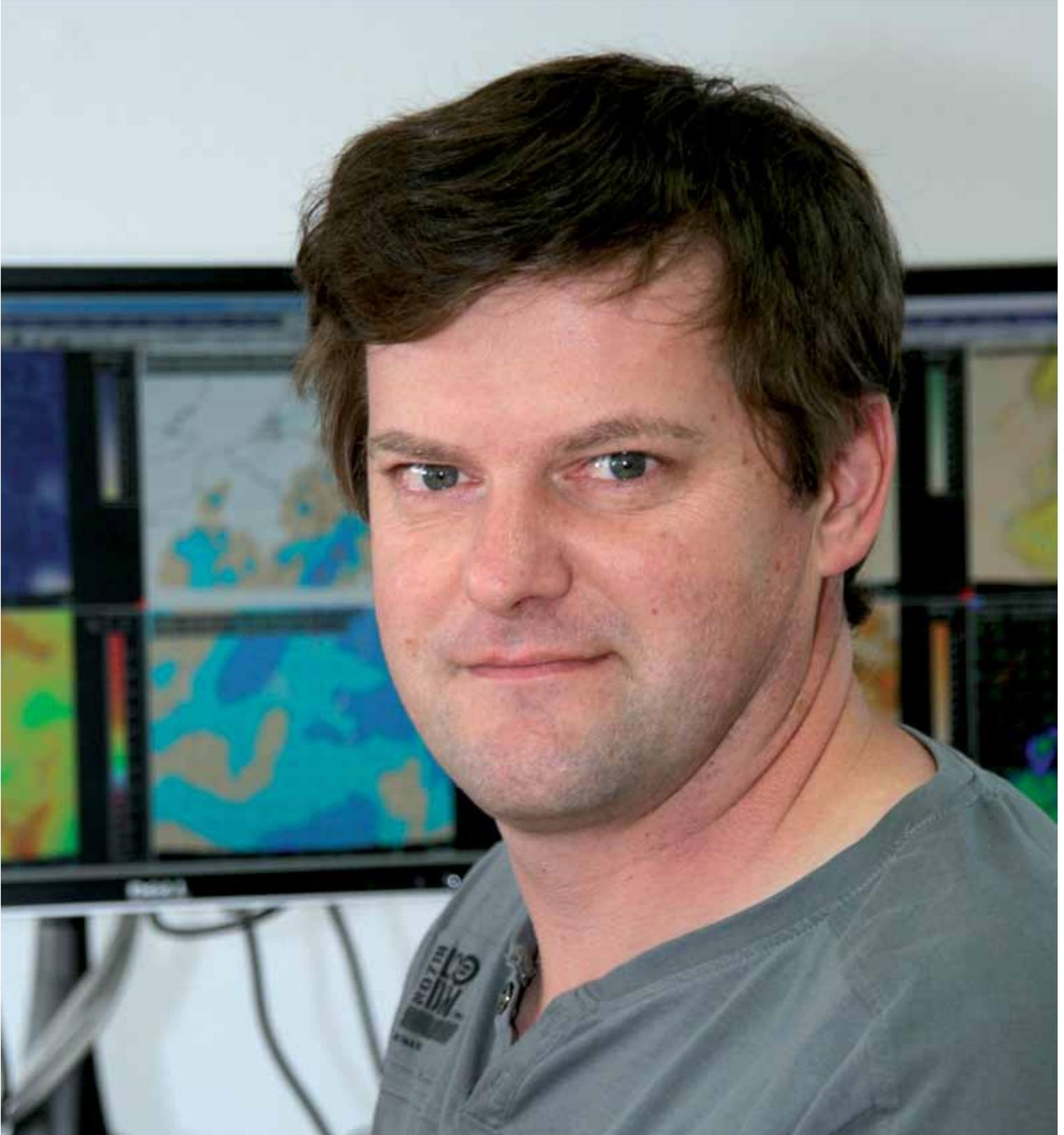


Figure 3.8: La distribution spatiale de la moyenne 1961-1990 du biais (modèle moins observations) de la température maximale estivale obtenu avec la nouvelle version ALARO tournée à ~ 4km de résolution. Le biais moyen des 50 stations du réseau climatologique de l'IRM est indiqué en haut.



Francis Bauwens, un de nos prévisionnistes



4

LA MÉTÉO EN 2010

Episode neigeux du 10 février 2010

La matinée du mardi 10 février 2010 a été l'une des plus chaotiques de l'année sur nos routes. Des précipitations neigeuses en provenance du littoral ont littéralement paralysé les accès à la capitale et aux grandes villes de l'ouest et du centre du pays, en pleine heure de pointe (Figure 4.1). Les critiques avaient alors fusé contre les prévisions de l'IRM faisant état de faibles chutes de neige. Revenons sur l'analyse de la situation de ce mardi 10 février dans la matinée.

L'impact des conditions météorologiques a été crucial, malgré des quantités de neige relativement faibles. Si l'on se réfère aux observations des stations synoptiques, les cumuls de précipitations recueillies après fonte de la neige sur une large moitié ouest du pays (à l'ouest d'une ligne Turnhout-Namur-Givet) pour le 10 février entre 00h00 et 12h00 UTC, ne dépassent pas 1 à 3 mm. Par contre, ces cumuls atteignent 1 à 7 cm sur la même période si l'on se rapporte aux épaisseurs de neige observées au sol, en cm.

Les prévisions de précipitations neigeuses des modèles sont fournies en termes de hauteur d'eau équivalente en mm. Le passage à une prévision d'épaisseur de neige requiert la plus grande prudence du fait que la densité de la neige peut être très variable. C'était le cas ce 10 février lorsqu'une neige peu compacte constituée de flocons relativement gros mais lâches a cumulé une épaisseur estimée à dix à vingt fois la hauteur de la lame d'eau équivalente. Le rôle du prévisionniste est essentiel pour éviter des erreurs d'extrapolation automatique.

Les analyses à échelles intermédiaires et les prévisions à très court terme, c'est-à-dire pour les prochaines heures, sont très utiles dans de nombreuses situations météorologiques : fortes averses, orages, brouillard, précipitations verglaçantes et/ou de neige, vent et rafales, etc. Elles permettent une meilleure compréhension des phénomènes et une correction après vérification en temps réel des indications fournies par les systèmes d'observations et les différents modèles météorologiques à échelles globale et régionale.



Figure 4.1 : Les précipitations de neige ont atteint notre littoral et la Flandre occidentale peu avant 5 heures locales et s'étendaient déjà vers 7 heures locales sur une bonne partie de la moitié ouest du pays.

La figure 4.2 indique que les trajectoires des centres de basse pression à méso-échelles analysés respectivement en altitude (ULL) et en surface (L) restent étroitement liées. Ces centres ont continué à se déplacer pratiquement ensemble vers le sud. Le creux, aussi appelé occlusion, est localisé par le tracé continu (en bleu). Les averses de neige sont représentées par le symbole du triangle surmonté d'une étoile (en vert). L'analyse SATREPS reprend, en plus des images de la télédétection, un choix d'éléments majeurs caractérisant un couplage entre les perturbations de surface et d'altitude, susceptibles d'influencer l'évolution de tel ou tel phénomène ; par exemple, l'extension d'une zone nuageuse, la formation ou la dissipation des précipitations, l'augmentation de l'instabilité de la masse d'air... C'est en cela qu'elle apporte une aide précieuse pour l'analyse et la prévision à court terme.

Les phénomènes atmosphériques qui conditionnent le temps sensible (couverture nuageuse et types de nuages, quantité de précipitations et type de précipitations, vent et rafales, température et humidité relative, orages, brouillards...) sont largement dépendants de la dynamique d'altitude. Dans des régions où dépressions de surface et d'altitude sont couplées, l'air humide peut s'élever sur de vastes étendues et former des zones nuageuses et de précipitations. La répartition des températures et de l'humidité non seulement au voisinage de la surface (la couche limite atmosphérique) mais aussi dans les premiers kilomètres de l'atmosphère peut, par exemple, accentuer le brassage de l'air et favoriser des précipitations plus intenses. Le chauffage de la surface et la modulation des échanges d'énergie et de vapeur d'eau entre l'atmosphère et cette surface ne sont donc pas les seuls facteurs qui conditionnent le type de temps.

Des perspectives d'amélioration des prévisions hydrologiques ont été présentées sur la base des projets INCA (voir encadré) et GLAMEPS (voir le chapitre 6 « Les nouveaux produits de l'IRM ») actuellement développés à l'IRM.

L'étude visant l'analyse des principaux éléments météorologiques qui caractérisent cet épisode hivernal a fait l'objet d'une publication spécifique (« Etude de la situation hivernale et des prévisions météorologiques du 10 février 2010 », Jean Neméghaire, Publication Scientifique n° 55, IRM).

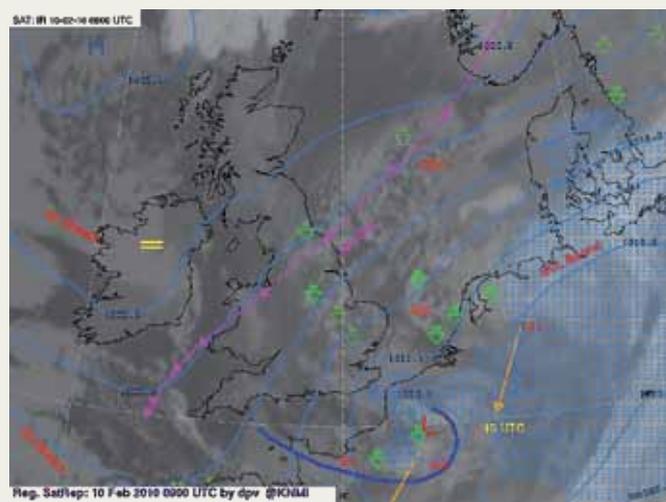


Figure 4.2: Carte du produit SatReps permettant l'analyse des cartes satellites. Image du 10/02/2010 à 09h00 UTC.

Dans le courant de l'année 2010, l'IRM a entamé la mise en place d'INCA (Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis), un nouveau système de nowcasting pour la Belgique. Le nowcasting consiste à établir des prévisions pour le futur très proche (0-6h) avec une haute résolution spatiale (typiquement 1 km). Les modèles de nowcast numériques ne sont souvent pas suffisamment précis dans ce laps de temps et les prévisions nécessitent une adaptation de la stratégie. Souvent, cette stratégie consiste à esquisser une image la plus complète possible de la situation actuelle de l'atmosphère (analyse) pour ensuite réaliser une extrapolation précise dans le temps pour les heures à venir (prévisions). INCA fournit des analyses et des nowcasts pour différents champs météorologiques à haute résolution (température, humidité, vent, couverture nuageuse, précipitations). En finalité, le système de nowcasting ne veut pas seulement améliorer la qualité des prévisions à court terme mais également accroître la fiabilité des avertissements en cas de conditions atmosphériques dangereuses (orages, inondations, verglas, neige...). Le système a été développé par le service météorologique autrichien (ZAMG) et est utilisé par plusieurs pays comme système opérationnel de nowcasting.



Bilan climatologique 2010

Parc climatologique de l'IRM.

A Uccle, après plusieurs années particulièrement chaudes, la température moyenne annuelle n'a atteint en 2010 que 9,7°C. Au cours des 30 dernières années, il faut remonter aux années 1996, 1987, 1986 et 1984 pour retrouver des valeurs annuelles inférieures (avec respectivement, 9,1°C, 9,2°C, 9,4°C et 8,9°C).

L'année 2010 relativement froide se caractérise aussi à Uccle par un nombre très exceptionnellement élevé de jours de chutes de neige et par des valeurs exceptionnellement élevées du nombre de jour de gel (température minimale < 0°C) et du nombre de jours d'hiver (température maximale < 0°C).

Le tableau suivant donne la valeur obtenue en 2010 pour quelques paramètres climatologiques classiques. On comparera ces valeurs avec les moyennes de ces paramètres sur la période 1981-2010.

Le bilan annuel complet se trouve sur le site web de l'IRM à l'adresse <http://www.meteo.be/meteo/view/fr/1317239-Bilan+climatologique+annuel.html>

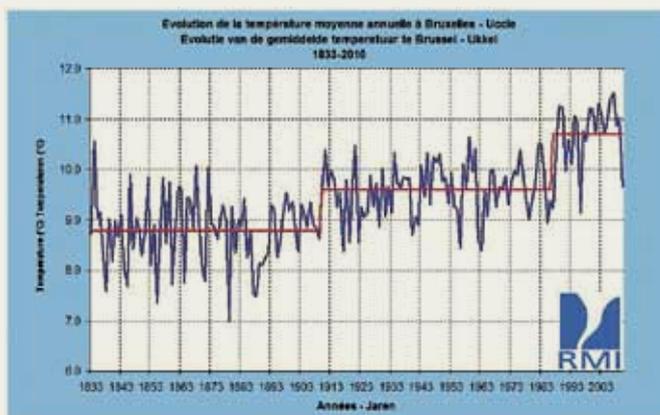
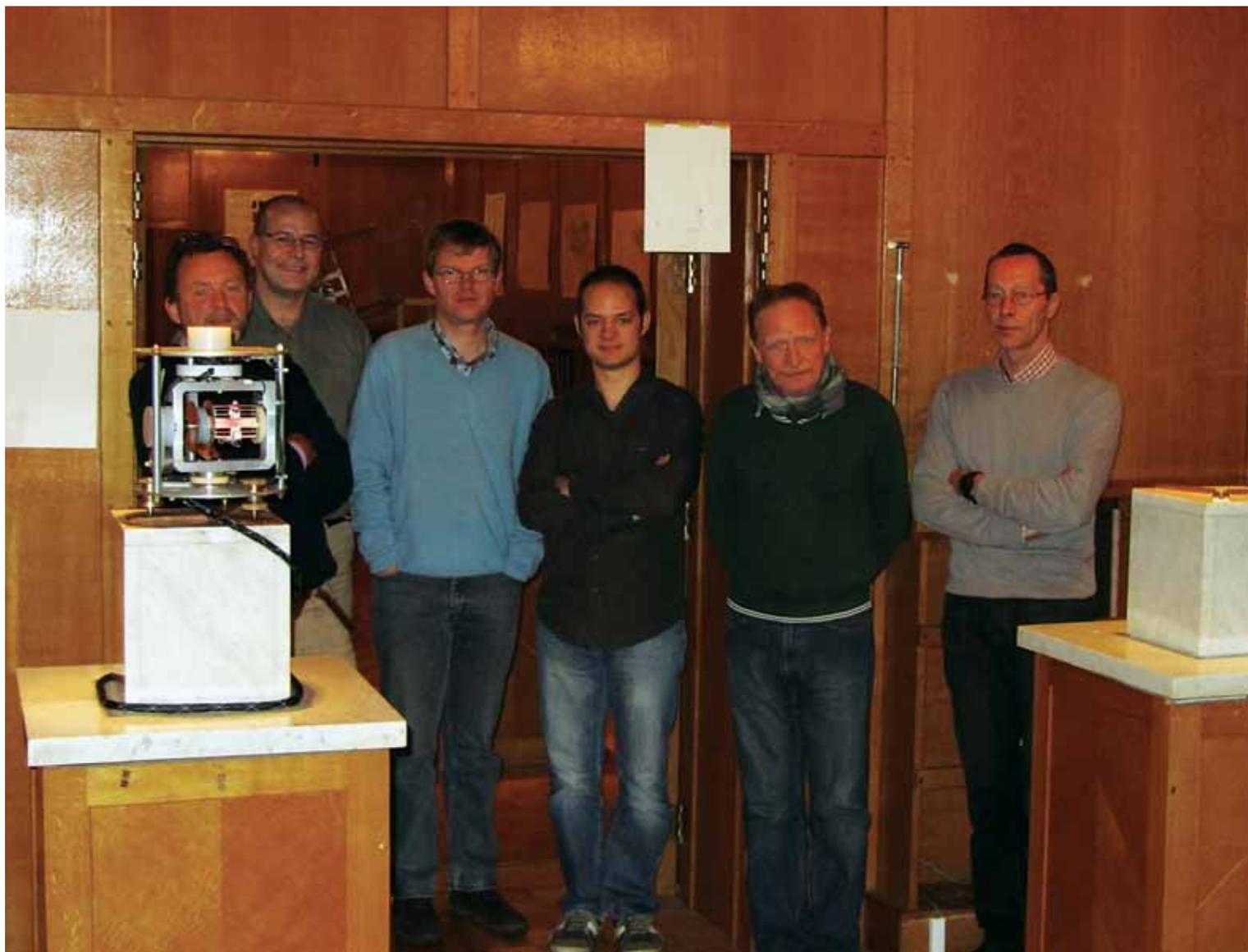


Figure 4.3: Températures moyennes annuelles à Bruxelles-Uccle de 1833 à 2010 (en °C)

Tableau 4.1: Valeurs annuelles pour 2010 de quelques paramètres à Uccle (colonne '2010') comparées aux normales sur la période 1981-2010.

Paramètres	2010	normales 1981-2010
Vitesse moyenne du vent (m/s)	3,3	3,4
Durée d'ensoleillement (h)	1556	1545
Température moyenne (°C)	9,7	10,5
Température maximale moyenne (°C)	13,4	14,2
Température minimale moyenne (°C)	5,9	6,9
Nombre de jours de gel (min < 0°C)	74	46
Nombre de jours hivernaux (max < 0°C)	27	7
Nombre de jours estivaux (max > 25 °C)	31	28
Nombre de jours de forte chaleur (max > 30°C)	7	4
Total des précipitations (mm)	914,1	852
Nombre de jours de précipitations mesurables (> 0,1 mm)	201	199
Nombre de jours d'orages dans le pays	71	95
Nombre de jour avec des précipitations en tout ou en partie de neige	53	19

L'équipe AUTODIF. De gauche à droite: Le Dr. Jean Rasson, M. François Humbled, M. Olivier Hendrickx, M. Alexandre Gonsette, M. Jean-Luc Marin, M. Guy Regnier.



5

LES NOUVEAUX PRODUITS DE L'IRM

GLAMEPS

GLAMEPS (Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System) est un système de prévisions probabilistes pour toute l'Europe. Son développement est le résultat d'une étroite collaboration entre les pays des consortiums ALADIN et HIRLAM. L'équipe belge d'ALADIN a joué et joue encore un rôle essentiel dans la réalisation de la version pré-opérationnelle de GLAMEPS.

Les prévisions d'ensemble constituent une extension des prévisions météorologiques numériques classiques. Au lieu d'une seule prévision, l'ordinateur génère un ensemble de prévisions. Celles-ci diffèrent entre elles par des variations de la situation initiale et, dans certaines composantes, de la modélisation elle-même. De ce fait, un nombre aussi important que possible de facettes de l'incertitude peut être pris en compte par la prévision.

En simplifiant quelque peu, on peut dire que la probabilité de survenance d'un phénomène météorologique quelconque (par exemple, les gelées nocturnes, les coups de vent et les précipitations) est d'autant plus grande qu'un nombre important de versions prévoit la même chose. Ceci peut être utilisé pour la génération de prévisions probabilistes indiquant le risque d'un phénomène donné (par exemple, le risque de neige et le risque de précipitations de plus de 10 mm). Outre la génération de prévisions probabilistes, les prévisions d'ensemble ont d'autres applications. Les nombreuses situations initiales légèrement différentes peuvent rapidement se différencier, offrant la possibilité d'évaluer des événements très extrêmes. La prévision d'ensemble fournit, en fait, une «prévision de la prévisibilité» du temps. Si tous les éléments de l'ensemble disent pratiquement la même chose, nous avons affaire à une situation plutôt stable à haute prévisibilité. Si de nombreuses variations divergentes apparaissent dans les éléments de l'ensemble, nous avons affaire à une situation plutôt instable à basse prévisibilité, dans laquelle le temps «peut partir dans tous les sens».

GLAMEPS fait usage de modèles météorologiques

totalment différents. Outre le modèle ALADIN, le modèle HIRLAM et le modèle global de l'ECMWF fournissent une série d'éléments pour l'ensemble final de 52 prévisions. Cet ensemble multi-modèle peut tenir compte à un certain degré des erreurs inhérentes à chaque modèle météorologique.

En 2010, GLAMEPS a été mis en œuvre au niveau pré-opérationnel. Actuellement, il génère deux fois par jour des prévisions comme celles illustrées dans la figure ci-dessous. Toutes les prévisions de GLAMEPS sont générées par le superordinateur de l'ECMWF, mais l'entretien et le développement sont assurés notamment par l'IRM.

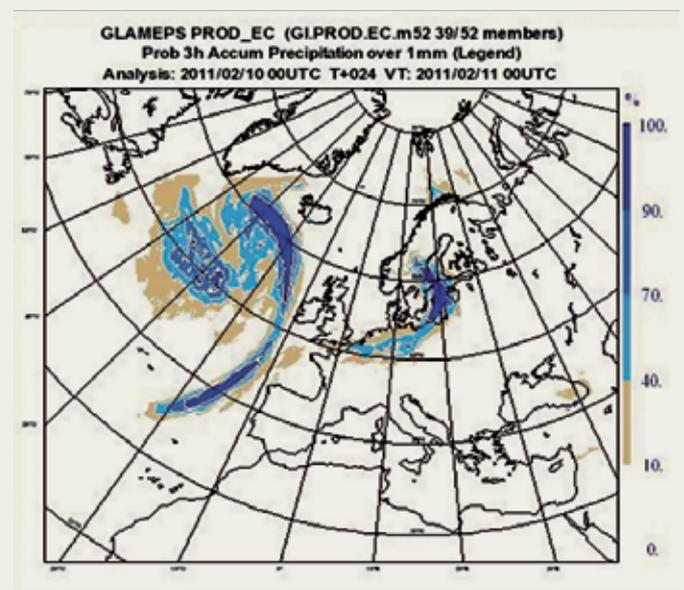


Figure 5.1 : Un exemple de prévision probabiliste GLAMEPS. Elle indique le risque de précipitations sur tout le territoire européen (plus de 1 mm).



Avertissements pour les risques d'orage important au parking FLAGEY

Les autorités de la Région de Bruxelles-Capitale ont fait construire, il y a quelques années, un bassin d'orage sous la place Flagey à Ixelles afin d'éviter autant que possible les débordements récurrents que cette zone a connus par le passé.

Les cartes anciennes mentionnent que la place Flagey se trouve à l'emplacement occupé jadis par un étang. Les Etangs d'Ixelles actuels sont les vestiges d'un ancien dispositif, plus naturel que la série des bassins d'orage d'aujourd'hui, qui régulaient en son temps les crues brutales que connaissent depuis des temps immémoriaux les quelques ruisseaux urbains.

Le bassin d'orage de Flagey, d'une capacité de 30 000 m³ a été construit afin de récolter les précipitations abondantes qui accompagnent les orages. Il est malheureusement impossible d'exclure des débordements de ce bassin dans quelques cas particulièrement sévères.

Malgré ce risque, un parking de 186 emplacements a été installé dans l'espace situé entre la place et le bassin d'orage. La commune d'Ixelles a confié à un gestionnaire privé l'exploitation de ce parking. Celui-ci a été amené à commander à l'IRM des services d'alertes aux orages sévères, avec la particularité d'une anticipation étendue à 48 heures, afin que le parking puisse être évacué, le cas échéant.

En 2010, l'IRM a développé et mis en place un service spécifique de « pré-alertes » aux orages sévères pour la société VINCI, gestionnaire du parking.

Le développement de la météorologie numérique, bien qu'en progrès constant, connaît aujourd'hui encore certaines limites dans la prévision des averses orageuses intenses. Une rétrospective des avertissements émis pour les orages très violents au cours des 6 dernières années fait état d'un nombre élevé de fausses alertes par rapport aux avertissements justifiés. Un défi majeur dans la prévision des orages sévères consiste à réduire au maximum le nombre élevé de fausses alarmes tout en s'efforçant de ne manquer aucun événement. Les recherches en cours devraient conduire à une meilleure probabilité d'occurrence des orages.

L'utilisation des prévisions d'ensemble permet raisonnablement de lancer un avertissement d'un risque d'orage sévère, une trentaine d'heures à l'avance. A cette échéance, une grande incertitude porte toutefois sur le lieu d'occurrence de l'orage et sur l'intensité des précipitations qui y sont associées. Dans le futur, des méthodes plus performantes devraient être proposées.

Le support fourni à la société Vinci est basé sur les développements actuels de la météorologie et accorde une attention particulière à la zone dans laquelle se trouve la Région de Bruxelles Capitale, élargie aux territoires des provinces des Brabant Flamand et Wallon..



Figure 5.2: entrée du parking Flagey

Un nouveau produit radar hydrométéorologique destiné à la Région Bruxelloise

Un nouveau produit radar hydrométéorologique destiné à la Société Bruxelloise de Gestion de l'Eau (SBGE) a été développé dans le but d'affiner l'analyse a posteriori des événements de précipitations intenses sur Bruxelles. Il s'agit de fournir les meilleures estimations des quantités de précipitations horaires spatialisées sur la Région Bruxelloise. Ces estimations sont basées sur les observations du radar météorologique de Wideumont et les données des pluviomètres automatiques de la SBGE.

Comme le montre la Figure 5.3, les quantités de précipitations indiquées en mm sur les cartes radar générées pour la Région Bruxelloise, sont réparties spatialement en dégradés de couleurs, suivant les quantités estimées. Cette figure illustre les variations très importantes de précipitations que l'on peut observer sur le territoire de la Région Bruxelloise.

Deux méthodes de combinaison des données radar et pluviométriques sont utilisées. La première, simple et robuste, consiste à appliquer un facteur correctif global aux estimations radar. La seconde, plus sophistiquée, est une méthode géostatistique d'interpolation des mesures pluviométriques dans laquelle le champ de précipitations radar est utilisé comme information externe.

Les cartes de cumul horaire sont générées de manière automatique après réception des données pluviométriques de la SBGE par l'IRM. Une fois les cartes produites, elles sont envoyées immédiatement à la SBGE.

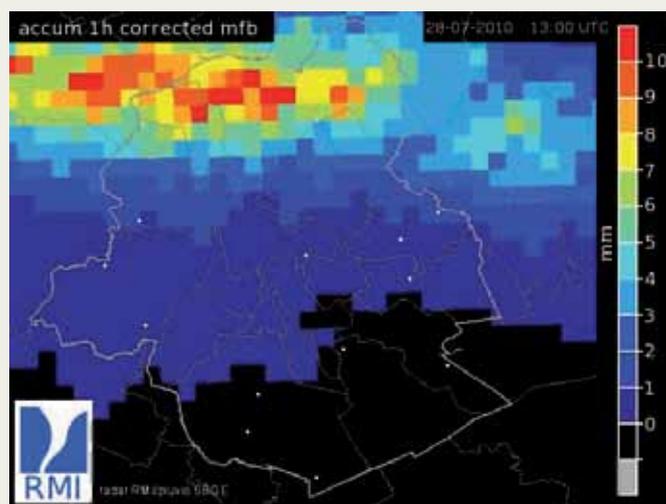


Figure 5.3: Produit radar hydrométéorologique destiné à la Région Bruxelloise: cumul horaire de précipitations le 28 juillet 2010 entre 12h et 13h UTC.

Les produits évapotranspiration (ET) de la LSA-SAF deviennent opérationnels

L'IRM participe depuis plusieurs années à la recherche menée dans le cadre du projet LSA-SAF d'EUMETSAT. Ce projet vise à déduire une série de variables environnementales permettant de diagnostiquer l'état des surfaces continentales et à suivre leur évolution au cours du temps, à partir d'images satellites.

Le projet est mis en place par EUMETSAT dans le but d'exploiter les possibilités offertes par les nouvelles séries de satellites météorologiques géostationnaires de deuxième et troisième générations (MSG/MTG). L'apport de l'IRM consiste à concevoir et mettre en place des méthodologies et des algorithmes permettant de quantifier le flux de vapeur d'eau entre la surface et l'atmosphère (encore appelé 'évapotranspiration', ET), ce flux jouant un rôle essentiel dans l'étude du cycle de l'eau.



Au cours des années précédentes, le groupe LSA-SAF de l'IRM a développé et implémenté une méthodologie permettant d'estimer, en temps quasi-réel (toutes les 30 minutes), le flux instantané d'eau liquide provenant du sol et de la couverture végétale et retournant en phase vapeur vers l'atmosphère. Ces estimations sont réalisées à l'échelle continentale (Europe, Afrique et une partie de l'Amérique du Sud) à la résolution spatiale de l'instrument SEVIRI (3 x 3 km au point sous-satellite). Dans certains domaines de recherche comme l'hydrologie, l'agriculture, l'écologie, la gestion des ressources hydriques et les études du changement climatique, l'intérêt principal ne réside pas dans la connaissance de la valeur instantanée de cette variable mais dans son évolution/accumulation au fil des jours, des mois ou sur de plus longues périodes. Dans le but de répondre à l'attente venant de ces domaines, un produit journalier ('Daily MSG ET', DMET) a également été développé sur base de l'intégration temporelle du produit instantané ('MSG ET', MET). La validation de la méthode à différentes échelles spatiales a montré la capacité du modèle à reproduire l'évolution de l'évapotranspiration avec une précision similaire à celle des observations.

Les performances des produits proposés ont été évaluées par des experts indépendants et, sur cette base, les produits MET et DMET ont été déclarés opérationnels en 2010. Cela signifie que ces produits satisfont à la majorité des exigences définies au départ (critères de qualité, robustesse de la procédure pour la production en temps quasi-réel) et sont aptes à être distribués aux utilisateurs.

La Figure 5.4 présente un exemple de composition pour le disque MSG complet de l'ET instantanée (MET) et du facteur de qualité associé. La Figure 5.5 montre deux exemples de produits journaliers DMET obtenus à 3 jours d'intervalle en septembre 2009. La Figure 5.6 illustre le résultat de l'agrégation mensuelle pour novembre et décembre 2009 du produit DMET.

Les résultats instantanés et journaliers sont accessibles gratuitement via le site internet de la LSA-SAF (<http://landsaf.meteo.pt>.) ou via le système mondial de distribution EUMETCast (http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/EUMETCast/index.htm).

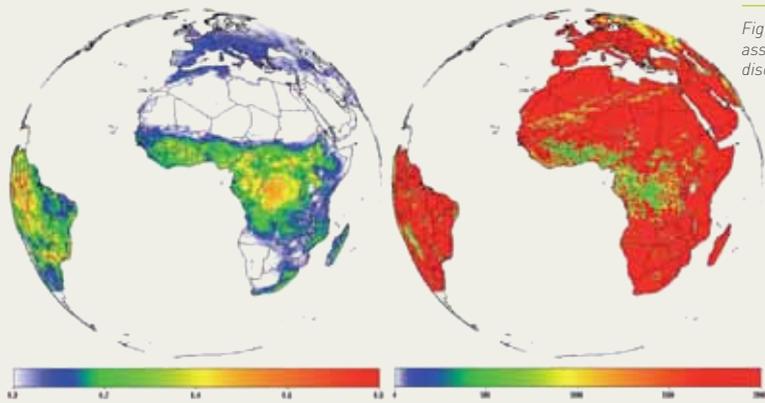


Figure 5.4 : Évapotranspiration instantanée (mm/h) (à gauche) et paramètre de qualité associé (à droite), avec la qualité la plus élevée représentée en rouge, pour l'ensemble du disque terrestre vu par MSG le 29 octobre 2010 à 12 h TU (produit LSA-SAF 'MET').

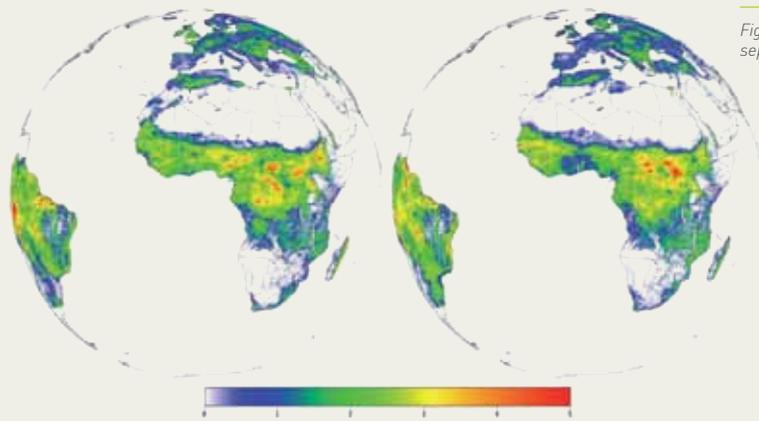


Figure 5.5 : Évapotranspiration journalière (mm/j) pour le 12 (à gauche) et le 15 (à droite) septembre 2009 (produit LSA-SAF 'DMET').

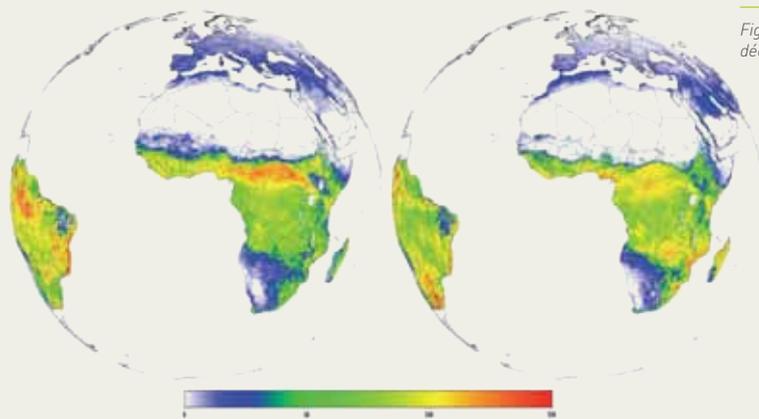


Figure 5.6 : Évapotranspiration mensuelle (mm/mois) pour novembre (à gauche) et décembre (à droite) 2009 (cumul mensuel du produit LSA-SAF DMET).



Figure 5.8 : Démonstration de l'AUTODIF MKII à Changchun, Chine devant la communauté des Observatoires Magnétiques.

Mesure du Magnétisme Terrestre : la version 2 d'AUTODIF

Afin de mesurer de manière précise et complète le champ magnétique de la Terre, il est nécessaire de mesurer son orientation dans l'espace : il faut mesurer les angles entre le vecteur géomagnétique, le zénith et le nord vrai. Cette tâche de mesure a été réalisée par des observateurs dans environ une centaine de stations magnétiques réparties sur l'ensemble de la Terre (depuis le XVI^e siècle pour certains). Une mesure automatique était jusqu'à présent impossible, l'instrument utilisé étant un théodolite fluxgate Diflux à commande manuelle.

L'IRM, qui a une longue expérience dans la réalisation et la mise au point d'instruments, s'est lancé en 1990 dans l'automatisation du théodolite fluxgate avec le but ultime de produire un observatoire magnétique entièrement automatique. Les premiers prototypes nous ont permis de maîtriser différentes techniques pointues : motorisations sans magnétisme, encodeurs angulaires optiques de haute précision également sans magnétisme, capteurs magnétiques à vanne de flux (fluxgate), nivellement à la seconde d'arc... et ont abouti à la mise au point de l'AUTODIF MKII, illustré à la figure 5.7.



Figure 5.7 : Au premier plan, le théodolite Diflux automatique AUTODIF MKII. Derrière, un observateur effectue une mesure manuelle avec un Diflux ZEISS010. L'AUTODIF est destiné à remplacer le théodolite manuel dans les observatoires automatiques.

L'AUTODIF va nous permettre de faire fonctionner des observatoires sans personnel comme la station de Manhay en province de Luxembourg par exemple. Cette possibilité d'opération automatique a généré un certain intérêt chez nos collègues qui nous sollicitent régulièrement en vue de nous acheter l'appareil. Notre idée est de réagir en le commercialisant dans le cadre du projet de valorisation « Magnetic Valley » (Voir plus loin dans ce chapitre).

Des contacts ont été pris avec les clients intéressés des pays suivants : Japon, USA, Chine, Australie, Espagne... Ces clients potentiels sont contactés régulièrement par une newsletter informant des progrès dans la commercialisation de l'appareil. Nous réalisons aussi des démos dans différents congrès et ateliers internationaux pour promouvoir ce projet (figure 5.8).

Une première version de l'AUTODIF a déjà été installée dans l'Observatoire CONRAD en basse Autriche. Une installation dans la base antarctique belge Princess Elisabeth est aussi envisagée.

Cet appareil ouvre la voie à de nombreux développements futurs et nous permet d'être à la pointe de l'observation du champ géomagnétique. Outre l'observatoire entièrement automatique et ultra-compact, il permettra, par le couplage à un chercheur de direction nord, la réalisation de mesures continues au fond des océans.

Détection de la foudre

L'IRM utilise le système de détection de la foudre SAFIR (Système d'Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique). La mise en œuvre, en 2010, du nouveau logiciel Vaisala permettra de traiter différemment les données provenant des cinq capteurs SAFIR. Ce logiciel, appelé « Total Lightning Processor » (TLP), est utilisé pour localiser tant les décharges au sol (basse fréquence) que les éclairs intranuage (haute fréquence). Par rapport à la méthode actuelle, la différence réside dans le fait que le TLP utilise le temps d'arrivée du signal sur chaque capteur pour localiser les décharges au sol au lieu d'en déterminer magnétiquement la direction, comme aujourd'hui. La différence du temps d'arrivée entre deux stations détermine à son tour une hyperbole se composant de tous les lieux possibles d'impact au sol. L'intersection de deux ou plusieurs hyperboles, en faisant usage de la différence du temps d'arrivée entre les différentes stations, indique le lieu final de la décharge au sol. La littérature juge ce procédé plus précis en comparaison avec la méthode conventionnelle de détermination magnétique de la direction. La production de résultats pertinents est fonction de la mise au point des capteurs et du choix des paramètres du logiciel.

Energie Renouvelable : une climatologie du Rayonnement en Belgique

A l'heure du plein essor des technologies d'énergie solaire, une bonne connaissance du rayonnement solaire est essentielle tant, par exemple, pour l'estimation des performances de systèmes solaires thermiques ou photovoltaïques que pour la conception passive de bâtiments. Le rayonnement solaire étant un paramètre météorologique de toute première importance, l'IRM bénéficie d'une longue expérience dans son observation. Des mesures de rayonnement solaire sont en effet effectuées de manière ininterrompue depuis les années 50 à Uccle, Ostende et Saint-Hubert. Le réseau d'observation radiométrique fut progressivement étendu à d'autres stations météorologiques et connut son principal essor dans les années 90 avec le déploiement des stations automatiques. A l'heure actuelle, l'irradiance solaire globale (irradiance des rayonnements direct et diffus reçus sur une surface plane et horizontale depuis toutes les directions) est mesurée dans 13 stations par des pyranomètres (figure 5.9).



Figure 5.9: Pyranomètre sur la tour radiométrique de l'IRM à Uccle.



Des recherches menées actuellement à l'IRM visent à affiner la connaissance de la répartition spatio-temporelle du rayonnement solaire à la surface de la Terre par l'utilisation de l'imagerie satellitaire. Les images reçues par le satellite géostationnaire météorologique européen Météosat (Meteosat Second Generation - MSG) fournissent en effet une bonne caractérisation de la couverture nuageuse, ce qui permet, par l'utilisation de modèles adaptés au type de nébulosité observé, d'estimer le rayonnement solaire en surface.

Contrairement aux stations météorologiques qui effectuent des mesures géographiquement localisées, ces estimations présentent l'avantage de couvrir l'entièreté de la zone d'observation de Météosat avec une résolution spatiale relativement élevée (jusqu'à environ 2 x 2 km sur la Belgique). Elles sont néanmoins tributaires des approximations inhérentes aux modèles considérés. Récemment, une cartographie du rayonnement solaire en Belgique fut établie par la fusion des mesures au sol et des estimations satellitaires. Cette approche permet de tirer parti des avantages de chaque type de données : la précision des mesures au sol et la couverture globale des estimations par l'imagerie satellitaire. La distribution spatiale du rayonnement solaire pour l'année 2009 est illustrée à la Figure 5.10.

A l'issue de ces recherches, l'IRM proposera de manière opérationnelle des valeurs de rayonnement solaire global sur une surface horizontale pour tout endroit en Belgique. De même, des climatologies annuelles et saisonnières du rayonnement solaire global seront établies.

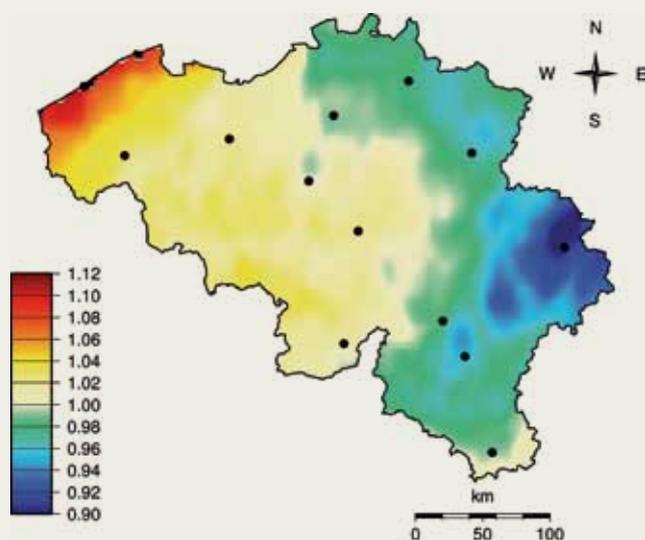


Figure 5.10: Distribution relative du rayonnement solaire en Belgique pour 2009 par rapport à la station de référence à Uccle obtenue par fusion des mesures effectuées au sol et des observations depuis Météosat. Le cumul de rayonnement solaire global à Uccle pour 2009 a été mesuré à 1083 kWh/m². Les points noirs représentent la position des stations automatiques de l'IRM considérées dans cette étude.



Pollution des sols en métaux lourds - Méthode magnétique

Les cendres volantes émises lors de la combustion de combustible fossile dans les centrales électriques, les fonderies (production de métaux ferreux et non ferreux) et les fabriques de ciment sont très riches en métaux lourds. En général, entre 2 et 20 % de la masse des particules dues à des combustions sont constituées d'oxydes de fer magnétiques. Ces substances sont nocives et toxiques (www.seveso.be) et l'identification de leurs concentrations n'est pas chose aisée. C'est pourquoi des méthodes magnétiques ont été proposées pour contrôler la pollution en particules porteuses de métaux lourds provenant de processus de combustion.

Les particules magnétiques sont produites en même temps que les métaux lourds, ces deux substances suivront alors le même trajet de sédimentation, de répartition dans le sol. Les métaux lourds peuvent aussi être incorporés dans la structure cristalline magnétique ou être adsorbés à la surface de la particule magnétique.

Un des objectifs du projet Magnetic Valley (projet de l'IRM qui a pu voir le jour grâce au vif soutien de la ministre de la Politique scientifique Sabine Laruelle et qui a pour but de développer des produits et services d'avenir dans différents domaines) est de développer une méthode alternative pour estimer l'étendue de la pollution des sols en métaux lourds. Evidemment, les mesures magnétiques ne donnent pas la concentration chimique des différents métaux dans le sol, mais ils peuvent être considérés comme mesures d'évaluation indirecte. En utilisant des cartographies magnétiques, on peut déterminer l'étendue de la pollution en métaux lourds d'une certaine zone, d'une manière facile et économique. Cela permet d'optimiser l'échantillonnage pour les analyses géochimiques imposées par la loi belge et la Directive 2003/105/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2003.

L'applicabilité des méthodes magnétiques à la cartographie des sols pollués sera testée dans le cadre du projet Pollusol en collaboration avec la Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement (SPAQuE) et l'Université Catholique

Pavillon des mesures du champ géomagnétique à Dourbes.

de Louvain (UCL) (voir figure 5.11). Dans le cadre de Pollusol, différents types des sols potentiellement affectés par des particules en suspension provenant des sources urbaines et industrielles ont été échantillonnés dans différentes zones en Région Wallonne. Cet échantillonnage consiste à prélever des carottes en vue de procéder à des analyses chimiques et magnétiques. Elles servent à établir la corrélation entre la concentration en métaux lourds et la susceptibilité magnétique. Si cette relation est connue, les valeurs hautes de la susceptibilité pourront être interprétées comme pollution en métaux lourds.

Étant donné que des minéraux magnétiques se forment aussi de manière naturelle pendant le développement d'un sol, il est aussi important de les étudier car leurs propriétés peuvent varier d'un type de sol à un autre. Les propriétés magnétiques qualitatives, comme la taille des particules magnétiques, par exemple, ne varient pas beaucoup au regard de l'occupation du sol, sauf pour des sols forestiers. On peut donc conclure que des différences éventuelles dans l'enrichissement magnétique des sols sont d'origine humaine.



Figure 5.11 : Prélèvement d'un échantillon de sol dans le cadre du projet Pollusol en collaboration avec la SPAQuE et l'Université Catholique de Louvain. Lors de l'extraction de la carotte qui servira d'échantillon pour les analyses chimiques du sol, d'autres échantillons sont prélevés autour du trou percé au forêt pour des analyses magnétiques, afin de garantir leur compatibilité.

Démonstration du lancement d'un ballon-sonde lors des 4 journées en l'honneur de nos observateurs.



LA VIE DE L'INSTITUT

Nous souhaitons une bonne retraite au Dr Henri Malcorps, notre Directeur général

C'est en 1985 que le Dr Henri Malcorps devient directeur de l'IRM au sein duquel il travaille comme assistant scientifique depuis 1968. Ses travaux expérimentaux et théoriques en radiométrie satellitaire ont déjà, à cette époque, suscité l'intérêt de la communauté scientifique météorologique. Ses travaux en radiométrie avaient débuté sous l'autorité du Dr D. Crommelynckx avec qui il avait, entre autres, perfectionné le radiomètre de référence. Il s'était ensuite consacré à l'électricité atmosphérique sous l'autorité du Dr Ir J.-C. Jodogne.

Ce sujet, particulièrement difficile et toujours très actuel, puisqu'il porte sur la compréhension des phénomènes orageux, le passionne et ce n'est donc pas étonnant si quelques années seulement après sa prise de fonction comme Directeur, le Dr Henri Malcorps parvient à convaincre les autorités belges de doter la Belgique d'un réseau de détection des orages. Cet équipement très performant appelé système SAFIR, sera acquis grâce à un subside de la Loterie Nationale.

Événements marquants pendant la direction d'Henri Malcorps

Sous la direction du Dr Henri Malcorps, l'IRM connaîtra de profonds changements, rendus nécessaires par l'évolution du monde météorologique en Europe et dans le monde, ainsi que par l'évolution institutionnelle de la Belgique.

En 1986, lors de l'accident de Tchernobyl, l'IRM encore compétent en matière de surveillance de la qualité de l'air sur le territoire belge, détecte la brusque montée de la radioactivité à Uccle et à Dourbes. C'est le point de départ d'une alarme portant sur le premier accident nucléaire important, jusque là ignoré du monde occidental.

En 1987, l'IRM obtient l'autonomie de gestion qui lui permet d'utiliser de manière plus efficace les moyens financiers et humains mis à sa disposition. Cette autonomie, quoique toute relative, permet à la direction et au personnel de prendre plus d'initiatives et de répondre plus rapidement aux besoins du public et des utilisateurs des informations météorologiques.

A la suite des tempêtes de 1990 particulièrement violentes en Belgique, puis des inondations dans la vallée de la Meuse en 1993 et en 1995, Henri Malcorps réoriente assez profondément les modalités de communication de l'Institut vers le public.

1992 voit l'installation de SAFIR, système de détection des orages, et les premières ébauches d'une planification pour l'installation des réseaux de stations automatiques et des radars météorologiques.

En 1993 a lieu la création du Centre de Télé-opération spatiale de l'IRM.

En 1994, le Centre de Physique du Globe à Dourbes acquiert un magnétomètre cryogénique grâce aux subsides de la Loterie Nationale. Les chercheurs de l'IRM peuvent ainsi étudier le champ magnétique enregistré dans des échantillons de sols et des objets fabriqués par les hommes. Ils apportent grâce à cet outil essentiel une contribution importante à la connaissance globale de l'histoire de notre planète et à l'évolution de son climat.

En 1995, l'ouverture à la concurrence des services météorologiques décidée à l'échelle européenne est relativement bien acceptée et anticipée à l'IRM grâce à l'esprit d'innovation qu'impulse le Directeur auprès de son personnel. Multipliant les échanges avec les services météorologiques étrangers, Henri Malcorps s'efforcera de contribuer à l'intégration de l'IRM au sein d'organismes européens. Cette année marque le début des activités d'EUMETNET. Il s'agit d'un accord de coopération entre les services météorologiques nationaux européens (dont l'IRM) qui s'est fixé pour but de développer une expertise commune dans le domaine du temps, du climat, de l'environnement et des activités connexes.



En 1996, les services météorologiques nationaux européens décident de coopérer étroitement afin de rendre leurs données et produits plus largement accessibles dans la perspective d'activités commerciales transnationales. Ils créent ainsi un groupe d'intérêt économique appelé ECOMET dont le siège est situé dans les locaux de l'IRM à Uccle.

En 1996, l'IRM sera le premier service public fédéral en Belgique à fournir au public une information quotidienne sur son site Web.

En 1997, renouant avec la recherche fondamentale dans le domaine de la prévision numérique du temps, l'IRM se joint au consortium international ALADIN. Les premières prévisions opérationnelles à l'aide du modèle ALADIN-Belgique sont lancées en février de l'année suivante.

En 1999, l'IRM est restructuré en profondeur et adopte une nouvelle forme d'organisation, basée sur le «Performance Management ». Cette nouvelle structure doit lui permettre de s'adapter plus souplesment à un environnement changeant. Il se fixe une vision commune : «Un service fiable au public et aux autorités, basé sur la recherche, l'innovation et la continuité».

En 2000, un radar météorologique est installé à Libramont grâce au soutien de la Loterie Nationale, à la contribution de la Régie des Bâtiments et à des moyens propres dégagés par l'IRM. Cet outil de technologie avancée, installé près de Libramont, en un lieu parmi les plus hauts de Belgique, permet de visualiser les précipitations sur une très grande portion du territoire national ainsi que sur une partie des territoires voisins luxembourgeois, français et allemand. Ce radar participe de fait à la prévention et à la surveillance des phénomènes météorologiques qui engendrent régulièrement des inondations.

En 2001, inauguration de la station météorologique dirigée par l'IRM pour le compte de la Communauté flamande à Zeebrugge.

En 2002, lancement du premier satellite Meteosat de la seconde génération équipé entre autres de deux instruments développés à l'IRM. Ces nouveaux instruments qui équipent désormais les satellites météorologiques augmentent la résolution des données récoltées depuis l'espace et fournissent quantité de nouvelles données pour la recherche en météorologie et en climatologie.

En 2003, la canicule particulièrement sévère au cours de l'été est l'occasion d'un rapprochement fécond de l'IRM avec la Cellule Interrégionale de l'Environnement et avec les services de santé publique.

En 2007-2008 : au sein de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), le risque climatique, son évolution récente et sa variabilité sont depuis un certain temps déjà envisagées en termes de développement de nouveaux services climatologiques. Le Dr Henri Malcorps est invité en tant qu'expert à préparer la conférence internationale qui aura lieu deux ans plus tard à Genève et au cours de laquelle une délégation de l'IRM accompagnera le ministre du Climat, Monsieur P. Magette.

C'est au cours de cette conférence que seront fixées les nouvelles orientations de l'OMM en matière de services climatologiques.

En 2009, avec le soutien de la ministre de la Politique scientifique, Madame S. Laruelle, l'IRM lance le projet «Magnetic Valley» à Dourbes.

En particulier, le Dr Henri Malcorps s'est toujours montré ouvert aux nouvelles technologies de l'information. En 1999, il adopte pour l'ensemble des départements de l'IRM, une base de données centrale qui sera la base de tous les produits et informations disponibles à l'IRM. Il a implémenté une structure de fonctionnement de l'IRM basée sur une planification rigoureuse et le suivi précis des procédures par le biais des «workflows» et de la gestion documentaire, offrant d'intéressantes innovations en matière de management.

Ses compétences étaient reconnues au niveau international où il a été choisi par ses pairs successivement comme président de l'ECMWF, d'EUMETSAT et du consortium ALADIN. Si l'OMM devait traiter un sujet sensible, c'est à lui qu'elle faisait appel pour diriger la réunion et appliquer le fameux «compromis à la belge».

Monsieur Malcorps a marqué son mandat de directeur par une volonté d'innovation et de convivialité. Doué d'un verbe acéré et d'une détermination bien trempée, il a toujours voulu insuffler son dynamisme à l'IRM. Néanmoins, par-delà tous les projets réalisés, son travail était dicté par un seul objectif : assurer et améliorer la sécurité de la population.

**Nous lui souhaitons une excellente retraite
largement méritée.**



Figure 6.1 : Le Dr Henri Malcorps (avec nos remerciements à la photographe Griet Dekoninck, pour le compte de la société de communication Cypres)



Figure 6.2: Photo « souvenir » d'un groupe d'observateurs lors d'une des quatre journées organisées en leur honneur.

Les Observateurs du Réseau Climatologique reçus à l'IRM

En Belgique, les observations climatologiques régulières remontent à 1833, quasiment à la création du pays. Ces observations se sont d'abord faites sur le site de l'ancien Observatoire à Saint-Josseten-Noode et ensuite, dès 1886, à Uccle sur le site actuel de l'IRM. Ce n'est qu'à partir des années 1880 qu'un important réseau de stations climatologiques a été déployé pour connaître et surveiller le climat des différentes régions du pays.

De nos jours, ce réseau d'observations climatologiques se compose de plus de 270 stations réparties sur tout le territoire. Des relevés climatologiques sont effectués quotidiennement, dans la grande majorité des cas par des particuliers passionnés, mais aussi par des observateurs professionnels sur les aéroports ou par des agents de l'Etat, des services régionaux ou de sociétés privées.

Chaque matin vers 8 heures, tous les observateurs mesurent la quantité de précipitations tombée en 24 heures et recueillie dans un pluviomètre standard mis à leur disposition par l'IRM. Certains d'entre eux mesurent encore d'autres paramètres comme les températures minimales et maximales, la nébulosité, la visibilité, l'épaisseur de neige, etc. Grâce à la passion de nos observateurs pour la météorologie, ce sont d'incalculables longues séries de données qui ont pu être accumulées au fil des années. Cela permet à l'IRM d'étudier le climat belge, ses particularités géographiques et son évolution dans le temps. Depuis quelques années, le réseau de stations manuelles a été complété par des stations entièrement automatisées qui fournissent leurs observations en continu.

A côté de l'étude de notre climat, une autre mission de l'IRM consiste à fournir au public toute une série de renseignements d'ordre climatologique. Tous les jours, dans le cadre de leurs activités, des assurances, des avocats, des étudiants, des entreprises spécialisées, entre autres, nous demandent les valeurs de différents paramètres observés dans le pays. Ils s'intéressent aux quantités

de précipitations, à la présence de brouillard, aux pointes de vent, aux degrés-jours...



Figure 6.3: Notre Directeur général, Henri Malcorps, a tenu à accueillir personnellement les observateurs.

En 2004, un nouveau système de transmission des données observées dans le réseau climatologique a été mis en service. Ce système, nommé Téléclim, permet dorénavant aux observateurs de transmettre leurs données de manière quotidienne par téléphone vers un serveur informatique et non plus mensuellement sur papier comme précédemment. La transmission journalière des données météo offre l'avantage d'un traitement et d'une validation des données au jour le jour et non plus avec un mois de décalage. Les anciens bulletins d'observations sur papier devaient, avant toute autre opération, être encodés manuellement. Les renseignements climatologiques peuvent dès lors être mis à disposition du public dans des délais plus courts. L'IRM peut ainsi réagir très rapidement lorsque le Fonds des calamités fait appel à son expertise pour qualifier éventuellement d'exceptionnel des phénomènes météorologiques à l'origine de dégâts importants dans le pays.

Tous les renseignements fournis par les observateurs sont donc très importants pour l'IRM. C'est pourquoi, fin 2010, nous avons organisé des journées spécialement dédiées à nos bénévoles pour les remercier de leur dévouement et de la qualité de leur travail. Durant quatre samedis, nous les avons invités à l'Institut afin de leur faire passer une journée qui, nous l'espérons, restera inoubliable. Des conférences ainsi que de nombreux exposés reprenant les diverses activités et missions scientifiques de l'IRM mais aussi de l'Observatoire Royal leur ont été proposés. Des domaines tels que les prévisions météo au Bureau du Temps, l'imagerie radar et satellitaire, le fonctionnement des stations automatiques ou encore un bref historique de la météorologie sont quelques-uns des thèmes abordés. Ces journées furent rendues possibles grâce à la collaboration de nombreuses personnes de l'Institut, mais également de l'Observatoire.



Figure 6.4. Lors de ces journées, de nombreuses activités ainsi que des conférences ont été présentées aux observateurs. Dans ce cas-ci, l'explication du travail de prévisionniste.



Mise en place de cercles de développement à l'IRM

En janvier 2010, l'IRM a donné le coup d'envoi de son premier cycle de cercles de développement.

Ce démarrage a été précédé d'une période de mise en place d'un an. En concertation avec les chefs fonctionnels et le conseil de direction, le service Human Resources de l'IRM a défini la règle pour l'IRM, démarré une plate-forme d'information, établi des descriptions de fonction et personnalisé les formulaires pour l'IRM. Ensuite, 121 membres du personnel intéressés et les 25 chefs fonctionnels ont reçu une formation interne d'un jour dispensée par le service HR.

Les cercles de développement poursuivent plusieurs objectifs au profit tant de l'individu et de l'équipe que de l'organisation. Les principaux objectifs sont les suivants :

- **améliorer le fonctionnement de l'organisation dans son ensemble ;**
- **réaliser les objectifs de l'organisation pour le développement des compétences des équipes et des membres du personnel (cadres et collaborateurs) ;**
- **responsabiliser les collaborateurs et accroître leur motivation en les impliquant davantage ;**
- **veiller à une communication optimale entre le chef et le collaborateur.**

Les acteurs :

- **Le collaborateur-évalué. Les cercles de développement constituent une opportunité de prendre des initiatives pour tous les collaborateurs au niveau de leurs fonctions et de leur développement. Ils leur offrent la chance de proposer des actions de développement.**

- **Le chef fonctionnel-évaluateur. Les cadres sont responsables de la concrétisation des résultats du service et/ou de l'équipe. Ils veillent à ce que le travail soit correctement et ponctuellement effectué. De plus, ils contribuent au bien-être des collaborateurs dans leurs fonctions. À cette fin, ils peuvent stimuler les membres de leur équipe et les encourager à prendre des initiatives et à suivre des formations.**

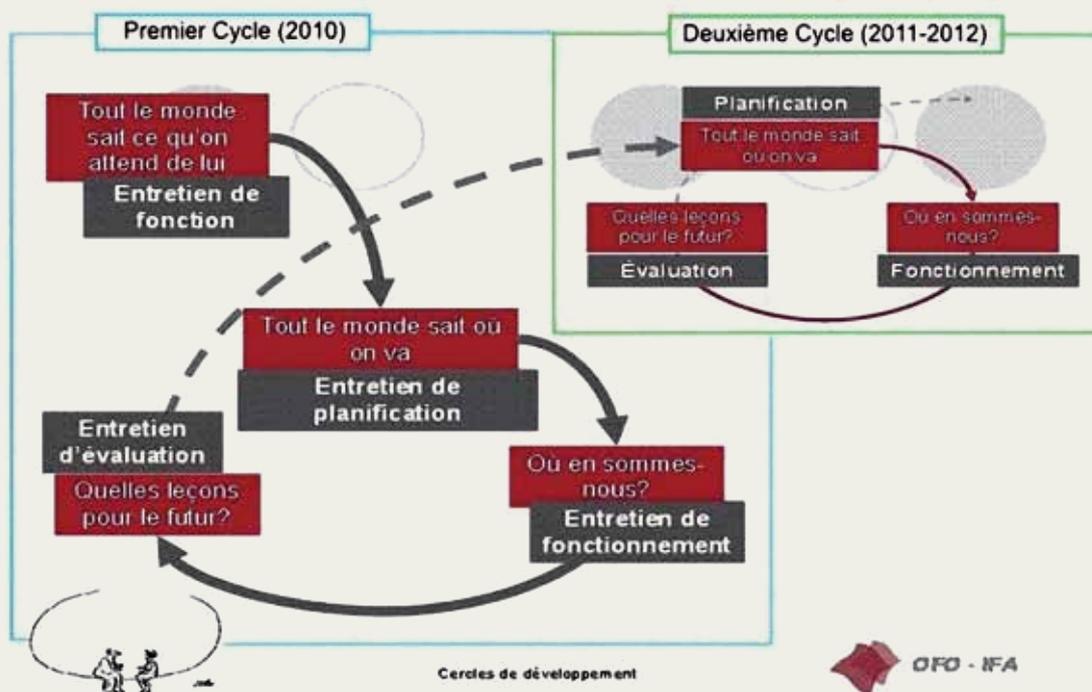
- **Le service Human Resources. Le service HR joue un rôle actif et continu dans les cercles de développement. Premièrement, il remplit un rôle de coaching, de soutien et d'assistance auprès des chefs fonctionnels. De plus, il communique, offre son soutien et les instruments nécessaires pour l'application correcte des cercles de développement. Il répond aux questions plus spécifiques et veille au suivi de tous les processus.**

Le cercle de développement est constitué d'une série d'entretiens entre le collaborateur ou l'équipe et le chef fonctionnel qui doivent se tenir pendant la durée d'un cycle.

Les entretiens suivants doivent faire partie d'un cycle :

- l'entretien de fonction
- l'entretien de planification
- l'entretien de fonctionnement (facultatif)
- l'entretien d'évaluation

Les cercles de développement ne constituent pas un ensemble fermé mais un processus permanent qui se poursuit dans la perspective des entretiens déjà tenus. Le schéma est illustré dans cette figure :



Voici le nombre d'entretiens qui se sont tenus pendant ce premier cycle (1.01.2010-31.12.2010) :





Figure 6.6: Cindy Overloop et Leslie De Decker de notre service HR

Marc Christiaens, chef fonctionnel, raconte...

« Parallèlement aux entretiens informels et quasi quotidiens entre les personnes, les cercles de développement ont permis d'organiser plusieurs fois par an un entretien officiel. Au cours de celui-ci, les deux parties ont la possibilité de communiquer l'une avec l'autre dans une parfaite ouverture d'esprit, ce qui a parfois donné lieu à de véritables coups de théâtre mais qui a toujours un effet positif sur la réalisation des objectifs. À cet effet, il est néanmoins important que chacun accepte, d'emblée, qu'il ne s'agit pas d'un instrument de sanction mais d'un instrument de gestion destiné à réaliser des résultats et qui offre la possibilité aux membres du personnel de poursuivre leur développement de manière ciblée.

Aujourd'hui, chacun contribue activement à fixer les objectifs et à les réaliser de manière bien définie. »



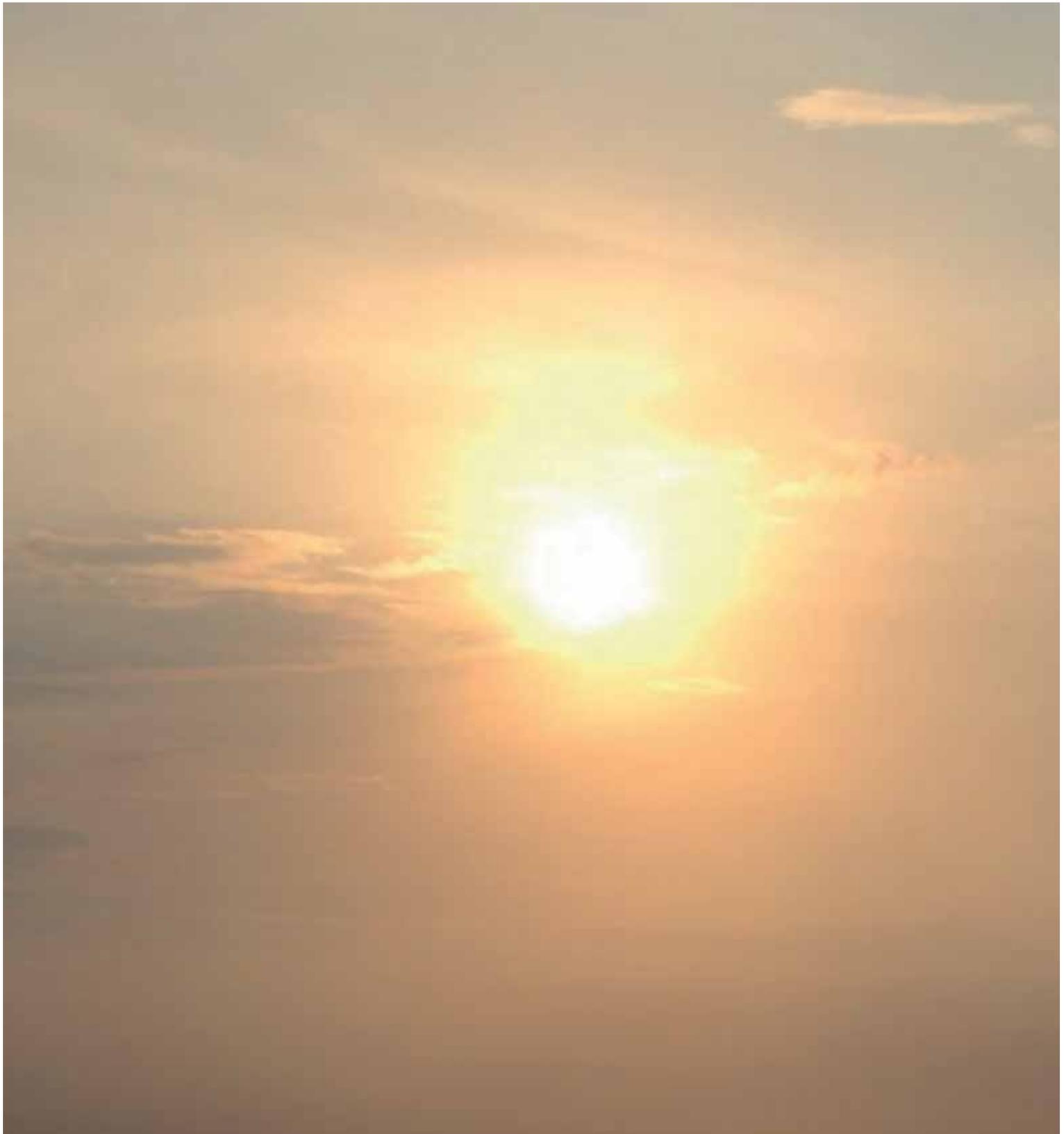
Figure 6.5: Marc Christiaens

Davy D'Haene, collaborateur exprime son point de vue...

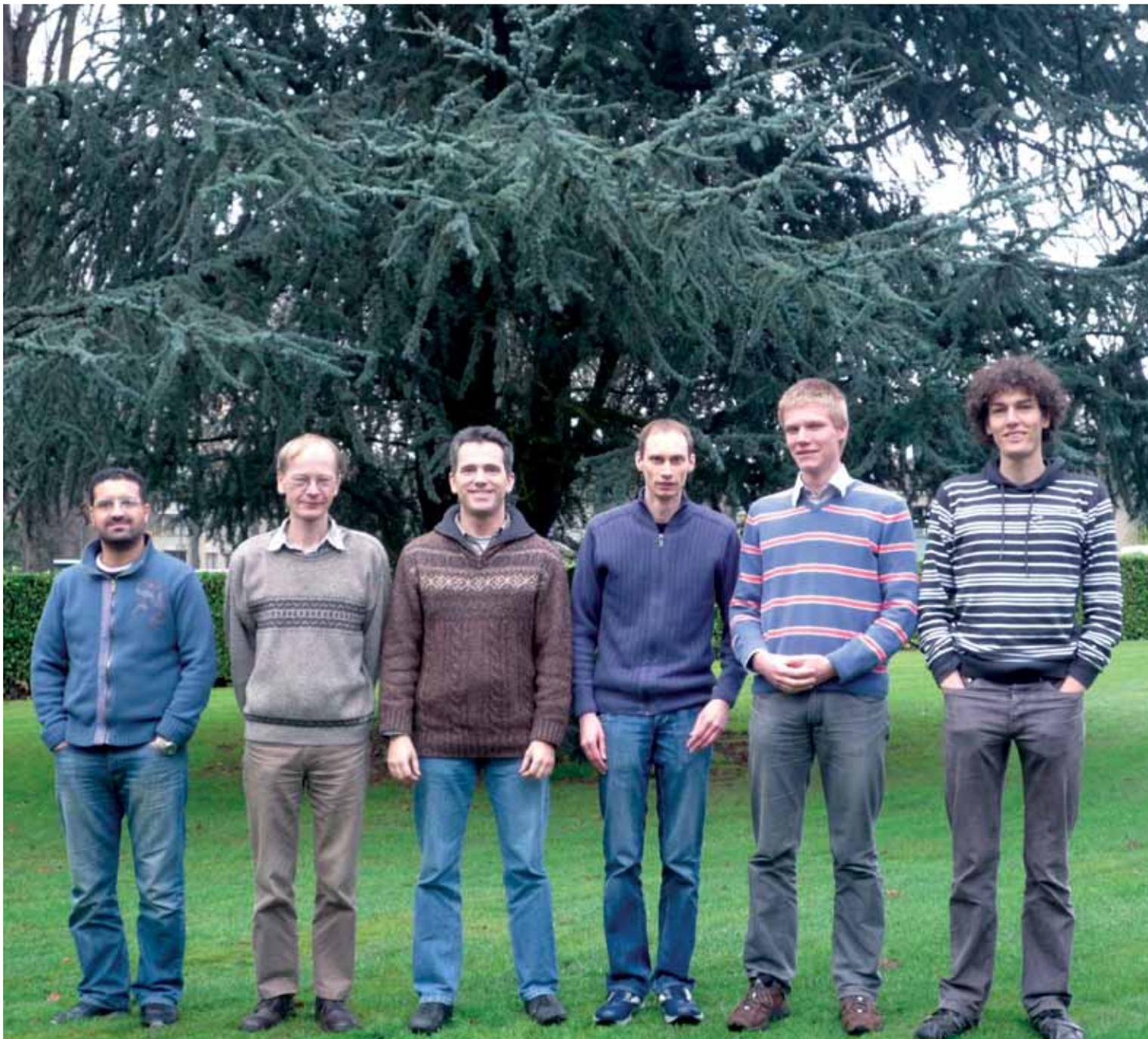
« Le cercle de développement est une bonne chose parce qu'il donne une structure à votre planification et offre des perspectives à vos collaborateurs. Ajoutons à cela que l'on compose un ensemble traçable et mesurable à partir des entretiens de fonctionnement, de planification et d'évaluation. Pour le chef fonctionnel, il est facile de tout mesurer et, le cas échéant, de redresser la barre. Le collaborateur, quant à lui, sait clairement ce que l'on attend de lui. La motivation est encore meilleure si un défi est inclus dans chaque paquet de tâches. »



Figure 6.7: Davy D'Haene



L'équipe ALADIN (sans le Dr. Termonia). De gauche à droite : Le Dr. Rafiq Hamdi, le Dr. Luc Gérard, le Dr. Alex Deckmyn, le Dr. Geert Smet, le Dr. Steven Caluwaerts, le Dr. Daan Degrauwe.



IRM ET INTERNATIONAL

Le Dr Piet Termonia devient Program Manager du consortium ALADIN

Le 15 décembre 2010, le Dr Piet Termonia, nommé Program Manager, a pris la direction du consortium ALADIN. Ce consortium développe et entretient le modèle de prévision météorologique numérique ALADIN utilisé pour établir les prévisions météorologiques. Il s'agit d'une coopération scientifique entre les services météorologiques nationaux de 16 pays européens et nord-africains qui a débuté en 1990. Quelque 150 scientifiques travaillent directement ou indirectement pour ce consortium. Lors de l'Assemblée générale du 15 décembre 2010, un nouveau Memorandum of Understanding (MoU) a été signé afin de prolonger le programme pendant cinq ans.

Le consortium ALADIN est géré par l'Assemblée générale des directeurs des seize instituts participants. L'Assemblée générale est assistée par le Policy Advisory Committee (PAC). La gestion du programme du consortium incombe au Program Manager qui fait office de directeur général. Le Program Manager est secondé par une équipe de gestion qui se compose d'un comité technique et scientifique (ou en abrégé CSSI), des team managers locaux (LTM), des instituts participants et d'une équipe de support (ST) qui assure la coordination internationale au sein du consortium.

Les modèles numériques de l'atmosphère se composent d'algorithmes mathématiques capables de résoudre les comparaisons de l'atmosphère sur un ordinateur. Les limites des capacités de calcul disponibles ne permettent pas de résoudre ces comparaisons au-delà d'une certaine résolution. Les effets des processus physiques atmosphériques qui se produisent de manière plus détaillée que la résolution autorisée sont ensuite évalués par approximation. C'est ce que l'on appelle la paramétrisation. Les processus atmosphériques paramétrisés dans les modèles actuels sont : les nuages cumulo-nimbus (responsables des précipitations), les turbulences, les processus superficiels, le rayonnement et les transferts de phase.

L'IRM est devenu membre de ce consortium en 1997 et a, depuis lors, développé un groupe de recherche dans le domaine de la modélisation atmosphérique numérique. Par le passé, l'équipe ALADIN de l'IRM a été spécifiquement active dans le développement d'une nouvelle paramétrisation permettant une approche intégrée des processus physiques de la convection profonde, de la microphysique et des turbulences. Cet ensemble qui porte le nom d'ALARO est appliqué aujourd'hui dans le modèle utilisé pour les prévisions météorologiques. Depuis l'année passée, l'équipe ALADIN se penche également sur la modélisation climatique régionale.

Le consortium ALADIN se trouve aujourd'hui confronté à deux nouveaux défis scientifiques. Tout d'abord, il y aura lieu d'adapter le modèle pour qu'il puisse atteindre des résolutions de moins d'un kilomètre. Deuxièmement, un effort supplémentaire devra être fourni pour adapter les codes informatiques aux nouveaux ordinateurs qui devraient être disponibles d'ici cinq à dix ans.



Figure 7.1 : Le nouveau Program Manager, le Dr Piet Termonia (à gauche), et l'ancien Program Manager, M. Jean-Francois Geleyn (à droite).



Figure 7.2 : Logo ALADIN



Réunion Eumetnet des experts en détection de la foudre

La troisième réunion de la Eumetnet Lightning Task Team (LTT) a été organisée cette année par l'IRM et s'est tenue en nos locaux les 3 et 4 mai 2010. Ces assemblées annuelles de la LTT poursuivent l'objectif de rapprocher les membres d'EUMETNET et de leur permettre d'échanger leurs expériences dans le domaine de la détection de la foudre en Europe. Un groupe de 19 experts originaires de 10 pays s'est réuni cette année pour aborder les différents aspects liés à leurs réseaux nationaux de détection de la foudre. Il est d'une importance cruciale de veiller en permanence à la qualité du réseau pour donner des avertissements précis en cas d'orage. De plus, il a été longuement débattu du développement de ces systèmes de détection de la foudre, éventuellement en fonction des besoins des utilisateurs, ainsi que de l'échange de données à mettre en place à l'échelon européen.

Figure 7.3: Eumetnet Lightning Task Team meeting à l'IRM.

L'IRM participe en force à deux workshops Climat

Deux importantes conférences concernant le suivi du système climatique par satellite ont eu lieu durant le mois de septembre.

A l'initiative du consortium « SAF climat », dont l'IRM est partie prenante, une conférence sur la climatologie par satellite a été organisée à Rostock (Allemagne) du 6 au 8 septembre. La conférence a confirmé la pertinence de l'utilisation du satellite pour le suivi du climat, en particulier pour l'obtention d'une couverture globale homogène de la planète. Les premières séries temporelles de longueur climatique (> 30 ans) deviennent petit-à-petit disponibles pour un grand nombre de « variables climatiques essentielles » : le rayonnement à la surface et au sommet de l'atmosphère, la couverture nuageuse, la vapeur d'eau atmosphérique, l'albédo de la surface et la couverture de neige, les aérosols atmosphériques, ... Ces observations sont essentielles pour valider les modèles utilisés pour prévoir le changement climatique. Dans ce cadre, l'équipe GERB de l'IRM est responsable pour les produits « radiation au sommet de l'atmosphère » et « aérosol ».

A l'initiative de l'équipe française en charge de l'instrument ScaRaB (Scanner for Radiation Budget), la communauté « Bilan Radiatif Terrestre » s'est réunie à Paris du 13 au 16 septembre. Le workshop a vu une forte participation des deux autres équipes actives dans ce domaine : l'équipe américaine CERES et l'équipe européenne GERB. La participation belge a été particulièrement importante et de nombreuses communications ont été faites par les scientifiques de l'IRM.

Workshop Prof. Dr. Ekatarina Rouvas - Nicolis

Une conférence internationale a été organisée à l'Institut Royal Météorologique de Belgique les 11 et 12 février 2010 à l'occasion du départ à la retraite du Professeur C. Rouvas-Nicolis, Chef de la section 'Météorologie et Climatologie Dynamiques' du département 'Recherche Météorologique et Développement'. Le titre de cette conférence, sponsorisée par le FNRS-FWO, la Politique scientifique fédérale belge (SPP) et l'Institut Royal Météorologique était 'Le paradigme de la complexité: Comprendre la dynamique du temps et du climat'. Le comité d'organisation était composé des: Professeur Pierre Gaspard (ULB), Professeur François Ronday (ULg), Dr Piet Termonia (IRM) et Dr Stéphane Vannitsem (IRM).

Les variables atmosphériques présentent une forte variabilité d'apparence erratique sur des échelles de temps très différentes allant de la minute à la centaine d'années, voire bien au-delà, modulées souvent par des régularités globales telles que les variations saisonnières ou journalières de l'influx solaire. Elles peuvent également subir des changements de régime traduisant la possibilité de voir apparaître plusieurs types de comportements distincts, tels que des périodes de pluviosité normale interrompues de façon intermittente par des périodes de sécheresse, ou encore les cycles de glaciations de l'ère quaternaire. Ceci soulève tout naturellement le problème de la prévision, un concept qui joue un rôle central dans les sciences de l'atmosphère, du climat et de l'environnement en général au vu de ses nombreuses implications sur les plans économique, technologique et sociétal.

Les travaux pionniers des météorologistes Philip D. Thompson et Edward N. Lorenz dans les années soixante ont mis en évidence l'existence de limites irréductibles dans notre capacité de prévoir le temps, associées à la propriété de sensibilité des modèles de prévision aux incertitudes entourant la détermination de leur état initial. Cette propriété est illustrée à la Figure 7.5 où deux évolutions (par exemple pour la température) possibles sont dessinées partant de conditions initiales légèrement différentes et

qui donnent lieu au final à deux situations très contrastées. Ces travaux ont constitué une source d'inspiration pour l'émergence de théories et de nouveaux concepts scientifiques fondamentaux en rapport avec la complexité, la physique non-linéaire, la théorie du chaos, les processus stochastiques qui ont, à leur tour, trouvé un champ naturel d'application dans le domaine de la compréhension de la dynamique de l'atmosphère et du climat.

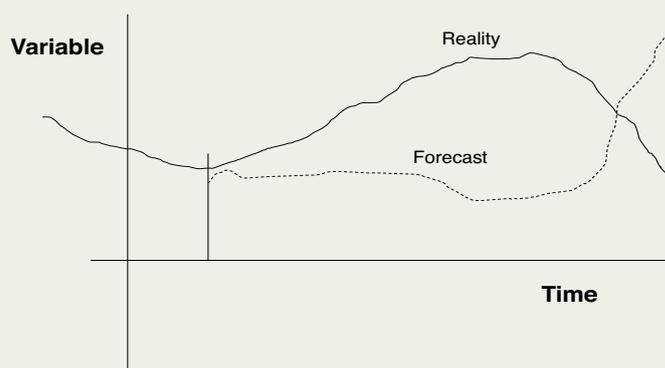


Figure 7.5: Illustration de la propriété de sensibilité aux conditions initiales.

La réunion a été inaugurée par le Dr Philippe Mettens, Président de la Politique scientifique fédérale belge, - représenté par le Dr Dominique Fonteyn, Directeur général « Research and Applications » - et par le Dr Henri Malcorps, Directeur général de l'Institut Royal Météorologique de Belgique. Ils ont rappelé dans leurs discours d'ouverture l'importance des sciences du non-linéaire et le rôle pionnier joué par la communauté belge dans ce domaine.

La réunion a été l'occasion d'évaluer les développements récents et les nouvelles directions dans le contexte de cette interaction fructueuse entre science du complexe et science de l'atmosphère et du climat. Elle a rassemblé une cinquantaine de spécialistes dont une vingtaine de personnalités éminentes qui ont joué un rôle central dans cette fertilisation croisée. Les questions qui y ont été abordées sont les grands thèmes qui nous intéressent aujourd'hui, à savoir comment se comporte le climat, quelle est sa variabilité, quelle est l'influence de l'océan, vers où va le climat, dans quelle mesure peut-on le prévoir, à quelles fréquences se répètent les événements extrêmes tels que les tempêtes, les cyclones tropicaux ou encore les inondations.

Le programme a été ouvert par le Professeur Michael Ghil (École normale supérieure, France, photo ci-dessous) qui a parlé de nouvelles approches de modélisation du climat.

L'ensemble des composantes climatiques (l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, la biosphère et les forçages extérieurs...) donne lieu à une variabilité qui couvre une large gamme d'échelles spatiales et temporelles impliquant des techniques d'analyse de données sophistiquées si on veut en comprendre la source. Durant la réunion, les Professeurs Daniel Schertzer (CEREVE, France), Shaun Lovejoy (McGill University, Canada) et François Schmitt (USTL-LOG, France) ont présenté les développements récents d'une technique appelée 'analyse multifractale' qui permet de décrire les propriétés statistiques de ce type de système évoluant sur une large gamme d'échelles.

On peut également citer une analyse très intéressante effectuée par le Professeur Tsonis (University of Wisconsin-Milwaukee, États-Unis) qui tente de démontrer l'importance de la dynamique interne du climat sur le déclenchement de changements rapides et abrupts qui constituent autant d'éléments de surprise dans une dynamique soumise à l'influence de l'homme. Ces transitions abruptes sont associées à la présence de forçages internes ou externes, tels que les effets radiatifs du soleil. L'effet de

ces fluctuations (dont l'amplitude peut être faible mais néanmoins avoir un impact important comme l'indique la théorie de la résonance stochastique) a également été discuté durant la conférence par les Professeurs Roberto Benzi ('Tor Vergata', Italie), Michael Ghil (ENS, France) et Klaus Fraedrich (Universität Hamburg, Allemagne).

Le rôle de l'océan est bien évidemment crucial dans l'évolution du climat comme l'atteste l'effet du Gulf-Stream et l'un des problèmes majeurs actuellement consiste à modéliser précisément l'interaction qui existe avec l'atmosphère. Cet aspect a été abordé par le Professeur Leonid Ivanov (Naval Research Laboratory, États-Unis) qui a analysé la dynamique de l'erreur de modélisation dans ce cadre. Le Professeur Henk Dijkstra (Université d'Utrecht, Pays-Bas) a, quant à lui, abordé les nouveaux développements dans la compréhension de la dynamique de l'océan lui-même. Il apparaît clairement, au travers de l'analyse d'un ensemble de modèles, que l'océan possède des états multiples entre lesquels le système peut transiter et induire des comportements pouvant avoir des conséquences catastrophiques.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la sensibilité aux conditions initiales est une propriété centrale de l'atmosphère (et du climat). Cette propriété est exploitée au Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme pour générer des prévisions partant de conditions initiales différentes de façon à produire une prévision probabiliste. Cette approche, ainsi que ses extensions futures, ont été passées en revue par le Professeur Tim Palmer (ECMWF, Royaume-Uni).

Des théories importantes sont également en développement telles que celles concernant la moyennisation permettant une description systématique des variables climatiques en partant des équations de base de la dynamique des fluides et la théorie des événements extrêmes, présentées respectivement durant la conférence par le Professeur Christopher Essex (University of Western Ontario, Canada) et le Professeur Venkataraman Balakrishnan (Indian Institute of Technology, Inde). Ces développements passent par toute une série de remises en question des théories classiques sur la base des concepts et outils développés dans le cadre de l'analyse des systèmes présentant une dynamique complexe.



Figure 7.6 : Le Professeur Michael Ghil présentant son travail.



Plusieurs contributions plus courtes ont également illustré un certain nombre d'activités menées dans le cadre de ces thématiques par des chercheurs travaillant en Belgique (Dr Piet Termonia (IRM), Dr Hugues Goosse (UCL), Dr Michel Crucifix (UCL), Dr Vassileios Basios (ULB), Dr Stamatios Nicolis (Uppsala), Dr Alberto Carrassi (IRM)).

Cet événement fut un succès et a permis de faire le point sur un certain nombre d'avancées majeures sur des aspects aussi variés que la prévisibilité de l'atmosphère et du climat, l'occurrence des événements extrêmes ou encore la dynamique et les changements climatiques. Elle a été l'occasion d'exprimer notre appréciation au Professeur C. Rouvas-Nicolis (photo ci-dessus) pour ses contributions décisives sur les différents aspects couverts par la conférence, résumées au travers de plus de 150 publications dans les meilleures revues internationales spécialisées dans ces domaines et une monographie intitulée 'Foundations of Complex systems'.

Les comptes-rendus de cette réunion seront publiés dans un volume spécial d'une revue de renommée internationale au sein de la communauté de la physique non-linéaire et des systèmes complexes: 'International Journal of Bifurcation and Chaos'.

L'utilisation à haute résolution du nouveau modèle de prévision numérique ALARO a été explorée par le biais d'une désagrégation dynamique spatiale (dynamical downscaling) avec, comme objectif, de simuler la climatologie régionale ainsi que les valeurs extrêmes de la température maximale estivale en Belgique, entre 1961 et 1990. L'approche a consisté en une suite d'intégrations journalières couplées à des conditions aux limites latérales parfaites fournies par les ré-analyses ERA40 du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT). Dans cette étude, trois simulations différentes du climat présent ont été évaluées sur base des données du réseau des stations climatiques de l'IRM: (1) avec une résolution spatiale de 40 km, (2) avec une résolution spatiale de 10 km et (3) avec une résolution spatiale de 4 km. Dans ce dernier cas, une nouvelle paramétrisation de la convection profonde et de la microphysique permettant l'utilisation d'ALARO à des résolutions spatiales allant de quelques dizaines de kilomètres jusqu'à moins de 4 km a été mise en application.

Figure 7.7: Le Professeur C. Rouvas-Nicolis à l'avant-plan

La validation de la simulation avec 40 km de résolution spatiale révèle un biais positif, durant l'été, de 2.18 °C et malgré l'amélioration considérable de la résolution spatiale par un facteur 4, la simulation à 10 km de résolution spatiale réduit légèrement le biais chaud qui devient 1.68 °C. L'étude a montré que ce biais chaud est fortement corrélé avec la représentation de la couverture nuageuse. Les résultats ont mis en évidence une surestimation de l'occurrence des situations à ciel clair combinée à une surestimation du rayonnement solaire incident vers midi de 116 W/m² lorsqu'on utilise le modèle avec une résolution spatiale de 10 km. La simulation à 4 km de résolution réduit considérablement le biais chaud qui devient presque nul (- 0.22 °C). Cela démontre la capacité du modèle à simuler correctement le développement des nuages convectifs sur la Belgique, pendant l'été. En utilisant la 'Generalized Pareto Distribution (GPD)' on a aussi comparé la distribution des températures extrêmes entre 1961 et 1990, obtenue par les trois simulations avec celle des observations sur la même période. Les deux simulations à 10 et 40 km de résolution spatiale n'ont pas réussi à reproduire la distribution observée et par conséquent elles ont surestimé l'occurrence des événements extrêmes comme les vagues de chaleur. Finalement, cette étude a montré que le traitement cohérent de la convection profonde et de l'interaction nuage-rayonnement quand on augmente la résolution spatiale est très important dans les études régionales d'impact des changements climatiques.

Le personnel dirigeant de l'IRM : De gauche à droite : Le Dr. Christian Tricot, le Dr. Steven Dewitte, le Dr. Jean Rasson, le Dr. Piet Termonia, M. Marc Christiaens, le Dr. Josette Vanderborgh, le Dr. René Warnant, le Dr. Henri Malcorps, Mme. Eve Honnay, le Dr. Daniel Gellens



LA RECHERCHE À L'IRM

Département I : Services opérationnels et aux usagers

Le département I « Services opérationnels et aux usagers » est, par vocation, orienté vers la fourniture d'informations et de produits météorologiques et climatologiques à destination du public, des mondes socio-économique et scientifique, ainsi que des institutions et des autorités publiques. Nous sommes en particulier responsable des tâches suivantes :

- Des prévisions générales du temps ;
- Des avertissements et des liens avec le Centre de crise en cas de situations météorologiques à risque pour la sécurité des personnes et des biens ;
- De la confection d'avis pour le Fonds des calamités ;
- Du contrôle de la qualité des données d'observations ;
- Du traitement des demandes ponctuelles d'informations et du suivi des abonnements réguliers ;
- Du développement général des activités commerciales de l'IRM.

Dans le cadre de ses responsabilités, nous poursuivons et développons des projets de recherche à finalités opérationnelles pour améliorer la fourniture des services en termes d'innovation, de fiabilité et de délai. Parmi les thèmes de recherche propres au département, signalons la mise en place de procédures automatiques de contrôle de la qualité des données d'observation et des prévisions météorologiques, l'analyse ponctuelle, mais approfondie, de phénomènes météorologiques à l'origine de dégâts ou de difficultés pour la société (orages, chutes de neige, tempêtes...), la mise à jour des normales climatologiques, l'homogénéisation des séries temporelles d'observations météorologiques et leur analyse, notamment dans le cadre de l'étude des changements climatiques en Belgique.

Récemment, deux nouvelles pistes de recherche ont été lancées en collaboration avec d'autres directions opérationnelles. La première concerne le domaine de l'énergie solaire pour permettre à l'IRM de répondre de manière plus pertinente et plus complète aux nombreuses demandes d'informations dans ce domaine. A terme, les objectifs sont de disposer sur des grilles géo-référencées, d'une part, d'une information climatologique sur le potentiel solaire disponible dans notre pays et, d'autre part, d'un suivi au jour le jour de ce potentiel. Les premiers résultats obtenus par fusion des mesures de rayonnement relevées dans les stations de mesures en surface et les observations du satellite météorologique européen Meteosat démontrent que les objectifs définis sont réalisables.

Une seconde recherche récente concerne la connaissance des profils d'humidité dans les premiers kilomètres de l'atmosphère à partir de l'analyse de la propagation des signaux GNSS enregistrés par un réseau dense de stations belges de réception au sol. GNSS (Global Navigation Satellite System) est un nom général pour les systèmes de navigation satellitaires fournissant une couverture planétaire de géo-positionnement à usage civil. En comparant les résultats de l'interprétation des données GNSS avec les images satellites, SAFIR et surtout radar, la pertinence météorologique des observations GNSS a été démontrée pour quelques situations convectives dans le passé caractérisées par des épisodes de fortes précipitations. A terme, la contribution des données GNSS devrait permettre à l'IRM d'améliorer les analyses en temps réel de situations météorologiques à risque et les prévisions à très court terme dans ces situations.

**Le Dr Christian Tricot,
chef a.i. du département I
« Services opérationnels et aux usagers »**

Département II : Recherche météorologique et développement

Le département II 'Recherche météorologique et développement' combine la recherche de base, la modélisation informatique, la météorologie et la climatologie appliquées afin d'améliorer notre connaissance du temps et du climat et de mettre au point de nouveaux services et produits météorologiques.

La recherche de base a pour objectif d'améliorer nos connaissances de l'atmosphère en tant que système complexe. L'une des principales caractéristiques des systèmes complexes est constituée par les limitations intrinsèques en matière de prévisibilité. La prévisibilité de l'évolution des systèmes dynamiques peut être améliorée principalement de deux manières : d'une part en améliorant les algorithmes de résolution des comparaisons dynamiques sous-jacentes et d'autre part, par l'estimation probabiliste des erreurs en matière de prévisions, associée à leur exploitation opérationnelle. Sur base des erreurs de modèle, il est possible d'économiser des coûts en appliquant des procédures de décision au sein des applications météorologiques commerciales.

En 2010, le département a poursuivi ses activités de recherche dans le but d'améliorer le modèle opérationnel ALADIN. ALADIN est un modèle applicable à une aire limitée et a besoin de données météorologiques aux limites de cette aire. Ces données ne peuvent être livrées pour des applications opérationnelles que par grands pas de temps. Cet inconvénient, dans le cas de tempêtes extrêmes, peut entraîner des erreurs considérables. En 2010, sur base d'une approche déjà utilisée par le passé au sein de l'IRM, une technique pour détecter les manquements aux conditions des limites nécessaires (mieux connue sous le nom de Monitoring of the Coupling Update Frequency, MUF), a été mise au point à partir de redémarrages du modèle afin de trouver une solution dans un contexte opérationnel. Nous avons trouvé une nouvelle formulation pour la paramétrisation des fortes précipitations dans le modèle en termes de perturbations des courants convectifs ascendants, liées à une activité convective profonde résolue. Entre-temps, cette méthode a

reçu le nom de VUU, c'est-à-dire Virtual Unresolved Updraft. Cette paramétrisation a été développée au sein du contexte de la physique du modèle ALARO qui fait partie de la version opérationnelle d'ALADIN de l'IRM.

Grâce à ces différentes techniques d'ensemble, nous pouvons estimer le degré de prévisibilité d'un modèle. À cet effet, en plus de la prévision propre et déterministe du modèle, quelques dizaines de prévisions sont réalisées et perturbées d'une manière caractéristique à l'imprévisibilité des dynamiques sous-jacentes. En 2010, l'IRM a participé au développement du système de prévision régionale européen GLAMEPS. Celui-ci présente une résolution de 13 km et se compose de différents modèles dont le modèle ALADIN. Il a été démontré que GLAMEPS obtient de meilleurs résultats que le système global existant EPS de l'ECMWF.

Pour étudier la variabilité et la prévisibilité des systèmes dynamiques, nous les simplifions dans la mesure où nous ne conservons que l'essentiel du comportement chaotique non-linéaire. Notre compréhension améliorée du comportement des erreurs de modèle des systèmes dynamiques a été appliquée, dès 2010, pour corriger les modèles de prévisions météorologiques opérationnels probabilistes comme le modèle IFS de l'ECMWF, statistiquement a posteriori.

Ces compétences théoriques récemment acquises n'ont pas tardé à démontrer leur potentiel à créer de meilleures conditions initiales pour les modèles de prévisions météorologiques opérationnels.

L'une des méthodes utilisées précédemment pour tenir compte des erreurs de modélisation dans le contexte des systèmes d'assimilation des données, a reçu, en 2010, une formulation telle que nous pouvions l'adapter à une méthode opérationnelle pour assimiler les données de surface au sein d'un modèle de prévision météorologique numérique opérationnel. Cette méthode – entre-temps baptisée Short Time Augmented Extended Kalman Filter for Soil Analysis (STAEKF) – peut, en outre, corriger les erreurs des variables incertaines du schéma de surface.

Le système de prévision hydrologique actuel de l'IRM, utilisé pour prévoir les niveaux de crue, a été développé plus avant en 2010 pour les bassins de la



Meuse et de l'Escaut. Ce système utilise des données météorologiques du système de prévision d'ensemble de l'ECMWF. Il est probabiliste par nature et il fournit des alertes en cas d'inondation. Le département II a continué la recherche afin de corriger statistiquement les données produites par ce modèle hydrologique. De plus, le département a été actif au sein du projet H-SAF afin de valider les produits finaux (précipitations, humidité du sol et couverture neigeuse) en les comparant aux observations de l'IRM, aux données des satellites météorologiques et aux modèles hydrologiques.

Lorsque l'on étudie le climat, la prévisibilité de l'atmosphère est moins importante que la sensibilité du comportement des dynamiques du système climatique par rapport aux modifications apportées par des forçages climatiques (par exemple, l'augmentation des gaz à effet de serre ou les modifications de l'utilisation du sol). Nous étudions ces phénomènes grâce à des modèles simplifiés, d'une part, et à un modèle climatique régional basé sur le modèle ALADIN, d'autre part. Pour ce dernier modèle, nous avons démontré en 2010 que l'augmentation de sa résolution le rend mieux à même de simuler une statistique des vagues de chaleur. Grâce aux scénarios climatiques calculés au sein du projet européen PRUDENCE, nous sommes en mesure d'estimer l'impact des changements climatiques sur les étiages des rivières en Belgique. En tenant compte des incertitudes des méthodes appliquées, nous pouvons nous attendre, sur la base de cette étude, à ce que leur fréquence augmente pendant les périodes estivales, au cours du prochain siècle.

Nous avons également poursuivi notre recherche sur les statistiques des valeurs extrêmes. Ces dernières ont été abordées, en particulier, du point de vue des systèmes dynamiques. Nous avons analysé les séries chronologiques de données phénologiques fournies par l'ORB et l'IRM qui mettent en avant la relation entre le climat et la biologie.

***Le Dr Piet Termonia,
chef a.i. du département « Recherche
météorologique et développement »***



Pavillon central du Centre de Physique du Globe à Dourbes.

Département III : Géophysique : services et recherche

Structure

DÉPARTEMENT III

Observations et Instruments Géomagnétiques

Magnétisme Environnemental

Sondages Ionosphériques

Magnetic Valley

Mission

L'observation et la mesure de variables géophysiques sont les principales missions de l'IRM sur le site de Dourbes. L'IRM y produit, en amont, l'environnement optimal pour des données de qualité: instrumentation, protection et maintenance des observatoires. En aval, les données obtenues sont traitées et transformées en produits pour la communauté scientifique et socioculturelle et pour les services publics. L'accent est mis sur l'obtention de longues séries d'observations essentielles pour appréhender les changements globaux.

Le département favorise la collaboration scientifique et technique au niveau international. Les activités de recherche au niveau Européen (COST, EUMETNET...) et Global (UGGI, IAGA, URSI, INTERMAGNET...) y sont encouragées. De plus, le département stimule la création et le soutien d'activités similaires dans les pays à infrastructures moins développées afin de compléter les mesures réalisées à Dourbes et de les déposer dans les bases de données mondiales.

La formation spécialisée et continue est assurée au sein du département.

Le projet Magnetic Valley (avec le soutien de Madame la ministre de la Politique scientifique Sabine Laruelle) vise à valoriser l'expertise du département pour mettre au point des produits et services à caractère commercial. Le but est de favoriser l'emploi dans la région de Dourbes et de promouvoir les aspects scientifiques dans l'éducation des jeunes. A travers ce projet, le département propose ses produits et

services sur le marché national et surtout international (données, instruments).

Observations

Les facilités sur site sont orientées vers la géophysique, en particulier vers l'observation du champ géomagnétique, les sondages ionosphériques et les signaux issus des satellites de navigation et de positionnement. Si nécessaire, les observations sont calibrées par des mesures absolues. Les données sont réduites et les séries temporelles sont validées et stockées dans les bases de données locales et internationales.

D'autres paramètres sont observés en collaboration avec des instituts tiers le cas échéant: données météo, radioactivité de l'air, rayonnements cosmiques, électricité atmosphérique, positionnement géodésique, séismes...

Magnétisme Environnemental

Par l'étude du magnétisme des roches et autres échantillons, ce service étend considérablement la fenêtre d'observation du champ géomagnétique vers le passé. En outre, il développe des techniques menant à des activités à caractères archéologique et environnemental.

Laboratoire d'Instrumentation et de Mécatronique

Les instruments et techniques d'observation et de calibration développés ici permettent d'obtenir une qualité de mesure de pointe. L'accent est mis sur la

précision, la résolution temporelle, l'automatisation et la facilité d'utilisation.

Modélisation Ionosphérique et Cartographie

On utilise les données observées à Dourbes et dans d'autres stations pour engendrer des modèles (cartes du champ géomagnétique, ionosphère, météo de l'espace, erreurs de positionnement et navigation...). Des mesures de terrain, couvrant les zones cartographiées, sont régulièrement effectuées.

Le Dr Jean Rasson,
chef a.i. du département « Géophysique : services et recherche »

Département IV : Observations

Le département IV « Observations » est responsable des observations satellitaires, du radar de précipitations, de la détection des éclairs, des sondages par ballon des profils atmosphériques, des observations de l'ozone et des aérosols et des stations météorologiques automatiques. En corollaire à ce vaste éventail d'observations, un important travail de recherche est mené dans les domaines suivants :

- mise au point et/ou installation de nouveaux instruments ;
- déduction de produits finaux à partir des observations brutes des instruments existants, contrôle de la qualité et/ou amélioration de ces produits ;
- développement de nouveaux produits et/ou de nouvelles applications et/ou de nouvelles analyses scientifiques.

La réalisation concrète de ces objectifs diffère considérablement en fonction du type d'observation.

Mesure de l'irradiance solaire

La mesure de l'irradiance solaire, tant à partir de la Terre qu'à partir de l'espace, est, depuis longtemps, une spécialité de l'IRM. Nous figurons parmi les groupes de tête sur le plan international, les mesures

à partir de l'espace. La principale question qui nous occupe est celle de savoir si le soleil peut exercer une influence significative sur les changements climatiques terrestres. Grâce à notre instrument Diarad/Virgo, nous avons mesuré un cycle solaire complet de onze ans et nous avons pu démontrer qu'aucun autre facteur que le champ magnétique de surface du Soleil n'influence la variation de l'irradiance solaire sur cette 'courte' période. Grâce à notre instrument Sova-Picard qui vient d'être lancé, nous espérons en apprendre plus sur les variations possibles de l'irradiance solaire à plus long terme entre ce que l'on appelle la petite période glaciaire entre plus ou moins 1700 et nos jours.

Mesure du bilan énergétique de la Terre

La Terre subit un réchauffement relatif parce qu'elle reçoit l'énergie du soleil et, d'autre part, elle se refroidit à cause de la perte d'énergie qu'elle irradie dans l'espace. La différence entre ces 2 flux d'énergie est ce que l'on appelle le bilan énergétique de la Terre, domaine dans lequel l'IRM est spécialisé. Dans ce cadre, nous nous engageons à l'échelon international :

1. Nous sommes responsables du traitement des mesures de l'instrument Geostationary Earth Radiation Budget (GERB) embarqué à bord de Meteosat Second Generation (MSG), voir <http://gerb.oma.be>. L'instrument GERB mesure le bilan énergétique de la Terre avec une résolution élevée dans le temps à partir d'une orbite géostationnaire.
2. Nous participons au programme Clouds and the Earth Radiant Energy System (CERES) de la NASA qui établit la mesure du bilan énergétique de la Terre à partir de satellites polaires.
3. Nous participons aux études préparatoires du projet de satellite euro-japonais Earthcare qui fournira des mesures de structure tridimensionnelle du champ de radiation de la Terre.
4. Nous réalisons les mesures du bilan énergétique de la Terre destinées aux études climatologiques du SAF Climat d'EUMETSAT. Une autre activité au sein de ce SAF Climat consiste à déduire l'épaisseur optique de l'aérosol à partir des images satellitaires de SEVIRI.



Groupe radar et détection de la foudre

Un volet important des activités du département concerne l'utilisation optimale des données des radars météorologiques pour l'estimation quantitative des précipitations. Les méthodes utilisées incluent notamment une correction basée sur le profil vertical de réflectivité et la combinaison des données radar avec les mesures des pluviomètres au sol. Les données radar en 3 dimensions sont également utilisées pour analyser et caractériser les précipitations convectives et les orages en Belgique. Il s'agit notamment de mieux comprendre et de modéliser le cycle de vie des cellules orageuses de manière à pouvoir mieux prévoir leur évolution.

Des recherches visent également à affiner la prévision à très court terme des précipitations dans le système de nowcasting INCA-BE. Ce système a été développé par le service météorologique autrichien (ZAMG). Il est maintenant implémenté dans plusieurs pays européens et l'IRM contribue à son développement.

Concernant la foudre, nos activités portent sur la détection de l'activité électrique totale à l'aide du système SAFIR-TLP. Le système détecte non seulement les coups au sol mais aussi les éclairs intranuages. Nos recherches visent à évaluer et à améliorer les performances du système et en particulier le taux de détection et la précision de localisation. A cette fin, des comparaisons avec d'autres systèmes de détection couvrant la Belgique sont réalisées.

L'objectif est l'utilisation optimale des données pour la prévision et les avertissements dans les situations d'orage.

Le photomètre solaire sur le toit de la station Princess Elisabeth en Antarctique, mesure la diminution optique de la lumière solaire à cause des aérosols.

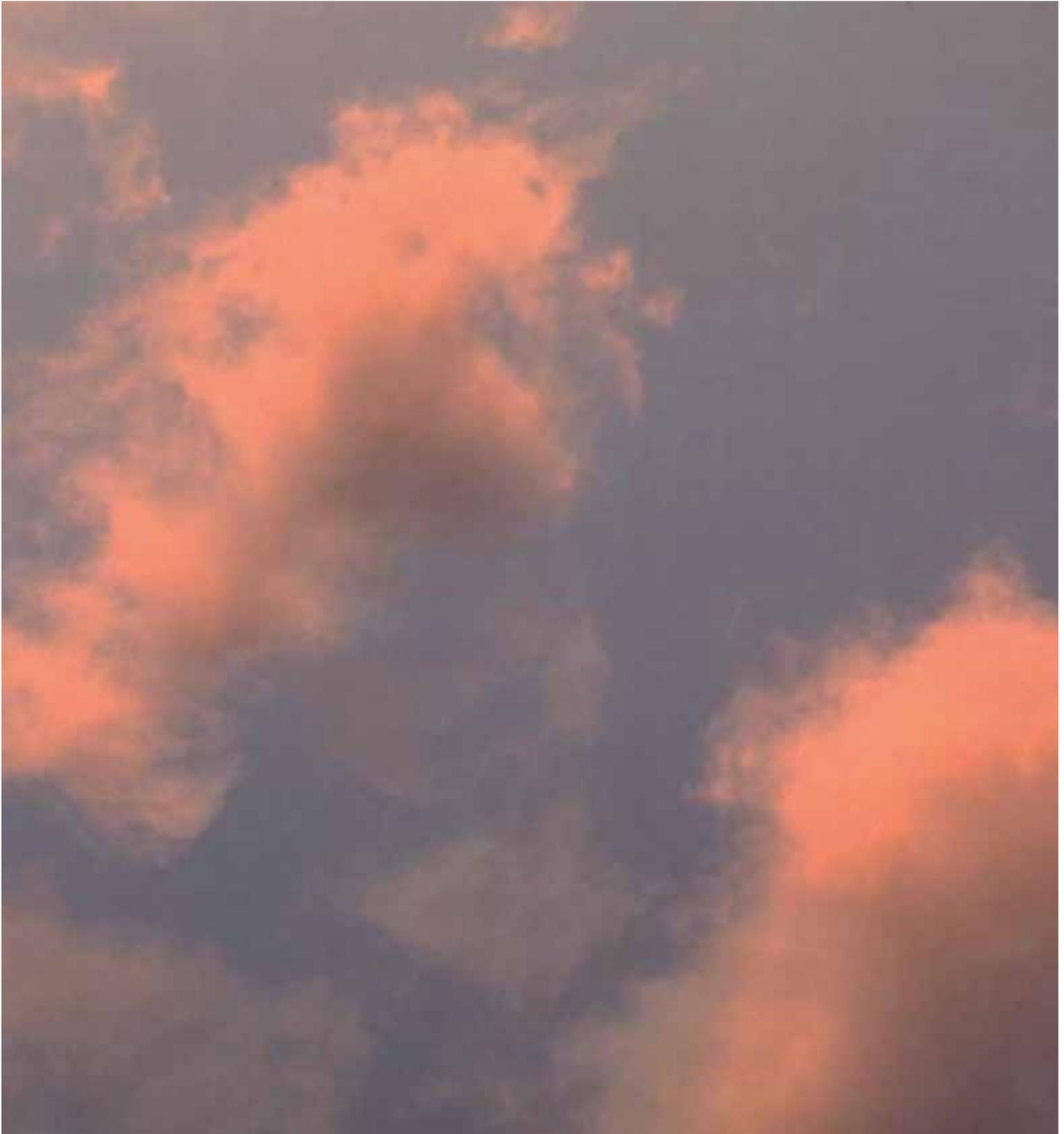
Ozone/aérosol/Antarctique

L'IRM possède également une longue tradition dans l'observation de la composition chimique de l'atmosphère. En 1971 déjà, nous mesurons la quantité totale d'ozone à l'aide de spectrophotomètres UV. Parallèlement, nous mesurons, depuis 1969, la répartition verticale de l'ozone jusqu'à une altitude d'environ 30 km, trois fois par semaine. Ces données sont rassemblées grâce à des instruments de mesure embarqués dans des ballons météorologiques. Grâce à ces données, éventuellement confrontées à celles provenant d'autres stations d'observation, nous étudions l'évolution de la couche d'ozone. Les mesures prises à partir du sol sont également utilisées pour la validation des observations par satellite.

Les observations des spectrophotomètres UV contiennent également des informations relatives aux aérosols (particules fines) présents dans l'atmosphère. Le groupe ozone/UV/aérosol a mis au point des algorithmes pour extraire ces informations. Nous pouvons ensuite utiliser ces données pour améliorer la prévision de l'indice UV. De plus, la connaissance des propriétés des aérosols dans l'atmosphère peut fournir des indications en vue de mieux gérer les dangers de la pollution atmosphérique.

Les propriétés de ces aérosols ne sont pas uniquement étudiées à Uccle. Une série d'instruments a également été installée dans la station belge Princess Elisabeth en Antarctique. Ces derniers permettent d'étudier les aérosols loin des activités industrielles (voir la contribution de l'expédition en Antarctique).

**Le Dr Steven Dewitte,
chef a.i. du département « Observations »**



DIRECTEUR GÉNÉRAL

Direction générale / Dr Malcorps



DÉPARTEMENT I

**Services opérationnels et
aux usagers / Dr Tricot**



- 1** Prévisions, avertissements, informations météorologiques
- 2** Informations climatologiques et Services commerciaux et d'information

DÉPARTEMENT II

**Recherche météorologique et
développement / Dr Termonia**



- 3** Modélisations hydro-météorologiques
- 4** Météorologie et climatologie dynamiques
- 5** Analyse de risques et durabilité

DÉPARTEMENT III

**Géophysique : services et recherche
Dr Rasson**



- 6** Observations et instruments geomagnétiques
- 7** Magnétisme environnemental
- 8** Profils ionosphériques

9

LA STRUCTURE DE L'IRM

Organigramme de l'IRM

DÉPARTEMENT IV

Observations

Dr Dewitte



- 9** Stations d'observation
- 10** Teledetection à partir du sol
- 11** Teledetection à partir de l'espace

DÉPARTEMENT V

Traitement de l'information

Dr Gellens



- 12** Infrastructure informatique et télécommunications
- 13** Gestion des données

Composition du Conseil scientifique, de la Commission de Gestion et du Jury de Recrutement et de Promotion de l'IRM

Conseil scientifique

- **Président:**
Prof. Dr Ir. Ch. Bouquegneau
- **Directeur général de l'IRM, membre d'office:**
Dr H. Malcorps
- **Membres du personnel dirigeant de l'IRM:**
Dr Ch. Tricot
Dr S. Dewitte
Dr J. Rasson
Dr P. Termonia
- **Éminents scientifiques choisis en dehors de l'IRM:**
Prof. Dr Cl. Buess-Herman
Prof. Dr J. Cornelis
Prof. Dr H. Dejonghe
Prof. Dr Ch. De Mol

Commission de Gestion

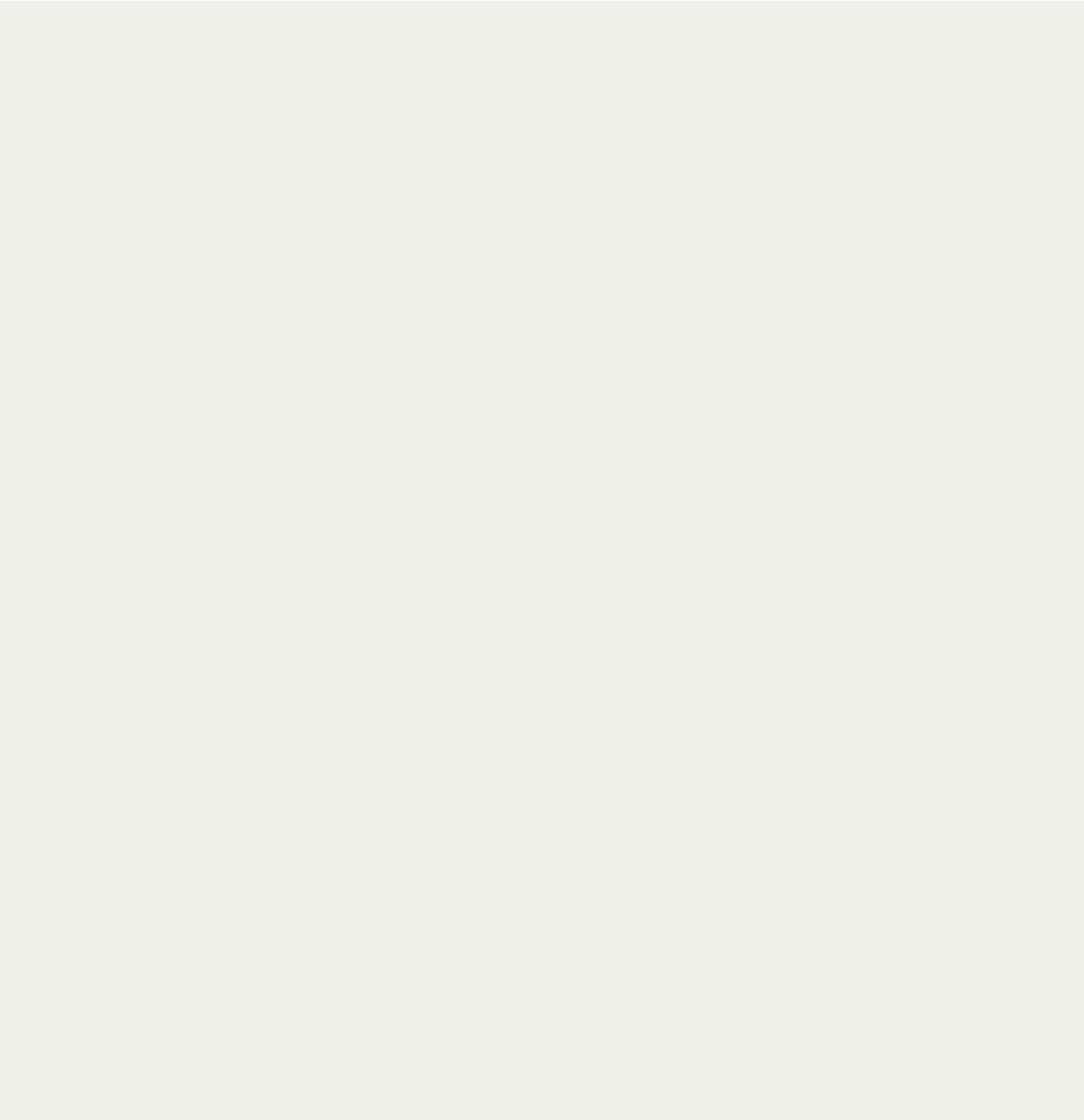
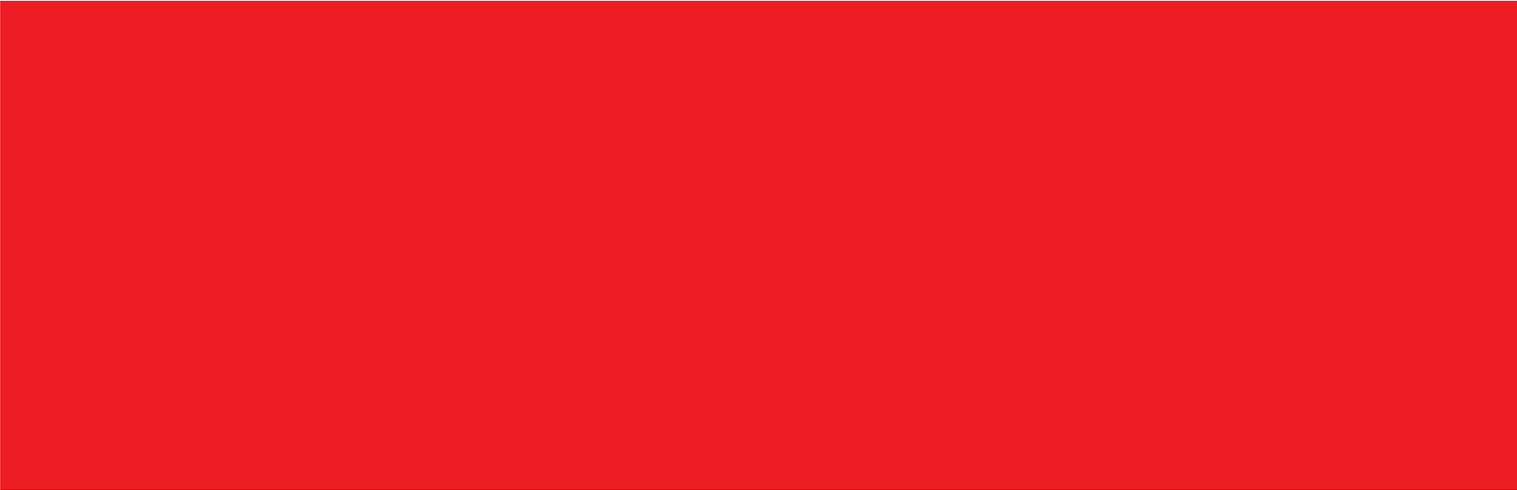
- **Membres bénéficiant du droit de vote:**
M. F. Monteny, président
Dr H. Malcorps, vice-président
Dr R. Van der Linden, vice-président
M. N. Parmentier, vice-président
M. R. Renier, attaché
M. le Vicomte D. Frimout
M. R. Van de Walle
M. M. Praet
M. T. Mary
Prof. Dr A. Berger

Jury

- **Président:**
Dr D. Fonteyn
- **Directeur général de l'IRM, président d'office:**
Dr H. Malcorps
- **Éminents scientifiques choisis en dehors de l'IRM:**
Prof. Dr Ir F. Ronday
Prof. Dr J. Paredaens

Conseil de direction

- **Directeur général de l'IRM, président d'office:**
Dr H. Malcorps
- **Membres du personnel dirigeant de l'IRM:**
Dr. S. Dewitte
Dr. J. Rasson
Dr. P. Termonia
Dr. Ch. Tricot
- **Secrétaire:**
Mme E. Honnay



Dr Fabian Debal donne une présentation lors des 4 journées en l'honneur de nos observateurs.



10

LES PUBLICATIONS ET CONFÉRENCES DE NOS SCIENTIFIQUES

Publications avec comité de lecture

- BIDAINE B., WARNANT R., 2010. Assessment of the NeQuick model at mid-latitudes using GNSS TEC and ionosonde data. *Advances in Space Research*, Vol. 45, pp. 1122-1128.
- CARRASSI, A., VANNITSEM, S., 2010. Accounting for model error in variational data assimilation. *A Deterministic Formulation - Monthly Weather Review*, n° 138, 3369-3386p.
- DEMAREE, G.R., VAN DE VYVER, H., 2010. How Extreme is the Precipitation at Lubumbashi, Congo, or the Elaboration of Intensity-Duration-Frequency (IDF) Curves for Precipitation, under the Hypothesis of Inadequate Data. *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer – Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.*, 55(2), 187-198p.
- DEMAREE, G., OGILVIE, A.E.J., CSONKA, Y., 2010. The Inuit of Labrador/Nunatsiavut, the Moravian Brethren, and Connections with French-speaking Switzerland. *Journal of the North Atlantic*, n°3, 24-30p.
- DEMAREE, G.R., 2010. Het jaar 1783, “Annus Horribilis”, de uitbarsting van de Lakagígar vulkaan in IJsland (1783-1784) – zijn impact op het leefmilieu, het klimaat en de mens...in: *Land in zicht*. éd: Koninklijke Vereniging voor Land- en Stedenschoon, 79(3), 9-15p.
- DEMAREE, G.R., 2010. De vergeten windstorm van december 1703 in continentaal Europa. In: *Land in zicht*. éd: Koninklijke Vereniging voor Land- en Stedenschoon, 79(4), 24-29p.
- DEVLEESCHOUWER, X., PETITCLERC, E., SPASSOV, S., PREAT, A., 2010. The Givetian-Frasnian boundary at Nismes parastratotype (Belgium): The magnetic susceptibility signal controlled by ferromagnetic minerals. In: *Geologica Belgica*, 13/4, 351-366p.
- DOKTER, A., LIECHTI, F., STARK, H., DELOBBE, L., TABARY, P., HOLLEMAN, I., 2010. Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *J.R.Soc.Interface*, doi: 10.1098/rsif.2010.0116.
- GHILAIN, N., ARBOLEDA, A., GELLENS-MEULENBERGHS, F., 2010. Evapotranspiration modelling at large scale using near-real time MSG SEVIRI derived data. In: *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, n°7, 7079-7120p.
- GRIMMOND, C., BLACKETT, M., BEST, M., BAIK, J., BOHNENSTENGEL, S., CALMET, I., CHEN, F., DANDOU, A., FORTUNIAK, K., GOUVEA, M., HAMDI, R., HENDRY, M., KONDO, H., KRAYENHOFF, S., LEE, S., LORIDAN, T., MARTILLI, A., MASSON, V., MIAO, S., OLESON, K., PIEGEON, G., PORSON, A., SALAMANCA, F., SHASHUA-BAR, L., STEEVEVELD, G., TROMBOU, M., VOOGT, J., ZGANG, N., 2010. The international urban energy balance models comparison project: first results from phase 1. In: *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. n°49, P. 1268-1292, doi: 10.1175/2010JAMC2354.1.
- HAMID, K., 2010. Klimatologie en morfologie van MCSs, in België deel 1: kenmerken, klimatologie, *Meteorologica* 19, n° 3 – September.
- HAMID, K., 2010. Klimatologie en morfologie van MCSs, in België deel 2: dynamische aspecten, voorspelbaarheid, *Meteorologica* 19 n° 4 – December.
- HAMID, K., 2010. Jagen op groot wild; stormchasers, in de Benelux, *Het Weermagazine* n° 5 – September.
- HAMDI, R., TERMONIA, P., BAGUIS, P., 2010. Effects of urbanization and climate change on surface runoff of the Brussels Capital Region: a case study using an urban soil-vegetation-atmosphere-transfer model. éd: *International Journal of Climatology*, in press.
- HAMDI, R., 2010. Estimating Urban Heat Island Effects on the Temperature Series of Uccle (Brussels, Belgium) Using Remote Sensing Data and a Land Surface Scheme. *Remote Sensing*, n°2, P. 2773-2784; doi: 10.3390/rs2122773.
- HAMDI, R., 2010. Numerical Study of the atmospheric boundary layer over urban areas: Validations for the cities of Basel and Marseilles. *VDM Verlag Dr. Muller Aktiengesellschaft, Co. KG*, ISBN 13: 9783639302110, 252pp.
- JOURNEE, M., BERTRAND, C., 2010. Improving the spatio-temporal distribution of surface solar radiation data by merging ground and satellite measurements. *Remote Sensing of Environment*, 114: 2692 - 2704
- NEMEGHAIRE, J., BRENOT, H., 2010. Etude du potentiel d'utilisation des observations GNSS pour l'analyse météorologique et la prévision à très court terme. *Publication scientifique et technique*. n°59, éd: Institut Royal Météorologique de Belgique
- NEMEGHAIRE, J., 2010. Etude de la situation hivernale et des prévisions météorologiques du 10 février 2010. *Publication scientifique et technique*. n°55, éd: Institut Royal Météorologique de Belgique



NICOLIS, C. and NICOLIS, G. 2010. Stability, complexity and the maximum dissipation conjecture, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 136, 1161-1169.

NICOLIS, C., 2010. Stochastic resonance in multistable systems: The role of intermediate states. *Phys. Rev. E* 82, 011139.

POELMAN, D.R., 2010. On the science of lightning: an overview. *Wetenschappelijke en technische publicatie*, n° 56, éd. Koninklijk Meteorologisch Instituut van België.

SPASSOV, S., VALET, J.-P., KONDOPOULOU, D., ZANANIRI, I., CASAS, L., LE GOFF, M., 2010, Rock magnetic property and palaeointensity determination on historical Santorini lava flows. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, n°11, Q07006, doi:10.1029/2009GC003006

STANKOV, S., STEGEN, K., WARNANT, R. (2010) Seasonal variations of storm-time TEC at European middle latitudes. *Advances in Space Research*, Vol. 46, pp. 1318-1325.

TUDOR, M., TERMONIA, P., 2010. Alternative formulations for incorporating lateral boundary data into limited area models. *Mon. Wea. Rev.*, n°138, 2867–2882p.

VAN WEVERBERG, K., VAN LIPZIG, N., DELOBBE, L., LAUWAET, D., 2010. Sensitivity of quantitative precipitation forecast to soil moisture initialization and microphysics parametrization. In: *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, n° 136, P. 978–996. doi: 10.1002/qj.611

VAN DEN BERGH, J., ROULIN, E., 2010. Hydrological ensemble prediction and verification for the Meuse and Scheldt basins. In: *Atmospheric Science Letters*, n°11, P. 64–71. doi: 10.1002/asl.250.

VAN DER AUWERA, L., 2010. Early warnings of severe weather events based on the ECMWF EPS. In: *Wetenschappelijke en technische publicatie*, n° 57, éd. Koninklijk Meteorologisch Instituut van België.

VAN DE VYVER, H., DEMAREE, G., Construction of Intensity-Duration-Frequency (IDF) curves for precipitation at Lubumbashi, Congo, under the hypothesis of inadequate data, In: *Hydrological Sciences Journal*, n°55(4), 555-564p.

VAN DE VYVER, H., NICOLIS, C., Probabilistic properties of ranges of sums in dynamical systems, in: *physical review*, n° 82, 031107-1 031107-12.

Proceedings

BERTRAND, C., STOECKLI, R., JOURNEE, M., 2010: Validation of MSG derived surface incoming global short-wave radiation products over Belgium. Inp. 57 Proceedings of the 2010 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, 20 – 24 September 2010, Córdoba, Spain.

BIDAINE, B., NAVA, B., STANKOV, S., WARNANT, R., 2010, M-Ingestion: simultaneous ingestion of ionosonde and GNSS data into the NeQuick ionospheric model. In:p. Doherty et al. (Eds.), *International Beacon Satellite Symposium*, 07-11 June 2010, Barcelona, Spain.

DEBAL, F., 2010. Warnings for inland phenomena issued by the weather office of the RMI. In: *Workshop des prévisionnistes IRM-Météo-Wing-Belgocontrol*. éd: IRM, décembre.

DELCLOO, A., DECKMYN, A., HAMD, R., HAMD, H., DE BACKER, G., FORET, H., VAN LANGENHOVE, 2010. Coupling of a CTM (CHIMERE) to the high resolution Limited Area NWP models ALADIN and ALARO for Belgium, *International Workshop on Air quality Forecasting Research*, Québec City, November, Canada, 16-18p.

DEMUZERE, M., AKKERMANS, T., BRISSON, E., VAN LIPZIG, N., BERINGER, J., TAPPER, N., HAMD, R., 2010. The contribution of urbanization, climate and mitigation strategies to the urban meteorology: A case study for Melbourne (Australia) and Toulouse (France), *MeteoClim PhD Symposium*, Brussels, Belgium, 5th November, 2010.

GOUDENHOOFDT, E., REYNIERS, M., DELOBBE, L., 2010. Long-term analysis of convective storm based on C-band radar reflectivity measurements, Sibiu, Romania, In *Proceedings of the Sixth European Conference on radar in meteorology and hydrology*, September, 6pp.

HAMD, R., TERMONIA, P., 2010. Effects of urbanization and climate change on surface energy and water balance of the Brussels Capital Region: a case study using an urban soil-vegetation-atmosphere-transfer model, Leuven, Belgium, in: *4th BELGIAN GEOGRAPHY DAYS*, 22-23 October.

HAMD, R., 2010. Effects of historical urbanization in the Brussels Capital Region on surface air temperature time series: a model study. In: *EMS Annual Meeting Abstracts*, n° 7, EMS2010-70.

HUUSKONEN, B., DELOBBE, L., URBAN, B., 2010. Update on the European weather radar co-operation (OPERA). Helsinki, Finland, In: Proceedings of the WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (TECO-2010), 30 August-1 September, 6pp.

HUUSKONEN, B., DELOBBE, L., URBAN, B., 2010. News on the European weather radar network (OPERA), Sixth European Conference on radar, Sibiu, Romania, in: meteorology and hydrology, 6-10 September, 7pp.

NEMEGHAIRE, J., 2010. To a better use of raw EPS data by forecasters to deliver more relevant medium range forecast products to end users. Reading, in: ECMWF Users' meeting, June.

NEMEGHAIRE, J., 2010. Use of SAF NoWCasting in Belgium - SAFNWC workshop at Madrid, april.

NEMEGHAIRE, J., 2010. Limited area ensemble forecasting for short range at RMIB - Working group of co-operation between european forecasters (WGCEF) - Dublin.

NEMEGHAIRE, J., 2010. To an implementation of a mesoscale Analysis and Nowcasting at the RMIB: illustration of a «severe» snow event the 10th of February 2010. In: Workshop des prévisionnistes IRM-Météo-Wing-Belgocontrol. IRM, décembre.

REYNIERS, M., DELOBBE, L., KANN, A., HAIDEN, T., WITTMAN, C., DECKMYN, A., 2010. The implementation of the nowcasting system INCA for Belgium: current status. Sibiu, Romania, In: Proceedings of the Sixth European Conference on radar in meteorology and hydrology, 6-10 September, 6pp.

REYNIERS, M., DELOBBE, L., DIERICKX, P., THUNUS, M., TRICOT, C., 2010. Storm severity nowcasting by real-time return period imaging. Sibiu, Romania, In: Proceedings of the Sixth European Conference on radar in meteorology and hydrology, 6-10 September, 6pp.

SPITS, J., WARNANT, R., 2010. Total Electron Content monitoring using triple frequency GNSS: Results with GIOVE-A/B data. In:p. Doherty et al. (Eds.), International Beacon Satellite Symposium, 07-11 June 2010, Barcelona, Spain.

STANKOV, S., STEGEN, S., WARNANT, R., 2010. A statistical study of the TEC storm-time response at European middle latitudes for use in ionospheric nowcast and forecast. In:p. Doherty, et al. (Eds.), International Beacon Satellite Symposium, 07-11 June 2010, Barcelona, Spain.

VASQUEZ - ALVAREZ, M., GOUDENHOOFD, E., DELOBBE, L. 2010. Implementation and evaluation of VPR correction methods based on multiple volume scans. Sibiu, Romania, In: Proceedings of the Sixth European Conference on radar in meteorology and hydrology, 6-10 September, 6pp.

WAUTELET, G., LEJEUNE, S., STANKOV, S., AQUINO, M., WARNANT, R. Understanding the occurrence of mid-latitude ionospheric irregularities by using GPS, ionosonde and geomagnetic measurements. In:p. Doherty et al. (Eds.), International Beacon Satellite Symposium, 07-11 June 2010, Barcelona, Spain.

ZANANIRI, I., KONDOPOULOU, D., SPASSOV, S., 2010. The application of environmental magnetism techniques for pollution assessment in urban and suburban areas in Greece: State of the art and case studies. Proceedings of the 12th International Congress of the Geological Society of Greece, Patras, Greece, 19 au 22 mai.

Rapports internes et externes sans comité de lecture

DELOBBE, L., GOUDENHOOFD, E., DEHEM, D., 2010. Développement d'un produit radar hydrométéorologique destiné à la Société Bruxelloise de Gestion de l'EAU (SBGE). Rapport final projet RAD-SBGE, Institut Royal Météorologique de Belgique, 16pp.

ECH-CHAKROUNI, S., HUS, J., SPASSOV, S., GEERARTS, R., 2010. Premiers résultats archéomagnétiques de deux structures cuites à Liernu, Annexe deuxième rapport 2010 convention SPW-DG04 – CPG de l'IRM, n° 09/40645, 10pp.

GERARD, L., 2010. Improvement of convection parameterization in high resolution limit, éd: WGNE Blue Book. http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/science/wgne/BlueBook/2010/individual-articles/04_Gerard_Luc_wgne_cm.pdf

HUS, J., GEERAERTS, R., 2010. Etude archéomagnétique d'un foyer et du mur d'enceinte incendié du donjon de Montauban à Buzenol en Belgique. Exemple de datation archéomagnétique, Annexe premier rapport 2010 convention SPW-DG04 – CPG de l'IRM, n° 09/40645, 20pp.

GELEYN, J.-F., VANANDRUEL, M., BASTAK-DURAN, I., DEGRAUWE, D., VANA, F., BROZKOVA, R. 2010. An al-

ternative method for handling the interactions between turbulence and phase changes, WGNE Blue Book 2010, pp. 4.03-4.04.

DEHEM, D., TRICOT, C., WYLLEMAN, P., HAMDI, R., 2010. Validation des données du réseau pluviométrique géré par l'IBGE, répartition des précipitations, analyse qualitative des sites de mesure et projet de micro-climatologie en Région bruxelloise. Rapport final, marché de services IBGE-BIM, cahier spécial des charges 2008-02-AL, 130pp.

WARNANT, R., BIDAINE, B., BRENOT, H., LEJEUNE, S., STANKOV, S., STEGEN, K., SPITS, J., WAUTELET, G., 2010. SIDC Telescience. PRODEX project performance report, contract C90317.

CARRASSI, A., 2010. Accounting for model error in data assimilation, January 26. Workshop Exploring Complex Dynamics in High-Dimensional Chaotic Systems: From Weather Forecasting to Oceanic Flows, Dresden, Germany, Invited Talk.

CARRASSI, A., 2010. Accounting for model error in data assimilation, February 12. Workshop The complexity paradigm: Understanding the dynamics of weather and climate. In honor of Prof. C. Nicolis. Royal Meteorological Institute, Bruxelles, Belgium. Oral Presentation.

CARRASSI, A., 2010. Accounting for model error in Data assimilation, A deterministic formulation, 28th IUGG Conference on Mathematical Geophysics: Modeling Earth Dynamics: Complexity, Uncertainty and Validation, Pisa, Italy. Oral Presentation.

CARRASSI, A., VANNITSEM, S., 2010. Accounting for model error in variational assimilation. A deterministic formulation. General Assembly of EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol 12, 14665.

DECKMYN, A., DEGRAUWE, D., GERARD, L., HAMDI, R., SMET, G., TERMONIA, P., 2010. Belgian national poster. Joint 20th ALADIN Workshop, HIRLAM ASM 2010, 13-16 April, Cracow, Poland.

DECKMYN, A., DEGRAUWE, D., GERARD, L., HAMDI, R., SMET, G., TERMONIA, P., 2010. Belgian national poster. 32nd EWGLAM, 17th SRNWP joint meeting, Exeter, United Kingdom, 4-7 Oktober.

DEMAREE, G., RUTISHAUSER, T., 2010. Origins of the Word 'Phenology' – from Periodical Observations to Anthochronology and Phenology – a scientific Debate between Adolphe Quetelet and Charles Morren. Phenology 2010, Trinity College, Dublin, Ireland, 14-17 June.

DEMAREE, G., OGILVIE, A., 2010. Impacts of climate and sea-ice changes in Labrador/Nunatsiavut: evidence from the Moravian missionary records. KAOW/ARSOM, Brussels, 23 January.

DEMAREE, G., OGILVIE, A., 2010. Impacts of climate and sea-ice changes in Labrador/Nunatsiavut: evidence from the Moravian missionary records. American Geophysical Union (AGU) Las Americas, Foz de Iguassu, Brazil, August.

DEMAREE, G., 2010. Contribution of the Royal Meteorological Institute of Belgium to PEP725, KickOff Meeting Pan European Phenology (PEP725) project, Trinity College, Dublin, Ireland, 17 June.

Résumés de conférences et posters

ARBOLEDA, A., GELLENS-MEULENBERGHS, F., GHILAIN, N., VITERBO, P., LSA-SAF evapotranspiration products. Poster presented at the 9th EUMETSAT User Forum in Africa, 2010, Ouagadougou, Burkina Faso, September - 1 October, 1pp.

ARBOLEDA, A., GELLENS-MEULENBERGHS, F., GHILAIN, N., 2010. Daily LSA-SAF evapotranspiration product. Talk presented at the EGU assembly, 2010, Vienna, 3rd-7th May, summary in Geophysical Research Abstracts EGU2010-9834, 1pp.

ARBOLEDA, A., GHILAIN, N., GELLENS-MEULENBERGHS, F., 2010. Monitoring evapotranspiration at regional scale by means of Meteosat Second Generation (MSG) satellites. Talk presented at the American Geophysical Union (AGU), Foz do Iguaçu, August, abstract in <http://www.agu.org/meetings/ja10/program/abstract-database.php?sel=0>.

ARBOLEDA, A., GHILAIN, N., SEPULCRE, G., GELLENS-MEULENBERGHS, F., 2010. Remote sensing derived evapotranspiration: comparisons to observations and models and results over the full MSG disk and selected basins. Talk presented at the 4th LSA-SAF workshop. Toulouse, France, 15th to 17th November. Abstract in http://www.meteo.fr/cic/meetings/lisasaf/list_of_abstracts.pdf, 1pp.

CARRASSI, A., 2010. Data assimilation for Chaotic Dynamic. From initial condition to model error control, February 16. IC3 - Barcelona, Spain – Invited Talk.



DEMAREE, G., 2010. Phenological Observations at the Royal Meteorological Institute of Belgium. INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December.

DEMAREE, G., 2010. The long-term Brussels - Ukkel temperature time-series (1767-2010). INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December.

DEMAREE, G., 2010. The Lakagígar (Iceland) volcano eruption (1783-1784) and its climatic impacts. INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December.

DEMAREE, G., OGILIVIE, A., 2010. Impacts of climate and sea-ice changes in Labrador/Nunatsiavut: evidence from the Moravian missionary records. INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December.

GELLENS-MEULENBERGS, F., ARBOLEDA, A., GHILAIN, N., SEPULCRE CANTO, G., 2010. Evapotranspiration at large scale derived from MSG SEVIRI and ECMWF data. Poster presented at the EGU assembly, Vienna, 3rd-7th May, summary in Geophysical Research Abstracts (12) EGU2010-8697, 1pp.

GELLENS-MEULENBERGS, F., ARBOLEDA, A., SEPULCRE CANTO, G., 2010. Evapotranspiration process as the result of land surface - atmosphere interaction. Poster presented at the EGU assembly, Vienna, 3rd-7th May, summary in Geophysical Research Abstracts (12) EGU2010-8622, 1pp.

FRANKE, C., THIRY, M., GOMEZ-GRAS, D., JELENSKA, M., KADZIALKO-HOFMKL, M., LAGROIX, F., PARCERISA, D., SPASSOV, S., SZUSZKIEWICZ, A., TURNIAK, T., 2010. Paleomagnetic age constrains and magneto-mineralogic implications for the Triassic paleosurface in Europe. Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU2010-7858 (présentation poster).

HAMDI, R., 2010. Evaluation of the CANOPY scheme with measurements from the CABAUW tower. Poster presented at Joint 20th ALADIN workshop, HIRLAM ASM 2010, Cracow, Poland.

HUMBLED, F., RASSON, J., SPASSOV, S., HUS, J., WARNANT, R., 2010. Magnetic Valley: A Knowledge Transfer Project. Conference, XIVth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing, Changchun, China, September.

MAILIER, P.J., 2010. Can we trust long-range weather

Pluviomètres de l'IRM.

forecasts? Poster presented at the General Assembly of the European Geophysical Union, Vienna, Mai.

NEMEGHAIRE, J., 2010. Elaboration and strategy for meteorological warnings at the RMIB - Workshop IRM-KNMI-DWD, Essen, Allemagne, September.

SEPULCRE, G., DEWITTE, S., ARBOLEDA, A., GELLENS-MEULENBERGHS, F., 2010. Canopy resistance retrieval using Land SAF LST and net radiation in order to improve the Land SAF ET estimation in drought areas. Poster presented at the 4th LSA-SAF workshop. Toulouse, France, 15th to 17th November. Abstract in http://www.meteo.fr/cic/meetings/lisasaf/list_of_abstracts.pdf, 1pp.

SPASSOV, S., HUS, J., HUMBLED, F., RASSON, J., 2010. On the determination of representative grid point means for surface soil susceptibility mapping. Travaux Géophysiques XXXIX, 12th Castle Meeting, New Trends in Geomagnetism, Palaeo, Rock and Environmental Magnetism, Nové Hradky, Czech Republic, du 29 août au 10 septembre (présentation orale).

STANKOV, S., STEGEN, S., WAUTELET, G., WARNANT, R., 2010. On the local operational geomagnetic index K calculation. Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, Abs. No. EGU2010-7228, Proc. EGU General Assembly, 02-07 May 2010, Vienna, Austria.

VANNITSEM, S., HAGEDORN, R., 2010. Ensemble forecast post-processing over Belgium: Comparison of deterministic-like and ensemble regression methods. General Assembly of EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, 2136-1

VAN DEN BERGH, J., ROULIN, E., 2010. Ensemble forecasting of precipitation and streamflow for the Meuse basin. Poster presented at the CHR International Workshop on Advances in Flood Forecasting and the Implications for Risk Management, Alkmaar, The Netherlands, Mei.

VAN SCHAEYBROEK, B., VANNITSEM, S., 2010. Post-processing through linear regression. Poster presented at EGU General Assembly 2010, 2-7 May, 2010, Vienna, Austria. Geophysical Research Abstracts, Vol 12, 2613pp. Link: <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2010/EGU2010-2613.pdf>

WARNANT, R., LEJEUNE, S., WAUTELET, G., SPITS, J., STEGEN, K., STANKOV, S. The RMI Space Weather and Navigation Systems (SWANS) project. Presented at



the 38th COSPAR Scientific Assembly, 18-25 July 2010, Bremen, Germany.

WAUTELET, G., LEJEUNE, S., WARNANT, R. Monitoring the ionospheric positioning error with a GNSS dense network. *Geophysical Research Abstracts*, 12, Abs. No EGU2010-4791, Proc. EGU General Assembly, 02-07 May 2010, Vienna, Austria.

WAUTELET, G., LEJEUNE, S., WARNANT, R. A GPS/GNSS dense network used to monitor ionospheric positioning error. Presented at the AGU Fall Meeting, 13-17 December 2010, San Francisco, CA, USA.

Conférences et posters sans résumé

ARBOLEDA, A. : LSA SAF evapotranspiration products. EUMETSAT users forum in Africa, Ouagadougou Burkina Fasso, 27/09 a 01/10 2010 (poster)

BERTRAND, C., Conference at the RMI, 5 May 2010: Les données d'observations sol à l'IRM et leur contrôle

BERTRAND, C., JOURNEE, M.: Use of surface solar radiation for solar energy applications in Belgium. Eumetsat Climate Monitoring SAF 3rd User Workshop, 6-8 September 2010, Rostock, Germany.

DEBONTRIDDER, L. : Recent Belgian activities in climate monitoring. WMO Workshop on climate monitoring including the implementation of climate watch systems in RA VI, 25-28 October 2010, DWD, Offenbach, Germany.

DECKMYN, A., Conference at the RMI, 19 May 2010: The GLAMEPS project for ensemble predictions for Europe

DECKMYN, A., CANARI assimilation for the ALADIN component of GLAMEPS (Alex Deckmyn & Antonin Bucanek), Krakow, April 2010 (conference)

DECKMYN, A., Conference at the RMI, 19 May 2010: The GLAMEPS project for ensemble predictions for Europe

DECKMYN, A., Belgian national poster, Krakow, April 2010

DECKMYN, A., Belgian national poster, EWGLAM meeting, Exeter, 4-7 October 2010

DEGRAUWE, D., Alaro-1 Working Days, 15-20 Feb, Budapest

DEGRAUWE, D., Joint 20th ALADIN Workshop & HIRLAM ASM 2010, 13-16 April, 2010, Cracow, Poland

DE KEYZER, M., Conference at the RMI, 21 April 2010: Leven en werken op Antarctica

DELBECQ, D., Conference at the RMI, 17 March 2010: La situation actuelle des workflows à l'IRM

DELOBBE, L., 2010. Radar-gauge merging methods: long-term evaluation and applications in Belgium, Workshop on radar-gauge combination techniques, Meteo-Swiss, Zurich, Switzerland, 27-28 April 2010 (invited speaker).

DEMAREE, G., Contribution of the Royal Meteorological Institute of Belgium to PEP725, KickOff Meeting Pan European Phenology (PEP725) project, Trinity College, Dublin, Ireland, 17 June 2010 (conference)

DEMAREE, G. Phenological Observations at the Royal Meteorological Institute of Belgium. INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December 2010 (conference)

DEMAREE, G. The long-term Brussels-Ukkel temperature time-series (1767-2010). INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December 2010 (conference)

DEMAREE, G. The Lakagígar (Iceland) volcano eruption (1783-1784) and its climatic impacts. INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December 2010 (conference)

DEMAREE, G. & OGILVIE, A.E.J.: Impacts of climate and sea-ice changes in Labrador/Nunatsiavut: evidence from the Moravian missionary records. INNOLEC Lectures, Masaryk University, Brno, Czech Republic, December 2010 (conference)

DE RIDDER, K., BERTRAND, C., CASANOVA, G., LEFEBVRE, W.: Thermal remote sensing of urban surface parameters for use in urban climate models. EARSel's Joint workshops, 22-24 September 2010, Ghent, Belgium.

GERARD, L., Alaro Working Days, Budapest, 16-19 February 2010: Convergence of the 3MT deep convection parameterization with the explicit convection at high resolution

GERARD, L., COST ES0905, Annual workshop of the Core workgroup on deep convection: Concepts for Convective Parameterizations in Large-Scale Models III: Increasing resolutions and parameterization, Warsaw, Poland, 17-19 March 2010.

GERARD, L., Long presentation: Attempt for modification of convection parameterization in high resolution limit, http://convection.zmaw.de/fileadmin/user_upload/convection/lgerard.pdf

GERARD, L., Conference at the RMI, 6 October 2010: The Alaro-1 project and the treatment of deep convection in kilometer-resolution NWP-models.

GERARD, L., COST ES0905, WG1 (Mas-flux parameterizations) meeting (30 November - 2 December) in Savona (Italy), Applying a deep convection parameterization at high resolution: an update

GOUDENHOOFDT, E., Conference at the RMI, 13 October 2010: Statistical analysis of convective storm tracks based on reflectivity measurements from a C-band radar

HAMDI, R., Evaluation of the CANOPY scheme with measurements from the CABAUW tower,

HAMDI, R., Conference at the RMI, 17 November 2010: Urbanization versus climate change: Quantifying the influence on the surface runoff of the Brussels Capital Region basin

HAMDI, R., KULLMANN, L., Joint 20th ALADIN Workshop & HIRLAM ASM 2010, 13-16 April, 2010, Cracow, Poland (poster)

JOURNEE, M., BERTRAND, C.: Improvement in the spatio-temporal distribution of surface solar radiation data over Belgium by merging ground-based and satellite measurements. 10th EMS Annual Meeting and 8th European Conference on Applied Climatology (ECAC), 13-17 September 2010, Zurich, Switzerland.

JOURNEE, M., BERTRAND, C.: Quality control of solar radiation data within the RMIB solar measurements network. 10th EMS Annual Meeting and 8th European Conference on Applied Climatology (ECAC), 13-17 September 2010, Zurich, Switzerland. Poster presentation.

JOURNEE, M., BERTRAND, C.: Improvement in the spatio-temporal distribution of surface solar radiation data over Belgium by merging ground-based and satellite measurements. 4th Belgium Geography Days, 22-23 October 2010, Leuven, Belgium.

LEJEUNE, S., Conference at the RMI, 24 November 2010: Impact of the ionospheric variability on the accuracy of GPS applications

MANGOLD, A., Conference at the RMI, 16 June 2010: Aerosol analysis and forecast in the ECMWF integrated forecast systems: GEMS-AER evaluation by means of case studies

SEPULCRE, G., Conference at the RMI, 9 June 2010: Using remote sensing to estimate crop evapotranspiration quantifying its influence on crop growth monitoring

SPASSOV, S., Conference at the RMI, 1 December 2010: Exploitation of mineral magnetic properties for pollution degree assessment

SMET, G. The role of tunings in diffusive physics parameterizations (poster)

TERMONIAp., SMET, G., VAN DEN BERGH, J., Joint 20th ALADIN workshop & HIRLAM ASM 2010, Cracow, Poland. -Link to the conference website: <http://www.cnrmmeteo.fr/aladin/spip.php?article162> -Link to the pdf-file of the poster: http://www.cnrmmeteo.fr/aladin/spip.php?action=accéder_document&arg=1616&cle=f92d9e869c245d9cae9fd015db8f0d20e5f4bbf8&file=pdf%2Fposter-vandenbergh-a0.pdf

VAN DE VYVER, H., Conference at the RMI, 23 June 2010: Probabilistic and dynamical aspects of the Hurst phenomenon

VAN MALDEREN, R., Conference at the RMI, 8 December 2010: Water vapour in the climate system

VAN SCHAEYBROECK, B., Conference at the RMI, 15 October 2010: Post-processing through linear regression

VELAZQUEZ BLAZQUEZ, A., Conference at the RMI, 27 October 2010: Role of the RMI in the EarthCARE mission

WARNANT, R., Galileo? Bien plus qu'un système de positionnement! Space Commission of Belgian Senate, 09 February 2010, Brussels, Belgium.

Thèses en vue de l'obtention du grade de docteur

MEKAOUIS. (2010): Total Solar Irradiance Measurements During Solar Cycles 22 and 23, PhD thesis at Vrije Universiteit Brussel



Avis pour le Fonds des Calamités

Date de l'événement	Sorte d'événement	Provinces concernées
Janvier 2010		
06 janvier 2010	Hiver 2010	Toute la Belgique
Février 2010		
28 février 2010	vents de tempête	Toute la Belgique
Juillet 2010		
02 juillet 2010 (2 avis)	orage avec pluies abondantes	Flandre occidentale (9 communes)
03 juillet 2010	orage avec grêle et pluies abondantes	Liège (1 commune)
10 juillet 2010	orage avec pluies abondantes	Brabant flamand (1 commune)
		Région de Bruxelles-Capitale (4 communes)
12 juillet 2010	orage avec pluies abondantes	Liège (6 communes)
14 juillet 2010	vents de tempête	Toute la Belgique
14 juillet 2010	orage avec pluies abondantes	Brabant flamand (21 communes)
		Brabant wallon (5 communes)
		Anvers (12 communes)
		Région de Bruxelles-Capitale (6 communes)
		Flandre occidentale (3 communes)
		Hainaut (6 communes)
		Liège (15 communes)
		Limbourg (1 commune)
Namur (5 communes)		

Datum van de gebeurtenis	Soort gebeurtenis	Getroffen provincies
Août 2010		
16/17 août 2010	orage avec pluies abondantes	Flandre occidentale (20 communes)
22 août 2010	orage avec pluies abondantes	Namur (1 commune)
26 août 2010	orage avec pluies abondantes	Flandre occidentale (23 communes)
30 août 2010	orage avec pluies abondantes	Flandre occidentale (5 communes)
Octobre 2010		
23 octobre 2010	orage avec pluies abondantes	Flandre occidentale (12 communes)
Novembre 2010		
09 - 14 novembre 2010	Pluies abondantes	Flandre occidentale (2 communes)
		Flandre orientale (8 communes)
		Anvers (9 communes)
		Brabant flamand (12 communes)
		Limbourg (11 communes)
		Région de Bruxelles-Capitale (1 commune)
		Waals - Brabant (7 gemeenten)
		Brabant wallon (7 communes)
		Hainaut (13 communes)
Namur (5 communes)		



LISTE DES ACRONYMES ET ABBRÉVIATIONS

- **ALADIN**: Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational
- **ALADIN**: Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational
- **AOD**: Aerosol Optical Depth
- **AUTODIF**: Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite
- **ATC**: Air Traffic Control
- **BOS**: Bolometric Oscillation Sensor
- **CEPMET**: Centre Européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
- **CERES**: Clouds and the Earth's Radiant Energy System
- **CMSAF**: Climate Satellite Application Facility
- **DMET**: Daily MSG EvapoTranspiration
- **ECMWF**: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
- **ECOMET**: Economic Interest Grouping of the National Meteorological Services of the European Economic Area
- **ET**: Évapotranspiration
- **EUMETNET**: European Meteorological network
- **EUMETSAT**: European METeorological SATellites
- **GLAMEPS**: Grand Limited Area model Ensemble Prediction System
- **GERB**: Geostationary Earth Radiation Budget
- **GPD**: Generalized Pareto Distribution
- **HIRLAM**: High Resolution Limited Area Model
- **IASB**: Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
- **INCA**: Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis
- **LSA-SAF**: Land Surface Analysis – Satellite Application Facility
- **LTMs**: Local Team Managers
- **LTT**: Lighting Task Team
- **MET**: MSG EvapoTranspiration
- **MoU**: Memorandum of Understanding
- **MSG**: Meteosat Second Generation
- **OMM**: Organisation Météorologique Mondiale
- **ORB**: Observatoire royal de Belgique
- **PAC**: Policy Advisory Committee
- **SAF**: Satellite Application Facilities
- **SAFIR**: Système d'alerte foudre par interférométrie radioélectrique
- **SBGE**: Société Bruxelloise de Gestion de l'Eau
- **ScaRaB**: Scanner for Radiation Budget
- **SEVIRI**: Spinning Enhanced Visible Infra-Red Imager
- **SPAQuE**: Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement
- **SOHO-satellite**: SOlar and Heliospheric Observatory
- **SOVAP**: Solar VAriability Picard
- **STAEKF**: Short Time Augmented Extended Kalman Filter for Soil Analysis
- **STCE**: Solar Terrestrial Centre of Excellence
- **TEOM-FDMS**: Tapered Element Oscillating Microbalance with Filter Dynamic Measurement System
- **VUU**: Virtual Unresolved Updarft

Institut Royal Météorologique
de Belgique

Avenue Circulaire 3
B - 1180 Bruxelles

www.meteo.be

