



RAPPORT ANNUEL

2012



SOMMAIRE

1. Avant-propos	5
2. Faits marquants	9
3. L'IRM au service des défis	13
4. La météo en 2012	17
5. Les nouveaux produits et développements de l'IRM	25
6. La recherche à l'IRM	29
7. IRM et international	49
8. Le développement du Centre de Physique du Globe en 2012	53
9. La structure de l'IRM	59
10. Les publications et conférences scientifiques	65
11. Liste des acronymes et abréviations	77

IRM
 Institut Royal Météorologique
 Avenue Circulaire 3 - B-1180 Uccle
 Tél.: +32 2 373 06 11
 Fax: +32 2 375 12 59
 www.meteo.be
 Éditeur responsable: Dr D. Gellens
 ISSN / 1377 - 2406
 Coordination : Carine Beetens
 Création & Réalisation:
 The Design Factory

1 AVANT-PROPOS

Cher Lecteurs,

Malgré la réforme en cours des Etablissements Scientifiques Fédéraux dont l'IRM fait partie et les incertitudes qui peuvent en résulter, l'IRM a poursuivi ses objectifs en vue de continuer à améliorer ses services à la population. J'en citerai deux exemples importants à mes yeux.

Tout d'abord, nous avons procédé à l'installation et à l'inauguration de notre second radar météorologique en Belgique. Le premier est situé à Wideumont et le tout nouveau est situé dans la commune de Jabbeke. La tour radar qui est visible de tous les automobilistes qui empruntent l'autoroute de la mer et de tous les utilisateurs du train d'Ostende abrite un instrument de la toute dernière génération qui couvre bien sûr le Nord du pays mais aussi une bonne partie de la Manche. Aucune perturbation venant de ce secteur ne pourra échapper aux prévisionnistes belges mais aussi aux prévisionnistes des Pays-Bas et du Nord de la France.

Le second exemple est une application concrète du premier, et s'est concrétisé par la mise à la disposition du public d'avertissements à très court terme. Ces avertissements mettent en garde la population lorsque des événements météorologiques dangereux comme les orages ou les tempêtes se développent rapidement sur notre territoire. Ces alertes à très court terme complètent les avertissements ordinaires qui portent sur les jours à venir et qui exploitent les résultats

des modèles de prévision numérique du temps. Les nouveaux messages d'alerte sont disponibles depuis juillet 2012 et reposent essentiellement sur l'utilisation d'outils spécifiques aux prévisions à très court terme et sur la vigilance et l'expertise des prévisionnistes qui assurent un service permanent de surveillance. Ces avertissements sont diffusés sur notre site web et, via le Centre de crise du gouvernement, vers les services concernés mais aussi vers les médias pour pouvoir être diffusés le plus directement et largement possible vers le public.

L'année 2012 a aussi été l'occasion de sceller un accord de coopération avec le service MDK de la région flamande. Nos deux services ont en effet certaines missions similaires, à savoir garantir la sécurité de la population et fournir des prévisions météorologiques plus spécifiquement le long des côtes belges et en mer. Travailler ensemble dans cet objectif était naturel mais a tout de même nécessité un feu vert aux plus hauts niveaux, à savoir le conseil des ministres fédéraux et du gouvernement flamand. Nos deux organismes soutenus par leurs ministres respectifs, à savoir la Ministre Crevits pour le MDK et le Ministre P. Magnette pour l'IRM, sont ainsi prêts à construire une stratégie au service des utilisateurs aussi bien au niveau de l'organisation du service permanent de prévisionnistes à Ostende qu'au niveau de la recherche qui est du ressort essentiel de l'IRM.

L'année 2012
a vu l'inauguration
d'un nouveau radar
météorologique

1 AVANT PROPOS



Ce rapport annuel reprend comme à l'accoutumée, une synthèse des principaux événements météorologiques qui se sont produits en 2012 ainsi que ce que nous appelons le bilan climatologique de l'année qui résume l'année écoulée par rapport au climat de référence basé sur les statistiques des trente dernières années. Vous trouverez ainsi une description de l'événement neigeux du mois de mars qui a perturbé fortement notre pays et des orages importants qui se sont produits en juin.

Ce rapport reprend également brièvement les principaux développements de nos activités en 2012. Que ce soit au niveau de la progression de la digitalisation des documents historiques d'observation ou de l'étude du climat. Le développement de notre expertise en matière de prévisions numériques dans le consortium

international Aladin a en l'occurrence permis de mener à bien des études portant sur les îlots urbains de chaleur et sur l'évolution du climat dus aux effets anthropiques.

L'IRM continue à développer son expertise dans le domaine de l'observation du bilan énergétique du Soleil, avec le projet SIMBA, et à développer l'exploitation de nouvelles méthodes d'observation, comme l'illustre l'utilisation des signaux GPS pour évaluer la vapeur d'eau atmosphérique. Des informations climatologiques détaillées sur l'énergie solaire sont à présent disponibles pour le territoire de la Belgique. Les statistiques sur les extrêmes pluviométriques et les températures ont été remises à jour. Nous présentons en outre dans ce rapport, l'évolution de nos activités au Centre de Physique de Globe de l'IRM à Dourbes.



L'année 2012 a été en outre une année de préparation pour la célébration de l'anniversaire des 100 ans de l'IRM. Une année donc de redécouverte de notre passé et de nos prédécesseurs. Une redécouverte aussi des progrès considérables qui ont été réalisés en un siècle et même au delà car les activités dans le domaine de la météorologie avaient commencé en Belgique dès 1833 grâce à A. Quetelet le fondateur de l'Observatoire des Pays-Bas méridionaux. Mais de tout ceci, il vous sera fait part en détails dans le rapport de l'année 2013 bien sûr.

A toutes et à tous, bonne lecture!

Dr D. Gellens
Directeur général a.i.

2 FAITS MARQUANTS

« Toutes les 5 minutes, une image précise des précipitations sur la Belgique »

UN NOUVEAU RADAR MÉTÉOROLOGIQUE À JABBEKE

L'Institut Royal Météorologique (IRM) dispose désormais d'un nouveau radar météorologique à Jabbeke en Flandre Occidentale. Le 13 juin 2012 le système a été installé au sommet de la tour radar et c'est le 30 août que les premières images sont apparues sur les écrans de l'IRM à Uccle.

L'inauguration officielle est intervenue le 19 septembre 2012. Cet événement majeur pour l'IRM s'est déroulé en présence du Ministre de la Politique Scientifique Fédérale, Paul Magnette, du Secrétaire d'Etat à la Fonction publique, Hendrik Bogaert, du Secrétaire d'Etat à la Régie des bâtiments, Servais Verherstraeten et du gouverneur de Flandre occidentale, Carl Decaluwé.

Le radar permet d'observer, à distance, les précipitations et d'élaborer des prévisions à très court-terme. Il constitue ainsi un outil essentiel pour lancer des avertissements en cas de situations météorologiques dangereuses (précipitations intenses, tempêtes, orages violents, grêle ou chutes de neige). Les observations radar sont également d'une grande utilité pour l'analyse a posteriori des épisodes de précipitations intenses. Avec les données recueillies, l'IRM peut affiner ses avis destinés au Fonds des calamités. En outre, les radars météorologiques jouent un rôle important dans les dispositifs de prévision des crues et inondations mis en place par les services hydrologiques régionaux.

La Belgique comptait déjà deux radars météorologiques, l'un exploité par l'IRM à Wideumont dans la province de Luxembourg et l'autre par Belgocontrol à Zaventem. Depuis plusieurs années, l'Institut Royal Météorologique de Belgique souhaitait améliorer la couverture radar du Nord-Ouest du pays. C'est maintenant chose faite grâce au nouveau radar de Jabbeke, véritable avant-poste permettant d'observer et de suivre avec une grande précision les précipitations venant du Nord de la France et de la mer du Nord.

Le radar de Jabbeke est équipé de la technologie dite de "double polarisation", alors que les radars conventionnels comme celui de Wideumont fournissent uniquement une estimation de la quantité de précipitations. Par contre, la technique de double polarisation offre l'avantage d'estimer également le type de précipitations (pluie, neige ou grêle). Grâce à cette technique, le radar figure parmi les plus modernes d'Europe.

Le radar de Jabbeke est intégré dans le réseau européen (Eumetnet/OPERA), qui compte près de 200 radars météorologiques et qui s'étend sur 30 pays. Les données des différents radars sont rassemblées en temps réel pour fournir, toutes les 15 minutes, une image précise des précipitations sur toute l'Europe.



LES ÉLÈVES ET LES HABITANTS DE JABBEKE EN VISITE AU RADAR !

Après l'inauguration officielle du 19 septembre 2012, les élèves et les habitants de Jabbeke ont également eu l'occasion de visiter «leur» radar. Le 21 septembre, les élèves de 5^{ème} et 6^{ème} primaire des différentes écoles de la commune se sont rendus sur les lieux. Après une présentation du radar et de ses applications dans la tente d'accueil installée pour l'occasion, ils ont ensuite gravi, par groupes de 10 à 15 élèves, les 236 marches menant au sommet de la tour, pour y voir l'instrument de plus près. Par ailleurs, les jeunes visiteurs ont pu admirer la vue panoramique à partir de la terrasse. Les jours suivants Le lendemain, plus de 200 habitants de Jabbeke ont bénéficié du même programme. Les experts radar de l'IRM se sont fait un plaisir de répondre aux nombreuses questions posées par les visiteurs très enthousiastes. À l'issue de leur visite, tous les participants se sont vu offrir une boisson et ils ont reçu une brochure et un souvenir.

L'IRM ET LA MDK COLLABORENT POUR LES PRÉVISIONS À LA CÔTE



Le personnel de l'OMS

L'Institut Royal Météorologique et l'agence flamande « Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK) » ont conclu en 2012 un nouvel accord de coopération approuvé par les gouvernements flamand et fédéral. Désormais, les deux institutions établiront de concert des prévisions et des bulletins météorologiques pour la côte et la mer. En plus, ils pourront développer et réaliser une vision à long terme, indispensable au combat contre le changement climatique et pour la défense du littoral contre les tempêtes violentes.

L'IRM, partenaire météo tant des autorités fédérales que régionales, fournit les données météorologiques pour la mer à la police fédérale maritime et au SPF Mobilité et Transports. Les alertes précises lancées

en temps utile améliorent la sécurité et la rentabilité du trafic maritime. L'IRM est le seul institut météorologique belge chargé en permanence des alertes en cas d'événements météorologiques dangereux sur terre et en mer. Les prévisions de l'IRM couvrent la zone de la ligne de basse mer belge jusqu'à Douvres (GB) ; en effet, le gouvernement fédéral garantit la sécurité dans les mers territoriales, sur le Plateau Continental et dans la Zone Economique.

Les données rassemblées par la MDK permettent à l'IRM d'optimiser la qualité de ces prévisions météo. Outre les activités de prévision précitées, l'IRM collabore avec diverses instances flamandes compétentes en matière de pollution, de gestion des eaux et de sécurité routière.

La MDK surveille la fluidité et la sécurité du trafic maritime très dense en Flandre. A cette fin, elle dispose du Réseau de mesures des Bancs de Flandre, qui rassemble un certain nombre de données (mesures de vent, marées, courants et action des vagues). Ces informations sont continuellement mises à la disposition des autorités nautiques et des navigateurs. L'accompagnement du trafic maritime vers les ports de mer nécessite des prévisions météorologiques précises et détaillées, tant pour la mer du Nord que pour les canaux.

Dans le cadre de la collecte de toutes ces données, l'agence MDK collabore avec la Station Météorologique Océanographique (OMS) à Ostende, qui envoie des prévisions météorologiques, ainsi que des alertes en cas de grande marée, aux utilisateurs professionnels. Par ailleurs, les prévisions côtières sont mises à la disposition du grand public et de différents services côtiers sur internet, et ce en 4 langues. Depuis peu, les prévisions côtières sont également diffusées par smartphone.

Pour l'exécution de leurs tâches publiques, l'IRM et la MDK sont chacun responsables d'aspects spécifiques des prévisions côtières. L'accord de coopération confère désormais un caractère durable à leur collaboration. Leurs tâches et responsabilités s'en trouveront harmonisées, ce qui augmentera l'efficacité tout en limitant les coûts.

DISTINCTIONS ET PRIX

En 2012 les efforts de certains collaborateurs ont été récompensés d'une nomination ou d'un prix pour leur engagement exceptionnel:



Stanimir Stankov, collaborateur de l'IRM à Dourbes, a été élu membre associé du Comité URSI Belgique, le Comité national belge pour la radioélectricité ; il s'agit d'une commission de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de

Belgique, par ailleurs membre de l'URSI (Union Radio-Scientifique Internationale), une organisation non-gouvernementale sous l'égide du Conseil international des Sciences. L'objet de cette organisation est d'encourager et de coordonner, au niveau international, les études, la recherche, les applications, les échanges scientifiques et les communications dans le domaine radio-scientifique.



Guy Crabbé, collaborateur de l'IRM à Dourbes, a été honoré d'un 'Certificate of Achievement' par Lowell Digisonde Inc. pour son excellent service dans le cadre du maniement et de la maintenance des Ionosondes (des instruments de mesure ionosphérique,

voir article 'Surveillance continue de l'ionosphère chapitre 8) à Dourbes durant les trois dernières décennies. Par son travail, il a contribué aux efforts de nombreux scientifiques nationaux et internationaux.



3 L'IRM AU SERVICE DES DÉFIS

L'IRM fournissait quotidiennement à Bert et Dirk, des bulletins météorologiques à 4 jours d'échéance.



INARI LAKE

Du 10 au 29 septembre, nos compatriotes Bert Poffé et Dirk Michiels ont voyagé en Laponie, dans la région du lac Inari, qui compte 3300 îles. Ils ne pouvaient pas manquer d'en visiter quelques-unes.

Au-delà des objectifs purement scientifiques, Bert et Dirk voulaient que leur aventure en Laponie serve d'invitation à (re)découvrir la nature. Leur périple constituait également un coup promotionnel pour l'organisation GoodPlanet Belgium, qui s'occupe d'écologie et de développement durable. Le célèbre photographe (et naturaliste) Yann Arthus-Bertrand, président d'honneur de cette association, était le parrain de l'expédition.

En préparation de l'expédition, le prévisionniste de l'IRM, Tom Elegeert, avait rédigé plusieurs articles relatifs au climat de la Laponie, assortis d'autres informations météorologiques pertinentes. Durant leur parcours en canoë, il fournissait quotidiennement à Bert et Dirk, des bulletins météorologiques à 4 jours d'échéance. Informés de la sorte, ils ont pu planifier et éventuellement adapter leur itinéraire en fonction du type de temps et du vent prévus.

Au cours du mois de septembre, plusieurs dépressions se sont succédées sur la Scandinavie, parfois alimentées par les restants de cyclones tropicaux (Leslie, Michael et Nadine). Les conditions sur le lac ont alors été marquées par un temps sombre et humide, parfois accompagné

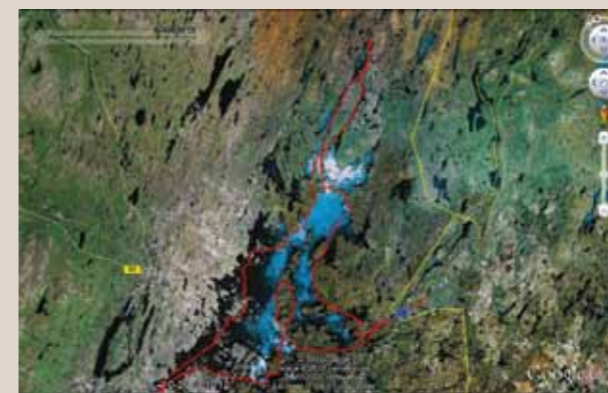


Image satellite de Google. Le trajet suivi par Bert et Dirk y est indiqué en rouge



De gauche à droite: Bert Poffé, Yann Arthus-Bertrand et Dirk Michiels

d'un vent de 5 ou 6 Beaufort. Le vaste lac Inari a donc connu un déferlement de vagues sensiblement plus hautes, qui compliquaient sérieusement la navigation en canoë.

Le jour prévu pour la dernière étape – il y avait 15 km au programme - le vent soufflait avec une telle intensité qu'il était exclu d'aller plus loin. Après s'être abrités 36 heures dans leur tente, nos aventuriers ont vu que le vent était tombé et ils ont reçu la confirmation, par le météorologue, que le temps allait se calmer les jours suivants. L'expédition arrivait à son terme. Désormais, lac Inari n'allait plus avoir de secret pour Bert et Dirk !



COLLABORATION MÉTÉOROLOGIQUE ENTRE SOLAR IMPULSE ET L'IRM

Un avion fonctionnant exclusivement à l'énergie solaire et capable d'accomplir des vols à longue distance: telle est l'ambition du projet suisse Solar Impulse, né dans l'esprit de l'aérostier suisse Bertrand Piccard. En 1999, celui-ci avait fait un tour du monde – le premier dans l'histoire – en ballon à air chaud, en compagnie de Brian Jones. Depuis, il cherche un moyen de rééditer son exploit, mais cette fois-ci sans recours aux hydrocarbures.

Après quelques années de recherche, un avion a été construit. Les véritables vols d'essai ont enfin suivi, en 2010, au-dessus de la Suisse, berceau de Solar Impulse. Depuis, plusieurs vols ont eu lieu pour préparer le but final : un vol autour du monde en 2015. Avec Solar Impulse, il tient surtout à faire la démonstration du potentiel important de l'énergie solaire et à souligner la nécessité d'œuvrer ensemble à un avenir plus respectueux de l'environnement.

IRM et Solar Impulse

Depuis le début en 2007, une équipe de météorologistes de l'IRM fournit une assistance météorologique au projet Solar Impulse, tant pour les vols préparatoires virtuels que pour les vols réels.

On ne saurait sous-estimer l'importance de l'assistance météorologique dans ce projet, vu la vulnérabilité de l'appareil aux conditions météorologiques. En effet, la structure de l'avion présente une fragilité certaine : son étendue est celle d'un Airbus 320, mais son poids est celui d'une voiture et la puissance de ses 4 moteurs équivaut à celle d'un scooter! L'avion ne tolère presque pas de vent au décollage et à l'atterrissage, ni les puissantes ascendances thermiques. Durant le vol, la vitesse du vent de face ne peut dépasser 50 ou 60 km/h, car au-delà de 60 km/h, l'appareil vole en effet à reculons. Le Solar Impulse ne peut pas non plus traverser les nuages, car ceux-ci risquent d'y provoquer

des courts-circuits. C'est dire l'importance vitale, pour la bonne organisation du vol, du temps et toute la nécessité de prévoir avec précision l'ensemble des paramètres pertinents, de préférence 2 jours à l'avance. Le départ ne s'improvise donc pas au vu d'un matin ensoleillé : il faut avoir la certitude de pouvoir décoller, voler et atterrir en toute sécurité. A cette fin, l'IRM fournit des prévisions très précises du type de temps et du vent pour le décollage, l'atterrissage ainsi que pendant le vol, jusqu'à une altitude de 8500 m.

Simulations en 2012 :

En préparation des vols prévus au-dessus des Etats-Unis en 2013 et du tour du monde en 2015, avec la traversée de l'Atlantique et du Pacifique, des simulations ont été faites en mai, juin et juillet 2012. Ces simulations reposent sur un modèle, développé spécialement par deux collègues français de la société d'ingénierie ALTRAN, qui reproduit parfaitement le comportement de l'avion ainsi que ses limites. Sur la base de données brutes issues des modèles numériques de prévisions météorologiques, fournies par l'IRM, la simulation permet de déterminer le trajet idéal entre deux points, ainsi que les paramètres de vol à chaque moment. Fondées sur les archives météorologiques de l'IRM, les données utilisées lors des simulations servent également de point de départ aux études préliminaires sur une région donnée. L'équipe saura donc s'il est opportun d'y faire passer l'avion à tel ou tel moment. Ces simulations servent également de répétition générale du vol prévu. Quelques jours avant le départ, l'équipe pourra de la sorte esquisser un plan de vol optimal. Cette préparation rigoureuse est absolument indispensable, car, dans ce domaine, aucune erreur n'est permise.

2012: Maroc aller-retour



Le Solar Impulse survole le désert marocain

Au printemps 2012, à l'invitation du roi du Maroc, Mohammed VI, le Solar Impulse a effectué son premier vol intercontinental, qui représentait plus de 2500 km – le plus long de son existence. Cette invitation intervenait dans le cadre de la construction de la plus grande centrale thermo-solaire du monde à Ouarzazate, la « porte du Sahara ».

Le vol aller-retour vers Ouarzazate comportait 7 étapes:

1. 25 mai: Payerne-Madrid
2. 6 juin: Madrid-Rabat
3. 13 juin: premier essai Rabat-Ouarzazate
- 22 juin: Rabat-Ouarzazate
4. 28 juin: Ouarzazate-Rabat
5. 7 juillet: Rabat-Madrid
6. 17 juillet: Madrid-Toulouse
7. 24 juillet: Toulouse-Payerne



Les prévisions émises par l'IRM font l'objet d'un contrôle de qualité régulier, dans un souci d'amélioration permanente.



4 LA MÉTÉO EN 2012

CONTRÔLE DE QUALITÉ DES PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les prévisions émises par l'IRM font l'objet d'un contrôle de qualité régulier dans un souci d'amélioration permanente. La vérification continue permet également, à l'institut, de détecter des déficiences systématiques éventuelles dans les prévisions, d'y remédier et de mesurer la performance des prévisions avec une objectivité maximale.

Le Bureau du Temps diffuse, pour tout le territoire, des prévisions concernant la température (minimale et maximale), le vent (vitesse et direction), les précipitations et le type de temps. Les prévisions sont mises à jour cinq fois par jour (une prévision principale vers 12h suivie de mises à jour régulières à 16h, 22h, 6h et 9h). Afin d'illustrer au moyen d'un exemple le contrôle de la qualité des prévisions, nous avons représenté aux illustrations 1 et 2 la performance des prévisions de température émises chaque jour à midi, en 2012, pour la région de Bruxelles-Capitale et le Brabant. Il s'agit d'une série de minima nocturnes et de maxima diurnes prévus sur un horizon de 11 jours (du jour 0 au jour 10). Il est communément admis que la marge d'erreur de toute prévision de température ne doit pas dépasser +/- 2 °C,

sous peine de ne plus être efficace. La performance de ces prévisions s'exprime donc simplement par la proportion de prévisions (exprimée en pour cent) ayant une erreur absolue inférieure ou égale à 2 °C.

Pour mettre en évidence le gain en qualité apporté par les prévisionnistes du Bureau du Temps, l'IRM compare la performance de leurs prévisions à la performance de prévisions alternatives obtenues par deux méthodes simples qui ne nécessitent ni d'expertise humaine ni l'usage de modèles numériques onéreux : la persistance (le temps qu'il fait aujourd'hui reste le même les jours suivants) et la climatologie (la moyenne à long terme des observations passées et calculée sur une période de 30 ans (de 1981 à 2010) sert de prévision pour les prochains jours).

Les résultats présentés à l'illustration 1 (températures minimales) et à l'illustration 2 (températures maximales) montrent clairement que les prévisions de température de l'IRM sont bien meilleures que celles des deux autres alternatives, surtout les premiers jours de la période concernée.

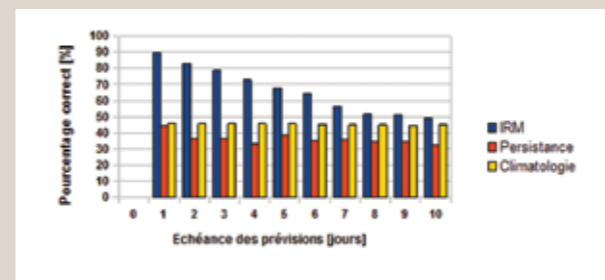


Illustration 1 : Pourcentage de prévisions correctes pour l'année 2012 : températures minimales à Uccle.

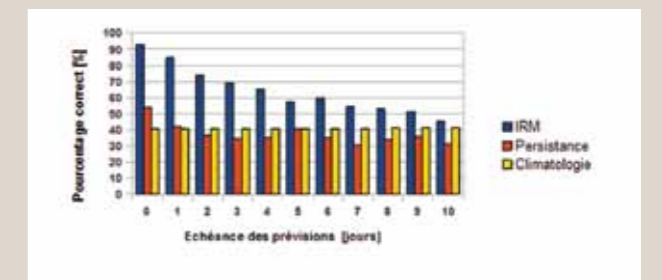


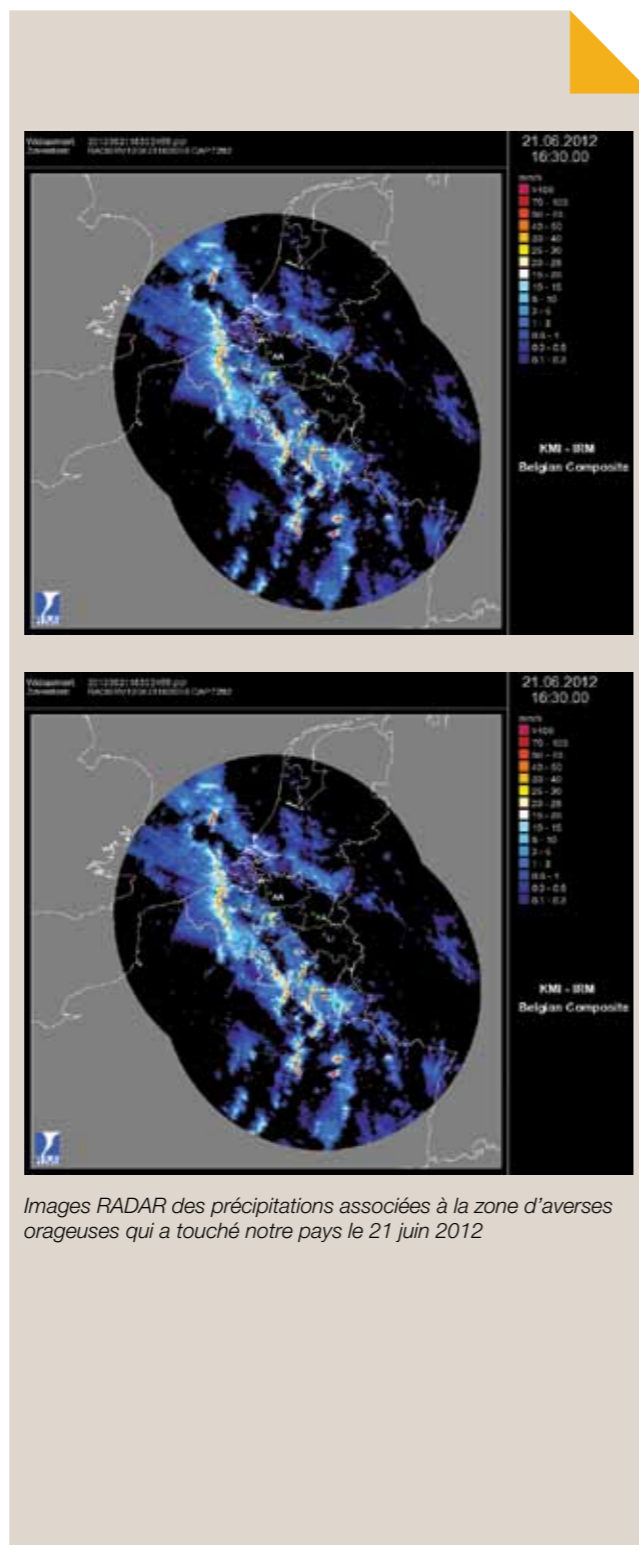
Illustration 2 : Pourcentage de prévisions correctes pour l'année 2012 : températures maximales à Uccle.

SITUATION ORAGEUSE DU 21 JUIN 2012

Si 2012 ne nous a pas valu d'épisode orageux particulièrement sévère, les orages survenus cette année n'en ont pas moins causé quelques problèmes et dégâts. Le 21 juin, une zone orageuse active a traversé notre pays. Des averses orageuses se sont développées à l'avant d'un front froid associé à une dépression centrée près de l'Écosse. Les jours précédents, nous étions au nord du front polaire séparant l'air maritime plus frais de l'air chaud méridional. Cette longue zone frontale connaissait des ondulations épisodiques, qui faisaient remonter de l'air chaud vers nos régions, y provoquant à chaque fois des orages. Le 21 juin, une ondulation de ce type a atteint notre pays à partir du sud, déclenchée par l'approche rapide d'un creux d'altitude (axe dépressionnaire en haute atmosphère conduisant à des mouvements ascendants) venant du Golfe de Gascogne. Ce creux a provoqué un refroidissement de l'air dans les couches élevées de l'atmosphère ainsi qu'un renforcement du flux à ces niveaux. Les orages se sont alors formés au sein d'une masse d'air instable, caractérisée par une augmentation de la vitesse du vent avec l'altitude; comme ces deux aspects sont restés modérés, les orages n'ont pas sévi avec une violence extrême. Malgré tout, l'épisode orageux a provoqué des dégâts par la montée des eaux ou la force du vent.

Très tôt le matin du 21 juin, les prévisionnistes de l'IRM ont émis un premier avertissement de niveau "jaune" pour un risque d'orage avec des dégâts localisés. Vers la mi-journée, le niveau d'alerte a été porté au niveau "orange" avec un risque de problèmes localisés liés à la montée des eaux et aux bourrasques.

Vers 17h00, les prévisionnistes ont lancé la procédure des bulletins d'avertissement à très court terme, dits "nowcastwarnings", mis à jour toutes les heures jusqu'au moment où les orages ont quitté notre pays, autour de 20h40.

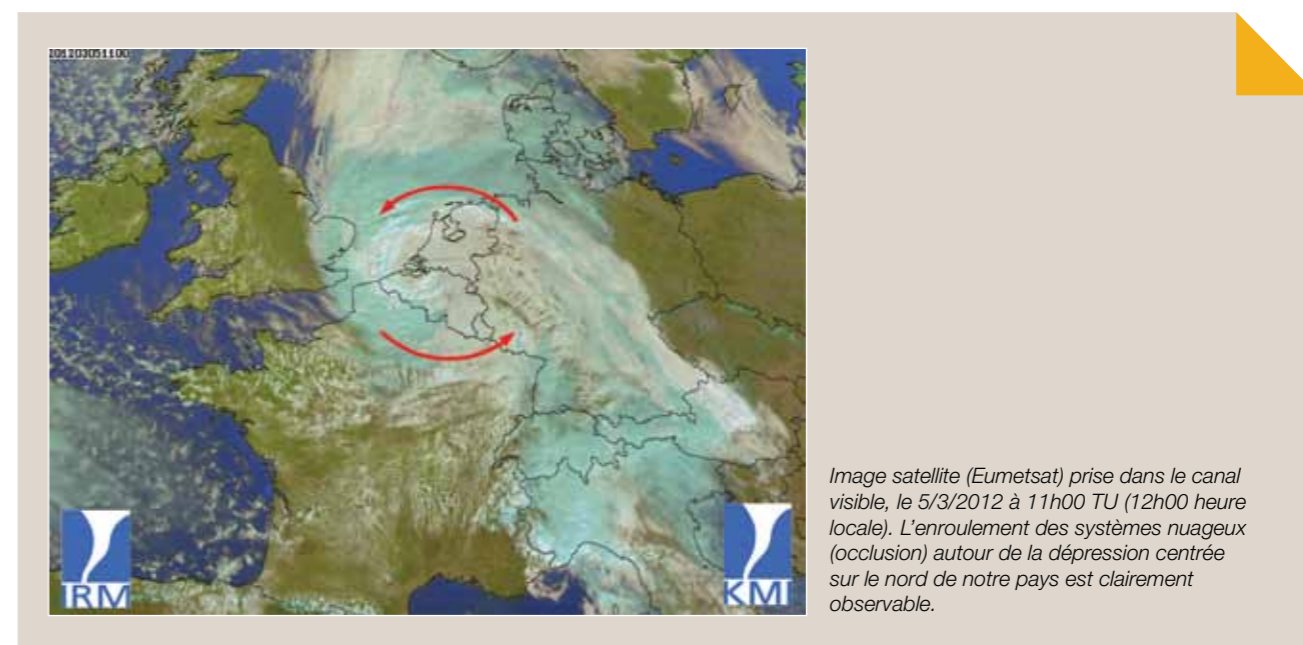


ÉPISODE NEIGEUX DU 5 MARS 2012

Dans la nuit du 4 au 5 mars 2012, une dépression s'est creusée sur le nord de notre pays. La perturbation, associée à cette dépression, a été suivie d'une intrusion d'air maritime frais d'origine polaire sur le nord de la France et la moitié sud-ouest de notre pays. Cette coulée d'air frais s'est traduite par une baisse des températures, généralement comprises entre 1 et 4 °C sur les provinces le long de la frontière française, ce qui a provoqué des températures négatives à partir de 200-400 mètres d'altitude.

En fin de nuit et le lundi 5 mars au matin, la perturbation s'est enroulée autour du noyau dépressionnaire, contournant alors celui-ci pour se rabattre vers la moitié sud-ouest du pays; ce phénomène, appelé « retour d'occlusion », a entraîné des précipitations assez intenses, qui ont surtout touché la zone située au sud d'une ligne Ypres-Bruxelles-Namur-Liège. Étant donné les températures légèrement positives en surface, elles ont d'abord pris la forme de pluie ou de neige fondante, alors qu'en altitude, où la température était nettement négative, ces précipitations étaient neigeuses.

Au fil de l'avant-midi de ce 5 mars, le caractère hivernal des précipitations s'est accentué sur la zone susmentionnée; les pluies et les chutes de neige fondante se sont transformées en chutes de neige fondante ou de neige. Ce phénomène s'explique notamment par l'évaporation partielle des gouttes de pluie ou des flocons de neige « mouillés » au sein de la couche d'air froid, relativement plus sec, qu'ils traversaient en tombant. Sous l'effet de l'évaporation, un refroidissement supplémentaire s'est produit, abaissant l'altitude de la limite pluie-neige, en-dessous de 200 mètres et parfois jusqu'à la surface du sol. Les chutes de neige se sont alors répandues, avec des accumulations le plus souvent comprises entre 1 et 6 cm, et localement jusqu'à 10 cm, notamment dans la région de Lille et de Tournai. Le nord du pays, en marge de la coulée d'air plus frais, a été épargné par ces précipitations hivernales.



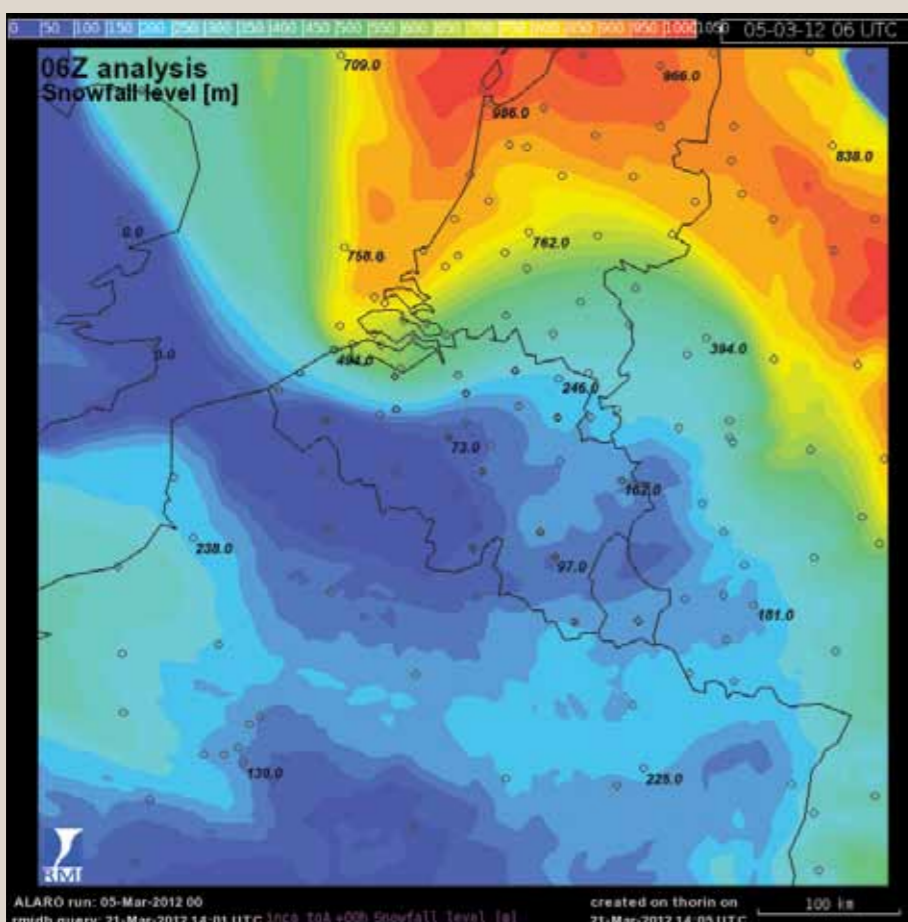
Cet épisode avait été correctement prévu par l'IRM, dont les bulletins évoquaient déjà, la veille, des chutes de neige fondante ou de neige dans le sud et le centre du pays pour la nuit du 4 au 5 mars et le 5 mars au matin. En fin de nuit, un avertissement de niveau orange

a été émis pour les provinces de Flandre occidentale, de Hainaut, de Namur et du Luxembourg alors que les provinces de Flandre orientale, de Brabant et de Liège se voyaient attribuer un niveau d'avertissement jaune.



◀ Photo prise par la Webcam d'Uccle, le 5/3/2012 entre 9 et 10 heures locales. De fortes chutes de neige « collante » sont observées. Elles ont succédé à des précipitations de pluie et de neige mêlées aux premières heures de la matinée.

.....
Hauteur de l'isotherme de 0°C (en mètres) analysée par notre système de suivi à très court terme (INCA) pour le 5 mars à 6h00 TU. La zone d'abaissement de la limite pluie-neige est clairement visible en bleu sur les provinces le long de la frontière française.



BILAN CLIMATOLOGIQUE DE 2012

Du point de vue climatologique, l'année 2012 a été relativement normale en Belgique. C'est ce que montre le tableau 1, qui donne les valeurs annuelles de quelques

paramètres observés à Uccle. Seules la vitesse moyenne du vent et la quantité de précipitations, anormalement élevées, s'écartent des valeurs normales.

Paramètre	2012	Normales	Car
Pression atmosphérique (au niveau moyen de la mer) (hPa)	1016,0	1016,0	n
Vitesse moyenne du vent (m/s)	3,5	3,4	a+
Durée d'insolation (h)	1528,7	1545	n
Température moyenne (°C)	10,6	10,5	n
Température maximale moyenne (°C)	14,4	14,2	n
Température minimale moyenne (°C)	6,8	6,9	n
Humidité relative moyenne de l'air (%)	79,5	80	n
Total des précipitations (mm)	976,5	852,4	a+
Nombre de jours de précipitations	212	199	n

Tableau 1. Valeurs pour l'année 2012 et normales annuelles sur la période 1981-2010 pour différents paramètres climatologiques mesurés à Uccle. La colonne « Car » (= Caractéristiques statistiques) donne le degré d'anormalité du paramètre en 2012, exprimé en périodes de retour moyennes (cf. définitions dans le tableau 2).

Code	Degrés d'anormalité :	Phénomène égalé ou dépassé en moyenne une fois tous les
n	normal	-
a	anormal	6 ans
ta	très anormal	10 ans
e	exceptionnel	30 ans
te	très exceptionnel	100 ans

Tableau 2. Définition du degré d'anormalité d'un paramètre climatologique, exprimé en périodes de retour moyennes, d'après les valeurs observées entre 1981 et 2010.

En 2012, la température moyenne annuelle enregistrée à Uccle (10,6 °C) n'a pas reproduit le nouveau record établi en 2011 (11,6 °C). Elle se situait juste au-dessus de la normale sur la période 1981-2010 (10,5 °C). Cependant, comme le montre l'illustration 1 sur la page suivante, la température de 2012 reste dans la fourchette des températures élevées que l'on a généralement connues en Belgique depuis la fin des années '80.

Deux épisodes climatologiques remarquables en 2012 méritent d'être mentionnés. Tout d'abord, une vague de

froid relativement intense a touché le pays à partir de la fin du mois de janvier. Elle a sévi 14 jours, du 30 janvier au 12 février. A Uccle, les maxima journaliers sont restés en permanence inférieurs à 0°.

Par ailleurs, la fin de l'année a également été remarquable, avec un mois de décembre relativement doux, mais particulièrement venteux et pluvieux. Il a plu 28 jours à Uccle (valeur normale : 19 jours), ce qui égale la valeur de 1999. Le cumul des précipitations a été très exceptionnellement élevé, atteignant 172,7 mm, soit plus du double du total mensuel normal (81,0 mm).

Ces précipitations viennent coiffer le précédent record de 1999 (171,9 mm). Les derniers jours du mois ont été aussi marqués par une très grande douceur : la dernière décennie de décembre a été la plus chaude observée à Uccle depuis 1901, avec une température moyenne de 8,8 °C (normale : 3,6 °C). Le précédent record datait de 2002, avec une valeur de 8,7 °C.

En résumé, davantage que les années précédentes, l'année 2012 a été relativement normale du point de vue climatologique. Le lecteur intéressé trouvera sur le site web de l'IRM une version plus détaillée du bilan climatologique 2012.

UN HIVER 2012 RELATIVEMENT DOUX, MALGRÉ UNE VAGUE DE FROID EN FÉVRIER

L'hiver 2012 (de décembre 2011 à février 2012) fut relativement doux, comme le montre la température moyenne de 4,0 °C enregistrée à Uccle pour une valeur normale de 3,6 °C, c.-à-d. la valeur moyenne sur la période 1981-2010. La température moyenne en décembre grimpa jusqu'à 6,1 °C (norm.: 3,9 °C) et elle demeura également clémente en janvier 2012, avec une température moyenne de 5,1 °C (norm.: 3,3 °C).

A partir de la fin du mois de janvier, une vague de froid intense toucha brutalement le pays, plongeant nos régions dans des températures extrêmement glaciales. L'illustration 2 permet de suivre clairement l'évolution, pendant l'hiver, des températures journalières maximales,

minimales et moyennes observées à Uccle. Pour retrouver une vague de froid similaire, il faut remonter à celle vécue dans nos régions entre le 31 décembre 1996 et le 11 janvier 1997.

Cette année, la vague de froid a sévit du 30 janvier au 12 février. Tout au long de cette période, les maxima journaliers enregistrés à Uccle restèrent inférieurs à 0°C, alors que les minima plongèrent sous les -10 °C à cinq reprises (on releva jusqu'à -13,0 °C le 4 février). Ailleurs dans le pays, on observa à plusieurs reprises des minima inférieurs à -15 °C ; la température la plus basse relevée dans le réseau climatologique descendit à -21,8 °C le 7 février à Neidingen (près de Saint-Vith).

Cette période de froid relativement intense explique la température moyenne anormalement basse à Uccle en février, qui n'atteignit que 0,7 °C (norm.: 3,7 °C) ; il faut

remonter à 1991 pour trouver un mois de février plus froid (avec 0,0 °C). Il y eut 16 jours de gel [température minimale < 0 °C] (norm.: 11,1 jours), dont 12 jours d'hiver [température maximale < 0 °C] (norm.: 1,9 jours). Dans le pays, sur l'ensemble du mois, les moyennes mensuelles des températures minimales s'écartèrent des valeurs normales d'une valeur comprise entre -4,5 °C et -3,0 °C ; quant aux moyennes mensuelles des températures maximales, elles connurent un écart de -4,0 °C à -2,0 °C.

Au total, durant l'hiver 2012, la douceur de décembre et janvier valut à Uccle moins de jours de gel qu'en moyenne, puisqu'on n'en observa que 23 jours (norm.: 33,2 jours). Par contre, du fait de la vague de froid, le nombre de jours d'hiver enregistrés cette saison-là y fut supérieur à la normale ; on en compta jusqu'à 14 (norm.: 6,4 jours).

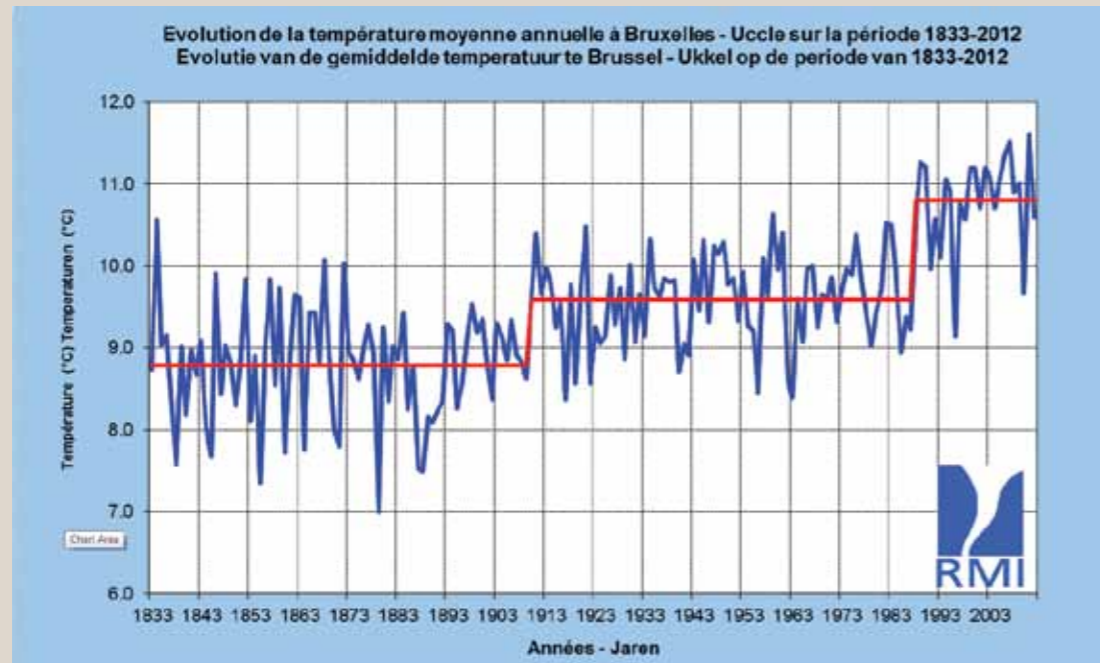


Illustration 1 : Les températures moyennes annuelles à Bruxelles-Uccle, entre 1833 et 2012 (en °C). Les droites horizontales rouges donnent les valeurs moyennes sur trois périodes statistiquement « stables » au niveau des températures (au cours de chaque période, les températures fluctuent autour de la ligne rouge).

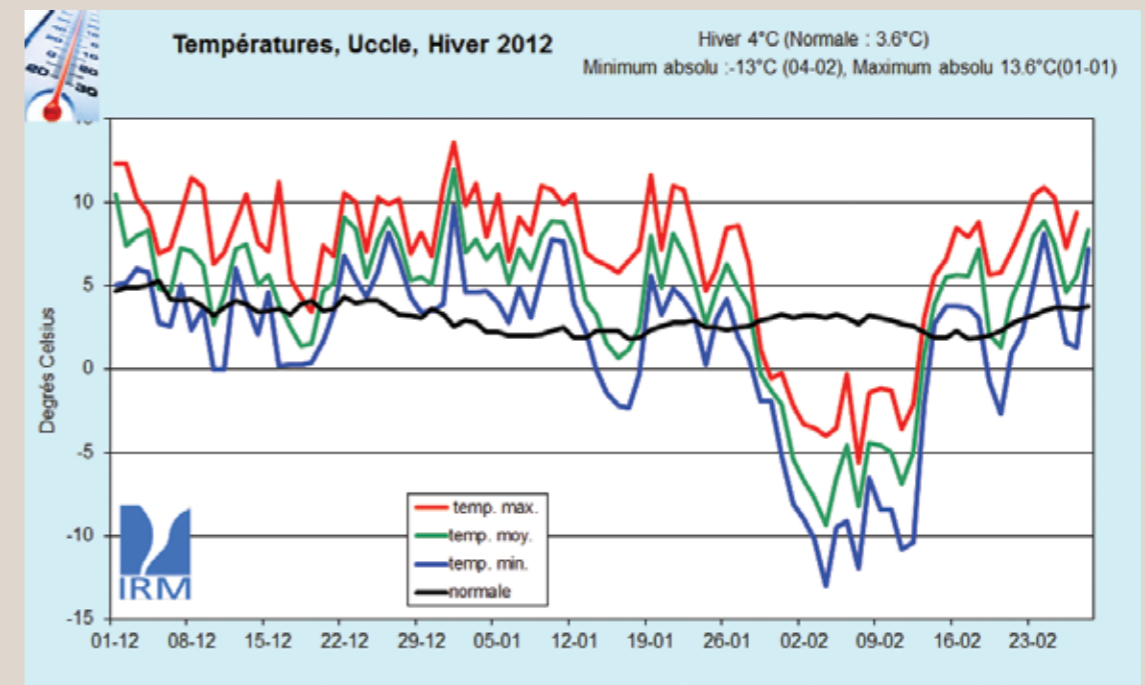


Illustration 2 : Evolution des températures journalières (en °C) à Uccle au cours de l'hiver 2012. La courbe en rouge représente les températures maximales, la verte les températures moyennes et la bleue les températures minimales. Pour comparaison, la courbe en noir donne les valeurs normales des températures moyennes journalières. La vague de froid de février ressort clairement de ce graphique.

5 LES NOUVEAUX PRODUITS DE L'IRM



Le bulletin de nowcastwarning = une analyse concise de la situation, précision du type de danger et sa localisation.

AVERTISSEMENTS À TRÈS COURT TERME

Avertir la population à temps et avec précision en cas de risque météorologique représente une tâche primordiale de l'IRM. A cette fin, nous déployons un maximum de personnel et de moyens. Par ailleurs, nous évaluons régulièrement notre travail et les résultats obtenus.

En 2012, le Bureau du temps de l'IRM a revu ses procédures d'avertissement, désormais étendues aux alertes à très court terme: les nowcastwarnings. Il s'agit d'avertissements lancés une heure avant l'événement météorologique prévu, mais avec une précision géographique de l'ordre d'une partie de province. Par contre, une prévision à l'échelle d'une commune n'est pas possible jusqu'à présent, même à l'échéance d'une heure.

Les nowcastwarnings représentent un complément important des avertissements généraux, émis 12 à 48 heures à l'avance et actualisés au moins toutes les 6 heures. Ces avertissements à très court terme répondent à un besoin de précision quant au moment, à l'intensité et à la localisation des phénomènes météorologiques sévères, surtout si ceux-ci sont à petite échelle et qu'ils évoluent rapidement.

La probabilité de tels phénomènes très locaux et dangereux, dont les rafales de vent orageuses, ne peut être estimée que peu de temps avant leur apparition. Une enquête auprès des divers utilisateurs (le Centre de Crise fédéral, les pompiers, la police, les organisateurs d'événements extérieurs importants), a révélé un grand intérêt pour ce type de mises à jour plus rapprochées.

Le Bureau du temps émet les nowcastwarnings en cas d'avertissement orange, dans l'heure à venir, dans au moins une province, concernant des conditions

météorologiques dangereuses susceptibles d'évoluer rapidement d'heure en heure (orages, averses de neige et verglas). Les systèmes à grande échelle, notamment les pluies de longue durée ou les tempêtes sur une zone étendue, ne donnent pas lieu à l'émission de bulletins à très court terme. En effet, comme ces systèmes évoluent à peine d'heure en heure, il est plus indiqué de les mentionner dans les avertissements généraux.

Les prévisionnistes combinent leur expérience avec l'utilisation de divers outils qui permettent surtout d'extrapoler la situation dans l'heure suivante, à partir des conditions actuelles. Les images radar, la détection de la foudre, la modélisation et les calculs informatiques apportent une aide précieuse dans ce domaine.

Toutes les heures, le Bureau de Temps procède à une mise à jour des avertissements à très court terme, qui sont diffusés sur le site web. Les avertissements sont également envoyés au Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur qui transmet l'information aux services d'aide et de police ainsi qu'au centre de sauvetage et de coordination maritime. Les centres régionaux de



Capture d'écran du site web de l'IRM, avec le nowcastwarning dans le cadre rouge. Le nowcastwarning est adapté chaque heure.

trafic et les médias reçoivent également ces bulletins qu'ils peuvent ainsi rapidement relayer auprès de la population, via les flashes d'info trafic à la radio.

Le bulletin de nowcastwarning comprend une analyse concise de la situation, précise le type de danger prévu durant l'heure à venir et sa localisation et il décrit les risques que celui-ci fait courir à la population.

Dès que le danger est passé, un bulletin annonçant la fin de l'alerte est envoyé.

INDRA

Depuis 2006, le Conseil des Ministres a décidé de renforcer la capacité de recherche dans le domaine des prévisions des pluies abondantes, des fortes marées et des tempêtes. L'occurrence d'événements climatiques extrêmes - tels que celui de Pukkelpop en 2011 et les inondations de l'hiver 2010-2011 - montre toute l'importance de telles prévisions. À titre d'illustration chiffrée, mentionnons que suite aux inondations de novembre 2010, Axa, le plus grand assureur du pays, a reçu des demandes d'indemnisation pour un montant dépassant 95 millions d'euros. En 2011, le total des demandes pour le secteur des assurances représentait 180 millions d'euros, dont 94 millions liés aux tempêtes et 86 millions aux inondations (source: Assuralia). C'est dire qu'il est crucial de mettre en place un système d'alerte pour de tels phénomènes.

Produire des avertissements en temps et heure utiles est un vrai défi. L'emploi d'un seul scénario issu d'un modèle déterministe de prévision du temps ne permet pas d'estimer tous les aspects des risques (hydro-) météorologiques. L'IRM a développé une méthodologie qui utilise donc plusieurs modèles fournissant différents scénarios à différentes échelles de temps, en combinaison avec les observations météorologiques. Les prévisions probabilistes, outil important pour les prévisions à court et moyen terme, sont un assemblage de différentes prévisions numériques (qualifiées d'ensemble). Elles sont issues d'un ou de plusieurs modèles de prévision, partant de conditions initiales légèrement différentes. Ce type

de prévisions d'ensemble est réalisé depuis des années au niveau global. Malheureusement, les prévisions en question n'ont qu'une résolution relativement faible (30 km de distance entre les points d'estimation). Par conséquent, l'IRM (dans le cadre des consortia HIRLAM et ALADIN) a développé un système de prévision d'ensemble à résolution plus élevée, appelé 'Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System (GLAMEPS), qui fournit des prévisions probabilistes à une résolution de 12 km, permettant une estimation plus précise de la probabilité de précipitations extrêmes ou de neige.

Parallèlement, les prévisions EPS (Ensemble Prediction System) du Centre Européen pour prévisions à moyen terme (ECMWF) servent actuellement de données d'entrée pour la production de prévisions hydrologiques probabilistes basées sur le modèle hydrologique SCHEME. L'ensemble nous donne un système de prévision hydrologique probabiliste, qui permet de produire des avertissements en temps opportun des crues dans les grands bassins fluviaux belges. Les avertissements du système d'alerte sont envoyées aux organisations régionales responsables de la gestion de l'eau en Flandre et en Wallonie.

D'autre part, les prévisions à court terme des inondations dues aux fortes précipitations dans les zones urbaines nécessitent un type de modèle supplémentaire. À cette fin, l'IRM a développé et opérationnalisé un modèle de surface sophistiqué, SURFEX. Ce dernier, combiné au modèle météorologique opérationnel ALARO, améliore sensiblement la prévision des phénomènes météorologiques à basse altitude, notamment par la prise en compte d'aspects tels que l'urbanisation locale.

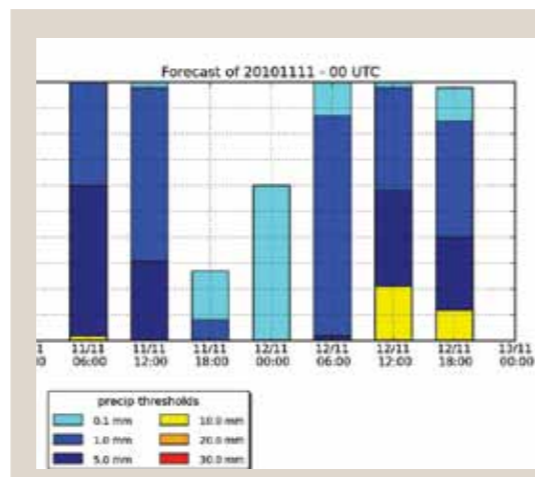
Enfin, des prévisions à très court terme (quelques heures) sont développées à partir d'autres techniques, vu les déficiences à court terme des modèles prévisionnels numériques, qui rendent ces derniers peu fiables. Ce type de prévisions donne lieu à l'utilisation des observations les plus récentes. En matière de précipitations, il s'agit des données radar et satellitaires accessibles en temps quasi réel, des données des précipitations des stations météorologiques automatiques et des données de détection de la foudre. Un modèle empirique à court terme basé sur ces données est alors établi permettant d'effectuer des projections pour un avenir proche (nowcasting systems). L'IRM dispose d'un tel système de nowcasting, le système INCA-BE qui fournit des prévisions de 0 à 6 heures fondées sur le modèle numérique ALARO, les observations des stations météorologiques et des radars météorologiques. Dans l'avenir, les observations du réseau de détection de la foudre SAFIR seront également incorporées.

Tout système d'alerte qui se veut optimal, devrait utiliser l'intégralité des informations disponibles. En 2012 l'IRM a travaillé sur le développement d'un système de prévision des fortes précipitations et des tempêtes, appelé INDRA (INtegrated RMI Alert system), qui regroupe en un seul système, les diverses sources précitées. Un prototype devrait être opérationnel d'ici la fin de l'année 2013. L'objectif est d'intégrer l'ensemble des informations disponibles, de les visualiser d'une manière intelligente et de les combiner en une prévision pour toutes les échéances sur les 10 jours à venir. L'IRM mettra en place le contrôle de qualité nécessaire, afin d'améliorer constamment le système d'avertissement.

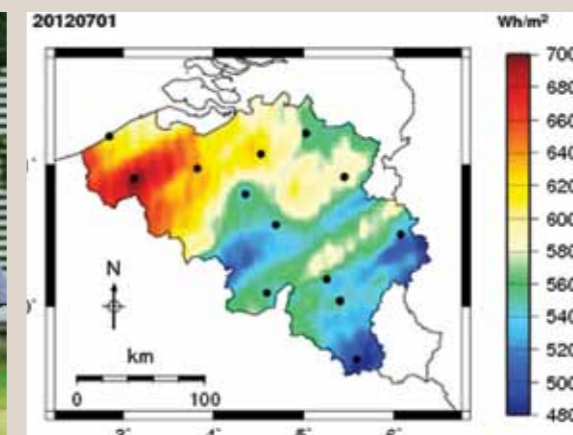
Ci-dessous, nous donnons un exemple de l'information qui sera disponible dans le système final INDRA. Il s'agit de prévisions probabilistes des précipitations, à partir du modèle GLAMEPS.

DISTRIBUTION SPATIALE DU RAYONNEMENT SOLAIRE EN TEMPS QUASI RÉEL

De nombreuses applications ne sauraient se passer d'une bonne connaissance du rayonnement solaire tel qu'il se présente à un endroit et à un moment donné. Il en est ainsi par exemple de l'évaluation du potentiel en énergie solaire, du suivi du rendement d'une installation photovoltaïque (panneaux solaires), de la conception énergétiquement efficace de bâtiments, du calcul de rendements agricoles, de l'estimation de l'évapotranspiration, etc. Traditionnellement, l'observation du rayonnement solaire relève des réseaux de stations météorologiques, dont les coûts d'installation et de maintenance limitent le taux de couverture du territoire. Afin de répondre au mieux à une demande croissante de données de rayonnement solaire pour des endroits spécifiques, l'IRM vient de développer un nouveau produit, qui fournit quotidiennement, en temps quasi réel (c.à.d. dès le lendemain matin), des estimations du rayonnement solaire global incident sur une surface horizontale en tout lieu du territoire belge. Ces estimations sont fondées sur la combinaison d'une part des mesures effectuées en station et d'autre part des images acquises par le satellite météorologique géostationnaire européen Meteosat. Ce dernier fournit en effet une bonne caractérisation de la couverture nuageuse et, par conséquent, du rayonnement solaire, avec une haute fréquence temporelle (c.-à-d. toutes les 15 minutes).



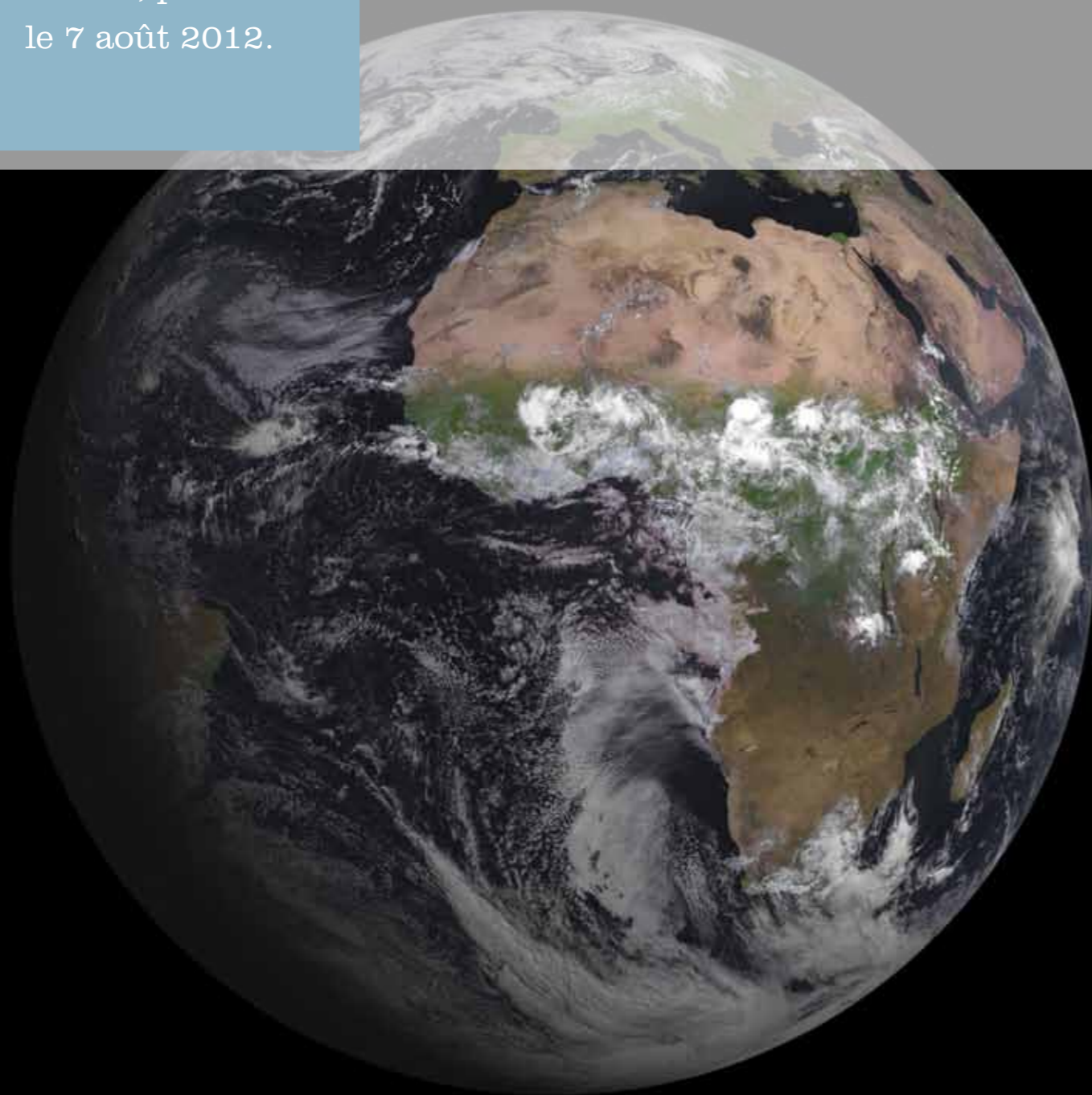
Prévision GLAMEPS pour Kleine Brogel. Probabilité de dépassement de seuils différents pour les précipitations cumulées sur 6 heures.



Exemple de distribution spatiale estimée du rayonnement solaire global journalier et localisation des sites de mesure.

6 LA RECHERCHE À L'IRM

La première image
du satellite
MSG-3, prise
le 7 août 2012.



MSG-3 SEVIRI First Image
7 August 2012 09:45 UTC

Full Disk Image - RGB (1,6-0,8-0,6)

LA NUMÉRISATION D'ARCHIVES CLIMATOLOGIQUES BELGES

La problématique des modifications de l'environnement terrestre à l'échelle planétaire dues aux activités humaines et aux cycles naturels figure parmi les sujets de recherche majeurs au niveau international. Son traitement scientifique nécessite l'existence de séries de données résultant d'observations de qualité et de durée suffisantes. À partir de celles-ci, il est possible d'analyser les influences relatives des activités humaines et des forces naturelles sur l'évolution de l'environnement telle qu'on l'observe. Cela explique les initiatives prises depuis quelques années dans de nombreux pays pour sauvegarder et numériser les données manuscrites anciennes, dont l'exploitation doit contribuer à la connaissance scientifique.

En 2006, la Politique scientifique fédérale (Belspo) a lancé la première phase d'un ambitieux plan de numérisation du patrimoine culturel et scientifique des établissements scientifiques fédéraux. L'IRM et l'Institut d'Aéronomie spatiale de Belgique (IASB) ont proposé un projet commun de numérisation des données d'observations anciennes. L'objectif était de sauvegarder, dans un format électronique, des séries de données temporelles d'un grand intérêt scientifique, qui étaient uniquement disponibles, dans les archives des deux institutions, sous forme manuscrite ou difficilement exploitable scientifiquement. Le projet donnait en particulier l'occasion à l'IRM d'apporter une contribution belge aux efforts internationaux dans le domaine de la sauvegarde et de la numérisation d'anciennes données climatologiques.

Le choix du procédé de numérisation s'est porté sur l'encodage manuel des séries d'observations retenues en priorité par l'IRM (données climatologiques belges) et l'IASB (données d'ozone en Antarctique). Après une phase de préparation du travail d'encodage proprement dit, l'engagement de deux techniciens encodeurs a permis de mener à bien les objectifs prioritaires retenus.

Dans les archives de l'IRM, les plus anciennes observations climatologiques effectuées de manière régulière dans l'ensemble du pays remontent à 1880, année de la restructuration et du développement rapide du réseau climatologique belge. Avant le lancement du projet, seuls les relevés quotidiens des températures



Photographie en 1904 de la famille Lacrosse près de l'abri thermométrique à la station de Thimister, dans le pays de Herve. De 1900 à 1988, cette famille a donné plusieurs générations d'observateurs.

extrêmes (températures minimale et maximale) et de la quantité de précipitations effectués à partir de 1950 par les observateurs de ce réseau étaient disponibles en format numérique. Pour la période antérieure, la plupart de ces informations précieuses n'étaient accessibles que sur papier ou microfiches. Le projet de numérisation a donc été l'occasion d'étendre l'encodage des données climatologiques journalières à la période 1881-1949 en exploitant les bordereaux mensuels manuscrits archivés par l'IRM.

Toutes les données thermométriques existantes sur la période considérée ont été numérisées, ainsi que les quantités de précipitations pour un ensemble de stations pluviométrique sélectionnées. A la fin du projet, en mars 2012, les données de 623 stations pluviométriques et de 239 stations thermométriques avaient été enregistrées électroniquement. Au total, cette numérisation a permis de sauvegarder plus de 4,8 millions de données climatologiques journalières, qui sont aujourd'hui disponibles dans leur état brut dans la banque de données Oracle de l'IRM.

Ce projet de sauvegarde de données est l'étape préliminaire indispensable en vue de l'étude des changements climatiques régionaux en Belgique depuis la fin du 19e siècle. Cependant, la réalisation de cet objectif présuppose une deuxième étape, tout aussi importante. Il s'agit, en effet, de passer à l'étude de la qualité des séries de données encodées et d'en déterminer l'homogénéité, avant de pouvoir les exploiter scientifiquement.

Exemple du bulletin climatologique de juin 1947 pour la station de Haacht (code climatologique Ea2). Pour chaque jour, les premières colonnes reprennent les relevés thermométriques (températures maximum *M*, minimum *m* et moyenne (estimée par $(M+m)/2$)), puis on trouve le cumul des précipitations et ensuite d'autres renseignements comme la visibilité (*V*) et la nébulosité (*N*) à 7h, 13h et 18h. Une série de renseignements sur des phénomènes météorologiques observés sont encore signalés dans la dernière colonne. On remarquera la température maximale de 38,7°C indiquée au 28 juin (la date du relevé), mais qui correspond au maximum de la veille, le 27 juin. Ce jour est l'un des jours les plus chauds que l'on ait connu dans le pays depuis 1881.

SIMBA EN ROUTE POUR L'ESPACE

Le 20 juin 2012, l'équipe « Observations » de l'IRM a reçu la merveilleuse nouvelle que son projet pilote « SIMBA » avait été sélectionné dans le cadre du projet CubeSat QB50 de la Commission Européenne, dirigé par l'Institut Von Karman de Belgique. SIMBA bénéficie de l'appui financier du programme Prodex de la Politique Scientifique Fédérale (BELSPO), par le biais du programme GSTP (general support technology programme) de l'agence spatiale européenne (ESA).

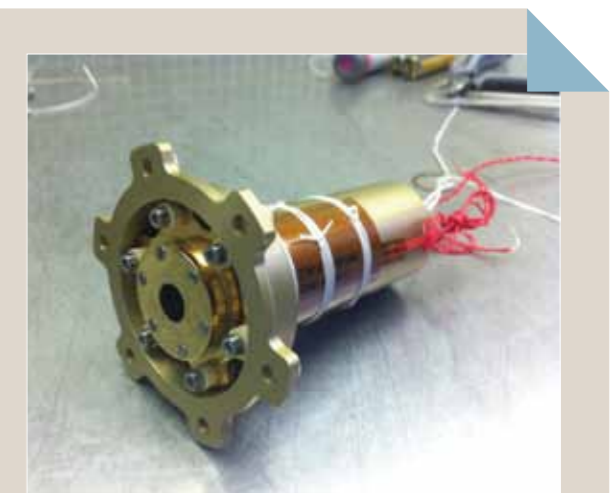
Le radiomètre SIMBA (Sun-Earth IMBAalance) proposé par l'IRM, est un système à la pointe de la technologie. Il mesurera non seulement le réchauffement de la Terre par l'action du Soleil, mais aussi le refroidissement de notre planète par l'émission de rayonnement infrarouge vers l'espace. Grâce à ces données, nous pourrions mesurer la quantité nette d'énergie solaire résiduelle sur Terre et les effets qu'elle est susceptible de produire sur notre climat.

Le projet SIMBA, développé par l'IRM, est le fruit d'une expérience de 30 années dans le domaine

des radiomètres spatiaux et de la collaboration avec l'Observatoire Royal de Belgique, le laboratoire de recherche français LATMOS, la Vrije Universiteit van Brussel et l'Université de Liège, dans le cadre du « Solar Terrestrial Center of Excellence ». Mentionnons également l'étroite collaboration avec le projet PICASSO de l'Institut d'Aéronomie Spatiale et de l'Observatoire Royal de Belgique. PICASSO est un nano satellite qui sera lancé conjointement avec SIMBA. Enfin, il y a une collaboration avec la KU Leuven, qui fournit un système expérimental de détermination de l'attitude et de contrôle (ADCS) à intégrer dans le satellite SIMBA.

Le modèle opérationnel SIMBA sera construit par notre équipe d'experts en radiométrie qui a, entre autres, développé le radiomètre Sova-Picard. Dès 2012, la construction de l'instrument SIMBA (voir les photos) a commencé. En collaboration avec un partenaire industriel encore à sélectionner et l'ESA, le satellite SIMBA sera construit et testé en 2013 et 2014. Le lancement est prévu pour 2015.

Espérons que notre petit « prince lion » comme il est surnommé, ne manquera pas de se faire entendre...



L'instrument Simba

RELÈVE DE LA GARDE POUR LES SATELLITES MÉTÉOROLOGIQUES EUROPÉENS

En 2012, les satellites météorologiques européens opérationnels ont connu une véritable relève de la garde. Quelques explications préliminaires s'imposent. Deux types de satellites météorologiques sont couramment utilisés : les systèmes géostationnaires et polaires.

Les satellites géostationnaires tournent autour de la Terre à la même vitesse que les révolutions de notre planète autour de son axe. Voilà pourquoi ils nous paraissent immobiles, d'où l'appellation « géostationnaire ». Les satellites européens de ce type – la série bien connue des Météosat – sont positionnés dans le plan équatorial à une longitude de 0°, 36 000 kilomètres au-dessus du golfe de Guinée (Afrique équatoriale). Le 5 juillet 2012, une fusée Ariane a mis en orbite le satellite MSG-3, le troisième modèle des Météosat de seconde génération (MSG), depuis Kourou en Guyane française. Vous pouvez suivre le lancement sur le lien suivant : https://www.youtube.com/watch?v=D4zy5_X94hc

Les premières images de la Terre fournies par MSG-3, datent du 7 août. À l'issue d'essais approfondis, le satellite a été déclaré opérationnel le 18 décembre, sous le nom de Météosat-10.

Les satellites MSG sont équipés de l'instrument GERB (Geostationary Earth radiation Budget), spécialement conçu pour mesurer le réchauffement climatique. L'IRM est responsable du traitement opérationnel, en temps quasi réel, des données de l'instrument, qui prend des images du rayonnement solaire réfléchi et du rayonnement thermique émis par la Terre, à une résolution spatiale de 50 kilomètres. De puissants ordinateurs permettent d'estimer, point par point, à une résolution temporelle de 15 minutes, les gains ou les pertes d'énergie de notre planète. La conversion du rayonnement mesuré par GERB en flux d'énergie nécessite une modélisation physique complexe. C'est là qu'intervient l'imageur météorologique SEVIRI, qui possède une résolution de 3 kilomètres. Les mesures d'énergie de l'instrument GERB sont utiles pour la validation des modèles de prévision climatique et météorologique.

Par ailleurs, l'orbite d'un satellite polaire passe par les pôles avec une période d'environ 100 minutes. Grâce à la rotation de la Terre sur son axe, le satellite polaire peut observer la planète entière en une journée. Le 17 septembre 2012, Metop-B, le deuxième modèle de la première génération de satellites polaires européens, a été lancé de Baïkonour, au Kazakhstan, par une fusée Soyuz.

Également en 2012, EUMETSAT, l'organisation euro-

péenne qui gère ces satellites météorologiques, a initié une nouvelle phase de ses centres d'applications satellitaires (SAF, Satellite Application Facility), chargés du développement de produits innovant qui augmentent les retombées scientifiques et opérationnelles des satellites météorologiques. L'IRM participe à 4 de ces SAF sur les thématiques suivantes : surveillance du climat, hydrologie, analyse des surfaces terrestres et étude de l'ozone.

l'observation quantitative de la constante solaire qui est la quantité d'énergie que la Terre reçoit du soleil. C'est en 1983 que nous avons commencé à mesurer, dans l'espace, l'irradiation solaire. Actuellement, nous disposons de deux instruments spatiaux opérationnels affectés à cette étude. Le présent cycle solaire exceptionnel nous apportera maints renseignements précieux sur l'influence à long terme du Soleil sur le climat de la Terre.

LE SOLEIL SE PRÉPARE AU CENTENAIRE DE L'IRM

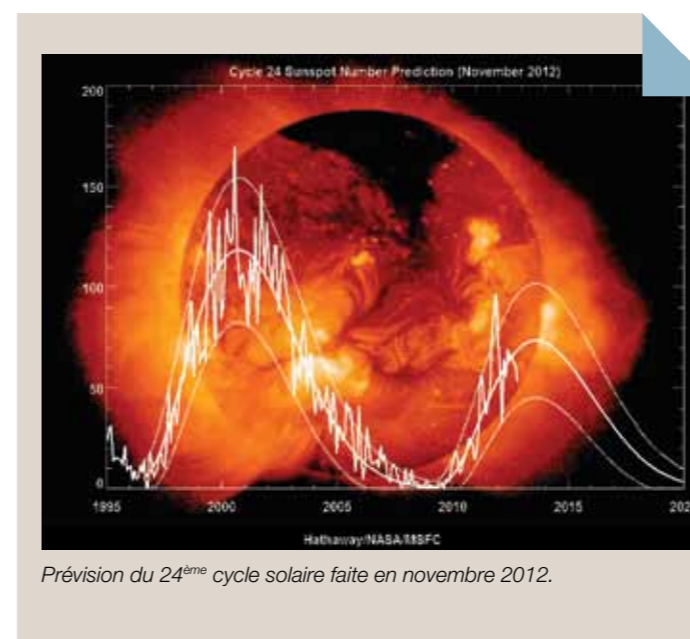
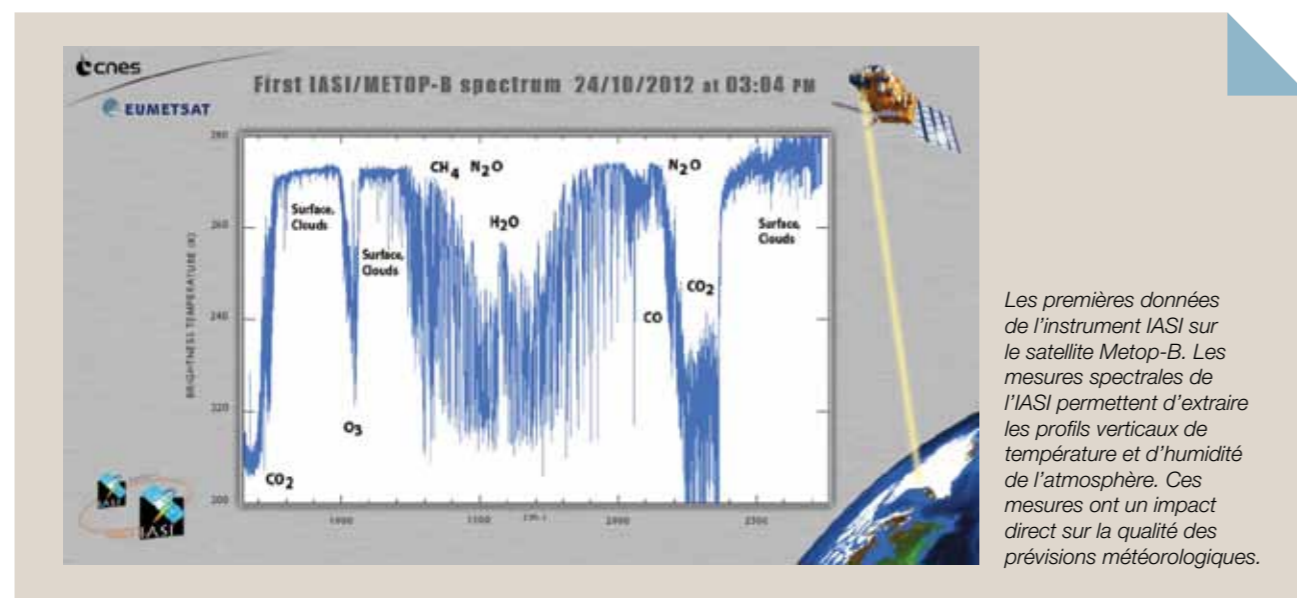
L'activité du Soleil, notamment observée par le biais des tâches solaires, connaît un cycle d'environ 11 ans. Fin 2012, nous étions assez loin dans l'actuel cycle solaire (numéro 24) pour prévoir avec exactitude sa forme et son amplitude. Le présent cycle solaire, qui semble faible et lentement montant, atteindra, selon les prévisions, son maximum à l'automne 2013 -le plus bas depuis 1906. Le centenaire de l'IRM et le maximum solaire le plus bas depuis cent ans coïncident donc cette année-ci.

L'IRM est l'une des principales institutions dans le monde à étudier l'influence du Soleil sur le climat, par

ÉVOLUTION DES EXTRÊMES DE TEMPÉRATURES EN BELGIQUE DEPUIS LES ANNÉES CINQUANTE

L'IRM a consacré une étude approfondie à l'évolution des températures extrêmes en Belgique de 1950 jusqu'à nos jours. Les observations utilisées dans le cadre de l'étude provenaient de neuf stations répondant aux normes de qualité les plus exigeantes. La rigueur scientifique imposée se traduisait notamment par l'interdiction de franchir le seuil de 2 pour cent de valeurs manquantes et, en plus, il fallait que la série de mesures soit homogène. Cette exigence d'homogénéité signifie que les observations avaient été réalisées avec des appareils similaires, et que, au fil du temps, elles n'avaient pas été déformées par des facteurs environnementaux aléatoires, dont des mouvements ou des constructions supplémentaires. Les séries choisies sont donc idéales pour l'analyse des tendances, car les changements significatifs dans ces séries seront exclusivement attribuables au changement climatique.

Initialement, les chercheurs scientifiques ont constaté des relations statistiques entre les extrêmes de températures et des modèles de circulation atmosphérique de grande envergure, tels que l'oscillation nord-atlantique (NAO). Ce phénomène revêt une grande importance pour le climat de l'Europe occidentale, surtout en hiver, mais également, dans une moindre mesure, en été. L'indice NAO est une mesure de la différence de pression atmosphérique entre la dépression d'Islande et la zone de haute pression dans



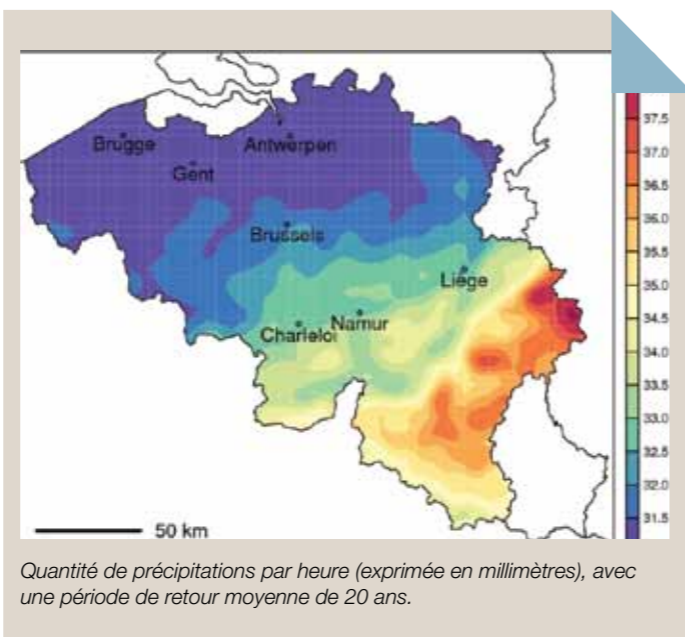
les Açores. Il s'agit de fluctuations cycliques irrégulières dont l'échelle temporelle s'étend parfois sur plusieurs décennies. Ceci explique les séries occasionnelles d'hivers doux, suivis par un cycle d'hivers rigoureux.

Parmi les résultats importants de l'analyse des valeurs extrêmes, mentionnons le constat que le changement des extrêmes chauds et froids présente des différences fondamentales. Par exemple, on détecte une augmentation linéaire moyenne des maxima annuels de 0,4 °C par décennie. Aucun rapport avec l'indice NAO d'été (qui ne montre en soi aucune tendance) n'a pu être établi. L'augmentation précitée pourrait éventuellement être attribuée à des facteurs externes, comme par exemple les activités produisant des gaz à effet de serre. Cependant, ce n'est pas le cas pour les froids extrêmes, dont le comportement est beaucoup plus variable et irrégulier, par analogie avec l'indice NAO. Voilà qui complique beaucoup l'obtention d'un signal clair que le climat est en train de changer.

On a observé des oscillations décennales importantes (= fluctuations cycliques irrégulières), particulièrement au niveau des températures extrêmes hivernales très froides dans les années 1960 et 1980. Généralement, depuis les années 1950 jusqu'à ce jour, les extrêmes de températures ont encore augmenté. Les températures extrêmes froides plus modérées s'expliquent largement par l'augmentation de l'indice NAO hivernal. Des changements spectaculaires des températures extrêmes (été et hiver) se sont principalement produits au cours des années '80, jusqu'à la fin des années '90. Depuis lors, aucun changement visible n'est intervenu, ce qui suggère une pause dans le réchauffement de la Terre.

LA DISTRIBUTION SPATIALE DES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

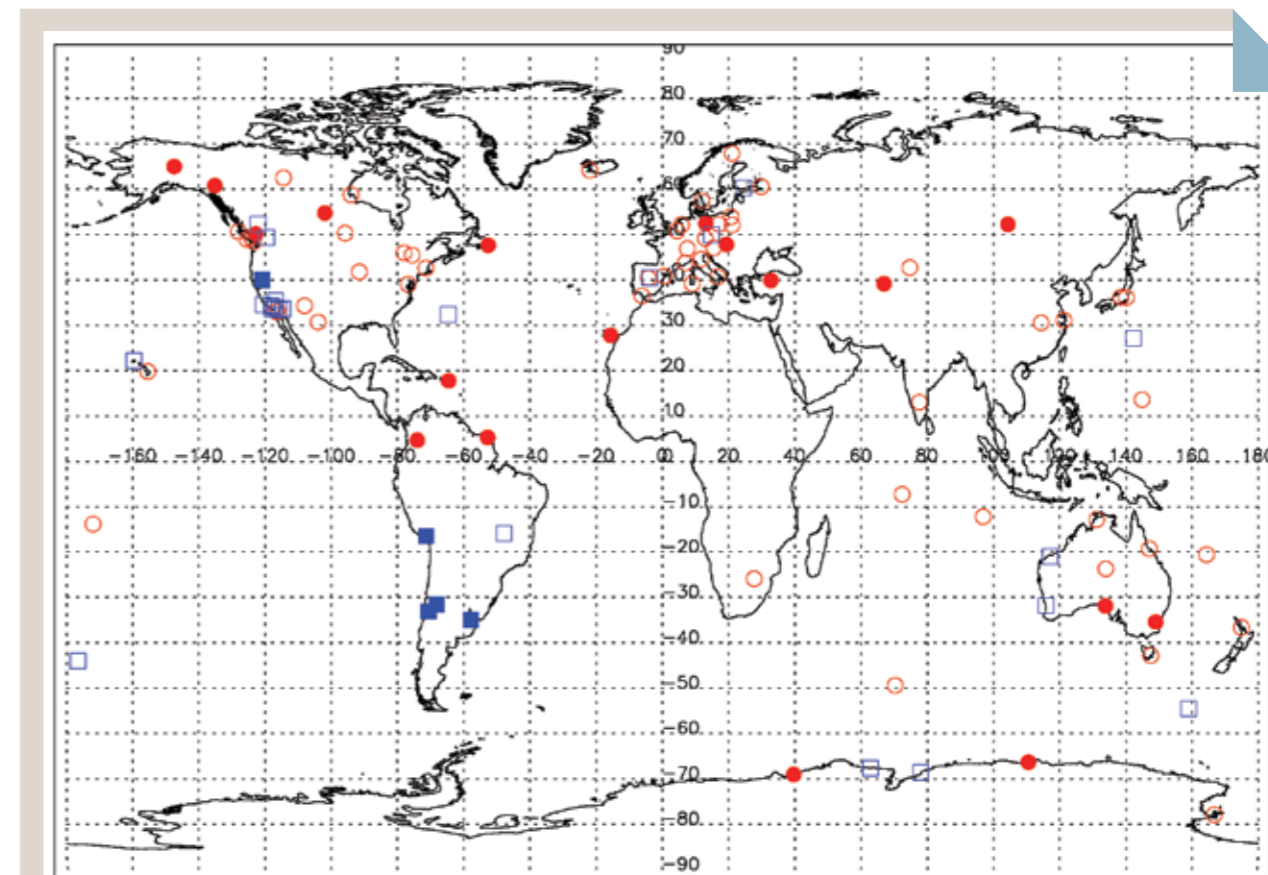
L'analyse des précipitations extrêmes revêt une grande importance pour de nombreuses applications telles que la construction de digues, l'agriculture, la conception des systèmes de voirie ou les communications par GSM. C'est dire que les ingénieurs s'intéressent tout particulièrement à la période de retour moyenne des précipitations extrêmes cumulé sur une certaine durée – celle-ci varie entre 10 minutes (communications GSM) à 30 jours (conception de digues), selon l'application. Habituellement, des statistiques peuvent être calculées sur la base de mesures des précipitations à long terme (de préférence sur une période plus longue que 50 ans). L'inconvénient, c'est que les analyses fiables se limiteront à un nombre réduit d'endroits, car des stations météo ne sont pas disponibles partout. Pour résoudre le problème, l'IRM a développé une méthode permettant d'analyser les valeurs extrêmes et de déterminer les périodes de retour des précipitations pour n'importe quel endroit en Belgique, même si il n'y a pas de stations pluviométriques dans les environs. A titre d'exemple, l'illustration montre une carte indiquant la quantité de pluie par heure (exprimée en millimètres) avec une période de retour de 20 ans.



RECHERCHE SUR LA VAPEUR D'EAU À L'IRM

Tout au long du débat sur le réchauffement climatique dû aux gaz à effet de serre (CO₂, le méthane, l'oxyde nitreux, l'ozone, ...) on néglige parfois le gaz le plus important : la vapeur d'eau! En effet, la vapeur d'eau retient également une partie de la chaleur (ou rayonnement thermique) émise par la Terre, et cela cause ainsi un réchauffement de la basse atmosphère. La vapeur d'eau, omniprésente dans les basses couches de l'atmosphère, résulte notamment de l'évaporation de l'eau des océans, des mers et des lacs. En outre, la vapeur d'eau dans l'atmosphère est également à l'origine des nuages. La vapeur d'eau est difficile à mesurer, vu ses variations considérables dans le temps et en hauteur.

L'IRM a déjà acquis du savoir-faire dans l'analyse des séries chronologiques de la quantité de vapeur d'eau présente dans les couches atmosphériques situées entre environ 8 à 12 km au-dessus d'Uccle. Dans le cadre d'un projet au sein du 'Solar-Terrestrial Centre of Excellence' (STCE), un partenariat entre les trois institutions sur le site à Uccle (IRM, Observatoire Royal de Belgique, l'Institut Belge de l'Aéronomie), nous avons concentré en 2012, nos efforts sur l'analyse du changement universel de la quantité totale de vapeur d'eau (dans une colonne). Le changement dans la quantité totale de vapeur d'eau est fortement lié aux fluctuations de température de surface, en vertu d'une loi physique (l'équation de Clausius-Clapeyron), qui stipule que l'augmentation de la quantité totale de vapeur d'eau représente approximativement un taux de 7% par augmentation de température de 1 °C!



Tendances dans la quantité totale de la colonne de vapeur d'eau pour les 101 stations GPS avec des données à partir de 1995-1996. Les cercles rouges indiquent les stations avec une augmentation de la quantité totale de vapeur d'eau, les carrés bleus représentent les stations avec une diminution de la vapeur d'eau. Les symboles pleins représentent des tendances statistiquement significatives.

Pour vérifier la correspondance entre cette loi physique et les observations, ou vice versa, il faut disposer, bien sûr, d'une série d'observations chronologiques fiables, préférablement de longue durée, de la quantité totale de vapeur d'eau.

Dans la première phase de l'étude, nous avons comparé les mesures de la quantité totale de vapeur d'eau faites à partir d'une trentaine de sites dans le monde, par cinq instruments différents: des radiosondes, un photomètre solaire, un instrument GPS et deux instruments satellitaires (un opérant dans la partie ultraviolet /visuelle de la lumière, l'autre dans l'infrarouge). On s'étonnera peut-être de voir utiliser un instrument GPS pour mesurer la vapeur d'eau. C'est la vapeur d'eau largement présente entre la station GPS émettrice d'une part et le satellite en orbite d'autre part, qui est responsable d'un retard supplémentaire entre le signal transmis et reçu. Notre étude démontre que le GPS est un des instruments les plus fiables pour mesurer la quantité totale de la colonne de vapeur d'eau! En plus, l'instrument GPS fournit des données à très haute fréquence (toutes les 5 minutes), sans être gêné par les conditions météorologiques, contrairement au photomètre solaire et aux deux instruments satellitaires qui exigent un ciel (au moins partiellement) sans nuages.

Ayant comparé les quantités absolues de vapeur d'eau, nous sommes entrés dans la deuxième phase du projet : la recherche de différences tendancielle éventuelles au niveau de la quantité totale de vapeur d'eau, en comparant les valeurs mesurées par les outils les plus fiables de notre sélection; l'étude de la conformité d'ensemble des tendances (observation par satellite) ou leur cohérence entre les différentes stations du monde entier (GPS). L'illustration sur la page précédente montre un exemple de l'évolution de la quantité totale de vapeur d'eau (dans une colonne) des 101 stations GPS avec des données à partir de 1995 à 1996, qui révèle quelques incohérences géographiques. Une étude de sensibilité des tendances calculées à partir des observations GPS et une comparaison avec les tendances basées sur la série chronologique homogénéisée la plus longue (à partir de 1995) des observations satellitaires devrait nous permettre de déterminer si ces incohérences géographiques résultent des observations mêmes, ou si elles sont inhérentes à la variabilité naturelle de la vapeur d'eau suite aux fluctuations de la température de surface du globe. Cependant, dans l'ensemble, nous pouvons conclure que la quantité totale de la vapeur d'eau a augmenté depuis le milieu des années 1990.

L'ÉVOLUTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DU DÉPARTEMENT 'RECHERCHE MÉTÉOROLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE'

Introduction

Dans la volonté d'améliorer constamment la compréhension du temps et du climat, l'IRM fait participer ses chercheurs aux programmes de recherche internationaux, d'où la publication régulière d'articles scientifiques dans des revues internationales. La recherche fondamentale menée à l'institut contribue à l'amélioration des services météorologiques et climatologiques destinés au public.

En 2012, l'IRM a lancé le projet VALOR (VALORIZATION Of Research), conçu pour optimiser le processus

d'innovation. Les résultats de la recherche scientifique ont été catalogués et rendus accessibles à notre service de communication, pour pouvoir anticiper sur la demande potentielle de nouveaux produits.

Le développement des modèles numériques joue un rôle très important. L'IRM applique les nouvelles idées de la recherche fondamentale dans la modélisation numérique et dans le traitement statistique des données produites par le modèle. Le développement des modèles numériques modérés améliore notre compréhension des processus atmosphériques. Par ailleurs, les données des modèles sont intégrées dans les prévisions météorologiques et la recherche climatique.

La recherche fondamentale

Les changements climatiques font partie de la variabilité naturelle du climat et résultent généralement des propriétés mathématiques des lois non-linéaires régissant sa dynamique.

Les chercheurs de l'IRM mènent de nombreuses activités de recherche sur le comportement de ces systèmes dynamiques afin de mieux comprendre l'évolution du climat. Diverses études sont en cours comme par exemple concernant la sensibilité du climat face aux perturbations environnementales externes, mais aussi de manière plus fondamentale sur la dynamique des variables atmosphériques et climatiques.

Un thème de recherche se focalise sur le comportement des erreurs de prévision associées à la fois à la présence d'erreurs sur l'état actuel de l'atmosphère mais également sur la représentation des différents processus présents dans l'atmosphère, comme par exemple le développement des nuages. Nous nous sommes récemment intéressés à la dynamique de ces deux erreurs combinées dans le cadre de systèmes turbulents simples. Dans le cadre du développement de modèles numériques, une tendance est de développer des systèmes qui génèrent des prévisions météorologiques à haute résolution; toutefois, l'effort de modélisation vise également les prévisions aux échelles de temps allant de quelques années à des décennies.

Le second type de modélisation montre combien les océans jouent un rôle de premier plan dans l'évolution de notre système climatique. Afin de comprendre la dynamique des systèmes couplés océan-atmosphère, les chercheurs de l'IRM ont développé un modèle qualifié de « basse dimension » dont le nombre de variables descriptives est petit. L'approche proposée ici aboutit à un modèle très simple dont les propriétés peuvent être étudiées de manière très détaillée.

Une première analyse de sa dynamique indique que sous l'effet de la variabilité atmosphérique, des tourbillons de grande taille peuvent se développer dans l'océan, reflétant la dynamique à grande échelle effectivement observée. Ce modèle couplé présente également un comportement chaotique (sensibilité aux erreurs commises sur les conditions initiales) et indique que l'océan garde une prévisibilité pour plusieurs années, alors que l'atmosphère n'est plus prévisible au-delà d'une dizaine de jours. Pour les échelles de temps longues (plusieurs années), la dynamique de l'atmosphère ressemble donc plus à un processus aléatoire dont l'évolution aléatoire peut être décrite par la "théorie des processus de stochastiques". L'étude de ce modèle révèle également la présence de changements climatiques abrupts à long terme induits par le couplage océan-atmosphère. Ces changements abrupts assez surprenants n'ont pas d'équivalent climatique observé. Une extension de ce modèle sera dès lors entreprise de telle façon à vérifier la robustesse de ces comportements, tout en gardant la philosophie de notre approche, à savoir une description qualitative minimale permettant une étude exhaustive des processus dynamiques du couplage.

En outre, des techniques mathématiques avancées ont été utilisées afin d'avoir une meilleure compréhension de la sensibilité des processus climatiques par rapport aux perturbations externes de la planète. Les équations décrivant divers phénomènes du système climatique sont notamment souvent caractérisées par la présence d'états stables multiples. Les chercheurs de l'IRM ont apporté des contributions importantes à la compréhension des transitions spontanées entre ces états au travers de l'extension de la théorie



mathématique de la «résonance stochastique» à plus de deux de ces états.

L'évolution du temps et du climat est caractérisée par la présence d'échanges importants de chaleur. Il est donc important de bien comprendre ces aspects «thermodynamiques» de l'atmosphère. A l'IRM, les propriétés thermodynamiques de l'atmosphère et du climat ont été étudiées, sur base de critères faisant apparaître les grandeurs thermodynamiques telles que la dissipation (au travers de la production d'entropie – mesurant le degré de désordre). Suite à la constatation du domaine de validité limité de ces critères, une formulation étendue incorporant des effets stochastiques, connue sous le nom de «thermodynamique stochastique» a été développée en 2012.

Développement de modèles

Le département œuvre au développement du modèle dans divers domaines allant de modèles simplifiés, dont le modèle océan-atmosphère, les modèles de surface, ... à un modèle atmosphérique tridimensionnel

ultramoderne, ALARO. Développé au sein du consortium ALADIN international, le modèle sert aux prévisions météorologiques et au calcul des scénarios climatiques. L'illustration 1 montre un exemple d'un tel scénario.

L'augmentation continue de la complexité des modèles et la sophistication croissante de la formulation des processus physiques se traduisent par la hausse du nombre des paramètres à calibrer et la complexité accrue des structures algorithmiques pour résoudre les schémas numériques. Dans le passé, le rôle des étalonnages des diagrammes, appelé 'tuning', avait déjà fait l'objet d'études, achevées en 2012 par une publication. Dans le cadre d'un modèle simplifié des processus de diffusion, nous avons étudié s'il serait préférable d'étalonner le modèle en utilisant les paramètres libres dans les systèmes numériques à synchroniser, plutôt que d'employer les paramètres physiques du modèle, comme on le fait d'habitude. En 2012, le département a également lancé un projet de recherche visant la remédiation plus structurelle de la complexité.

En 2012, nous avons testé un nouveau schéma de convection profonde, le CSU («projet complémentaire de sous-maille»), qui fait usage d'une «approche de perturbation». L'emploi du CSU a conduit à l'amélioration de la prévision des nuages et des précipitations; il a également amélioré le calcul du modèle opérationnel ALARO, dont la résolution est descendue sous la barre des 4 km, le maximum courant.

Nous calculons les modèles informatiques sur des ordinateurs équipés d'un dispositif de calcul haute performance (HPC), c'est-à-dire munis d'une architecture spécifique avec des centaines de milliers de processeurs. En vue d'optimiser l'efficacité des calculs informatiques, les algorithmes des modèles atmosphériques sont adaptés aux architectures de ces machines. Vu les tendances technologiques actuelles dans le développement de puces d'ordinateur et les structures des ordinateurs, nous nous attendons à ce que nos méthodes ne soient pas complètement adaptées à l'exploitation des puissances de calcul futures. C'est dire la nécessité d'entamer l'étude d'autres techniques numériques que celles du modèle ALARO.

Parce que le modèle ALARO est un modèle de zone limitée (Limited-Area Model, LAM), 2012 a vu la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de définition des variables météorologiques aux limites de la portée du modèle.

Le modèle ALARO est également utilisé dans le système de prévision EPS (système de prévision d'ensemble), dénommé GLAMEPS. Celui-ci donne lieu à l'exécution d'une cinquantaine de passes de modèle différentes pour le calcul des prévisions, mais aussi pour le calcul de l'incertitude des prévisions. Le système a été développé en 2012. Finalement, le GLAMEPS a manifestement apporté une plus-value économique au système mondial EPS du Centre européen pour les prévisions à moyen terme (ECMWF). La recherche de l'IRM est également l'une des sources de développement majeures du système.

Il est de plus en plus clair que les processus de surface jouent un rôle crucial dans les modèles atmosphériques, ce qui explique le lien entre le schéma de surface, SURFEX (Surface externalisée) et le modèle ALARO. Les tests de 2012 montrent une amélioration significative. En 2012, nous avons développé une nouvelle version d'un modèle de surface à l'aide des données du satellite MSG d'EUMETSAT, qui nous permet de suivre l'évaporation à l'échelle continentale et d'améliorer le calcul de l'évaporation dans les zones arides.

Pour le programme de préparation du lancement du satellite Proba-V, nous avons mené une étude d'évaluation des avantages de l'ajout, au modèle, des données satellitaires à haute résolution spatiale.

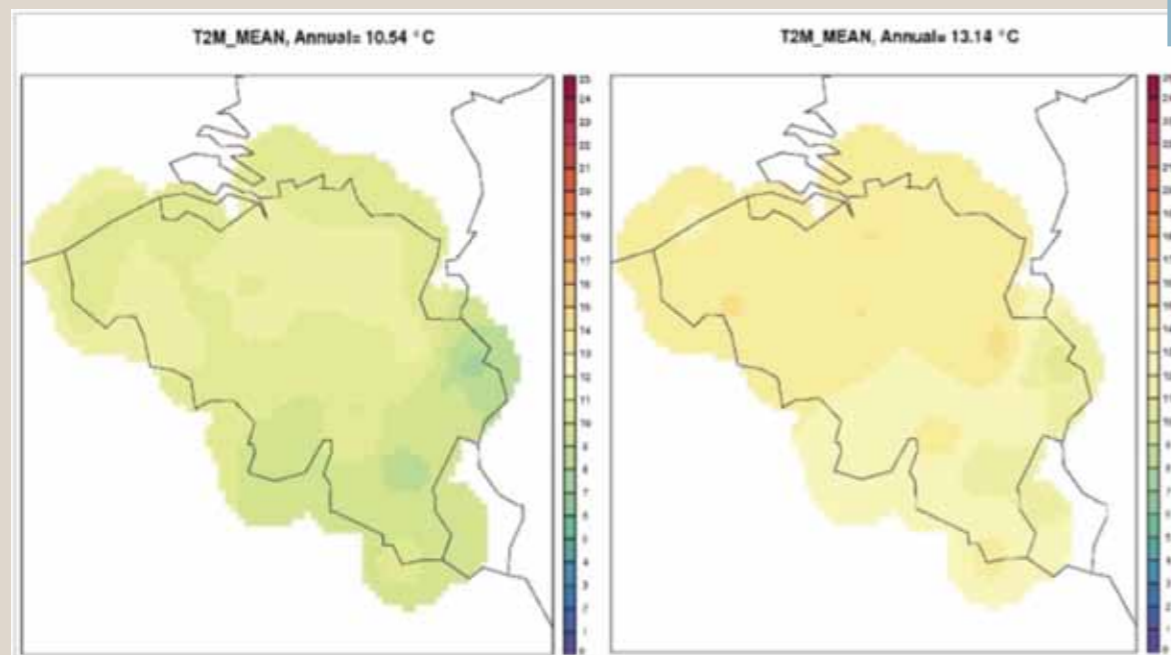
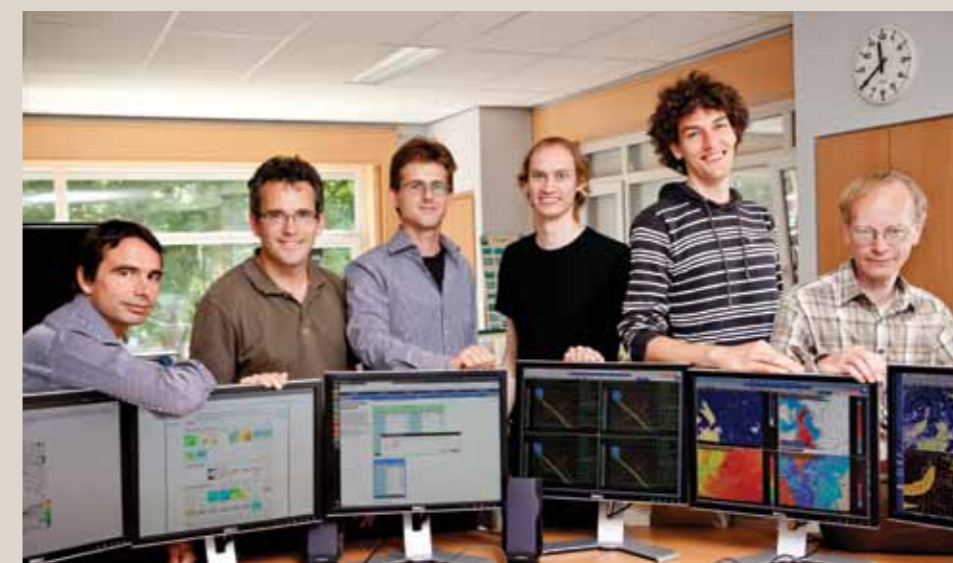


Illustration 1 : Température moyenne sur la Belgique pour la période 1960-1990 (à gauche) et 2071-2100 (à droite), calculé sur la base du modèle ALARO



Assimilation des données

En 2012, l'assimilation des données, quelque peu négligée avant, a été traitée en profondeur. Dans les prévisions météorologiques numériques, l'assimilation des données pour les variables de surface connaît généralement d'autres techniques que celles appliquées à l'atmosphère. L'IRM a introduit une combinaison de

deux techniques, qui a produit une nette amélioration de la qualité des états initiaux. Cette méthode, dite de variation et tridimensionnelle, a été combinée avec un filtre de Kalman étendu. C'était la toute première application du procédé dans la communauté mondiale des prévisions météorologiques numériques. L'approche donne, en outre, de meilleurs résultats que la combinaison habituelle, comme le montre l'illustration 2.

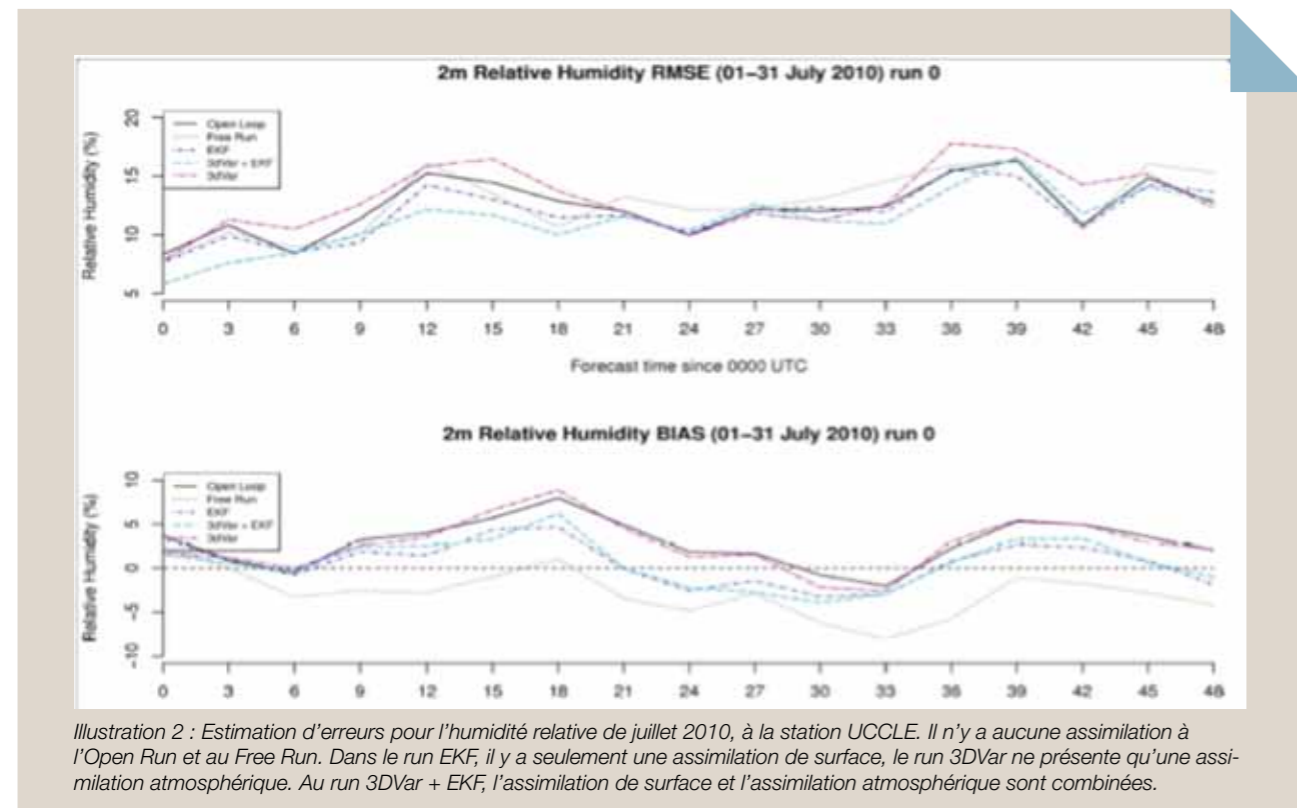


Illustration 2 : Estimation d'erreurs pour l'humidité relative de juillet 2010, à la station UCCLÉ. Il n'y a aucune assimilation à l'Open Run et au Free Run. Dans le run EKF, il y a seulement une assimilation de surface, le run 3DVar ne présente qu'une assimilation atmosphérique. Au run 3DVar + EKF, l'assimilation de surface et l'assimilation atmosphérique sont combinées.

Dans le but de réduire l'erreur de modèle dans le schéma EKF (Ensemble Kalman Filter), nous avons développé un nouveau système, dénommé STAEKF, estimant mieux les paramètres par assimilation des données. Ce nouveau système a donné de meilleurs résultats que le schéma EKF familier.

L'illustration montre l'amélioration de la variable de surface initiale en fonction du temps, ainsi que l'évaluation des paramètres relatifs à un point de référence au début de l'essai. Cette approche est en cours d'élaboration dans le cadre d'un schéma d'assimilation plus large, y compris une assimilation de variation atmosphérique et STAEKF pour les surfaces.

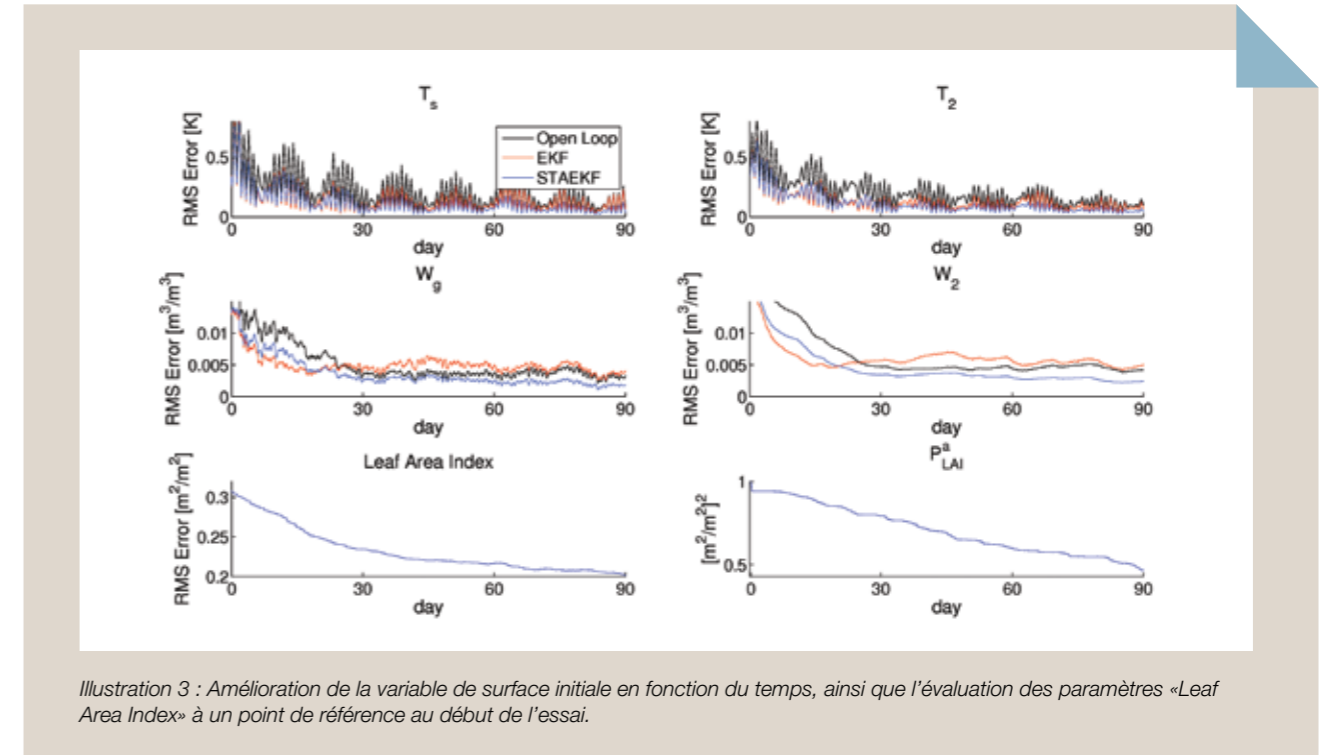


Illustration 3 : Amélioration de la variable de surface initiale en fonction du temps, ainsi que l'évaluation des paramètres «Leaf Area Index» à un point de référence au début de l'essai.

La validation de nos modèles

Le développement du modèle ALARO, commencé en 1996, a reçu depuis des améliorations continues. La démonstration a été faite, au fil de ces années, que le modèle ALARO ajoute une prévisibilité supplémentaire à nos modèles actuels, ce qui s'est également avéré en 2012 dans le cadre du système GLAMEPS.

La version actuelle, ALARO-0, fonctionnant à des résolutions entre 3 et 5 km, est destinée à mieux prévoir les systèmes convectifs profonds, responsables des précipitations extrêmes. Le modèle correspond mieux aux observations météorologiques à certains moments et dans des lieux spécifiques.

L'IRM a mené, en 2012, une étude qui ne vérifiait pas ponctuellement les détails du modèle, mais qui comparait la climatologie des précipitations extrêmes du modèle par rapport à la climatologie des observations. Il ressort de la recherche que le modèle ALARO-0



IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE

Introduction

Comme la moitié de la population humaine vit dans les zones urbaines, les villes jouent un rôle de premier plan dans le changement climatique. En fait, les températures de l'air en milieu urbain sont nettement plus élevées que celles dans les zones rurales environnantes – c'est l'effet « îlot de chaleur urbain » ou UHI (Urban Heat Island).

Il est donc du plus haut intérêt d'une part de comprendre et de contrôler l'interaction entre les zones urbaines et les changements climatiques et d'autre part d'envisager des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Or, devant le constat que la plupart des modèles climatiques utilisés pour les études des changements climatiques ne sont pas suffisamment détaillés pour faire la différence entre

un environnement urbain et rural, les chercheurs de l'IRM ont proposé en 2012 une nouvelle méthode de quantification du phénomène UHI.

En appliquant cette méthode, ils ont calculé, en détail, l'effet urbain moyenné pour chaque kilomètre carré, sur un domaine qui couvre toute la Région de Bruxelles-Capitale (RBC). Pour ce faire, ils ont utilisé la nouvelle version du modèle de prévision numérique ALARO, associée à un module de surface terrestre incluant un schéma spécifique de calcul détaillé des valeurs en milieu urbain.

Dans un premier temps, l'applicabilité de la méthode a été démontrée, dans la RBC, pour la période passée 1961-1990. Ensuite, les spécialistes de l'IRM ont étudié l'évolution de l'UHI bruxellois pour la période 2071-2100 dans le cadre du scénario climatique A1B proposé par le GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur le climat).

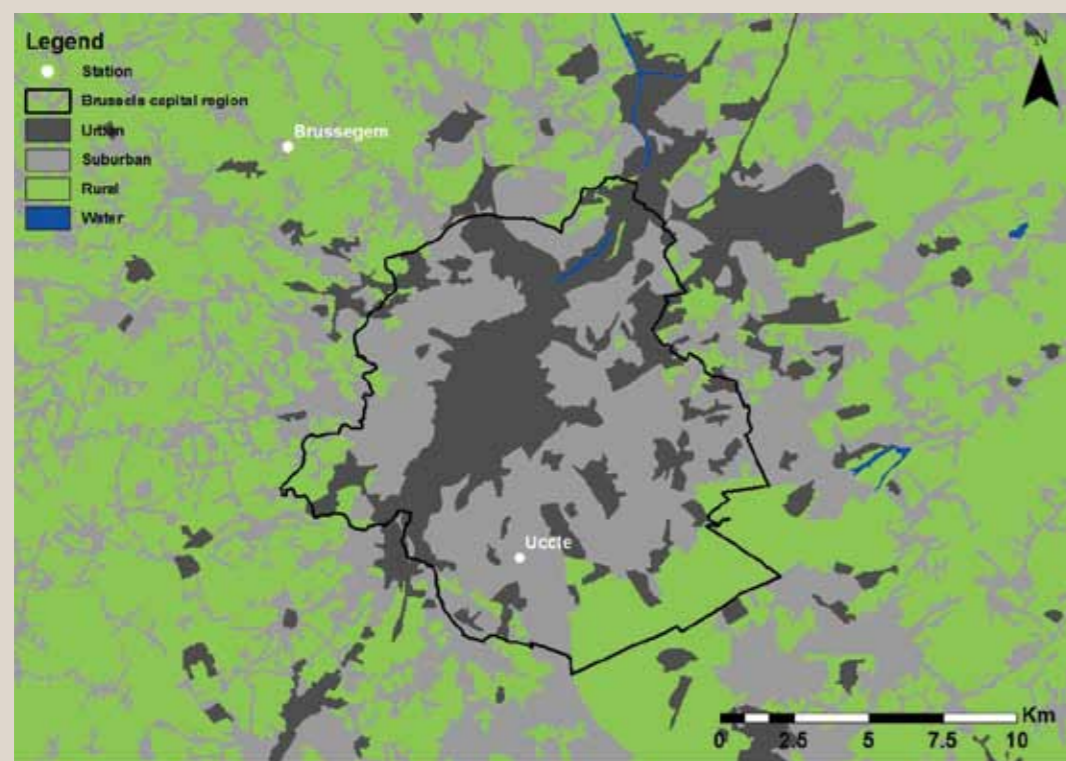


Illustration 1 : La Région de Bruxelles-Capitale.

L'UHI Bruxellois pour le climat actuel 1961-1990

L'UHI est définie comme étant la différence entre la température de l'air à l'intérieur de la ville et la température minimale de l'air dans les zones rurales environnantes. Cette différence est plus importante la nuit, mais l'étude l'a analysée tant au niveau de la température minimale (durant la nuit) que maximale (pendant la journée), respectivement appelées aussi UHI nocturne et journalier.

L'UHI nocturne est d'un intérêt particulier, vu ses impacts potentiels sur la santé humaine. En fait, la hausse des températures nocturnes dans les villes peut amplifier la gravité des vagues de chaleur.

L'illustration 2 présente la répartition spatiale de l'UHI nocturne moyenné sur 30 ans dans la RBC. Manifestement, la simulation de référence (illustration à gauche) présente des valeurs plus faibles que celles calculées par la nouvelle simulation de l'IRM, c.-à-d. avec le schéma de ville TEB (Town Energy Balance) (illustration à droite).

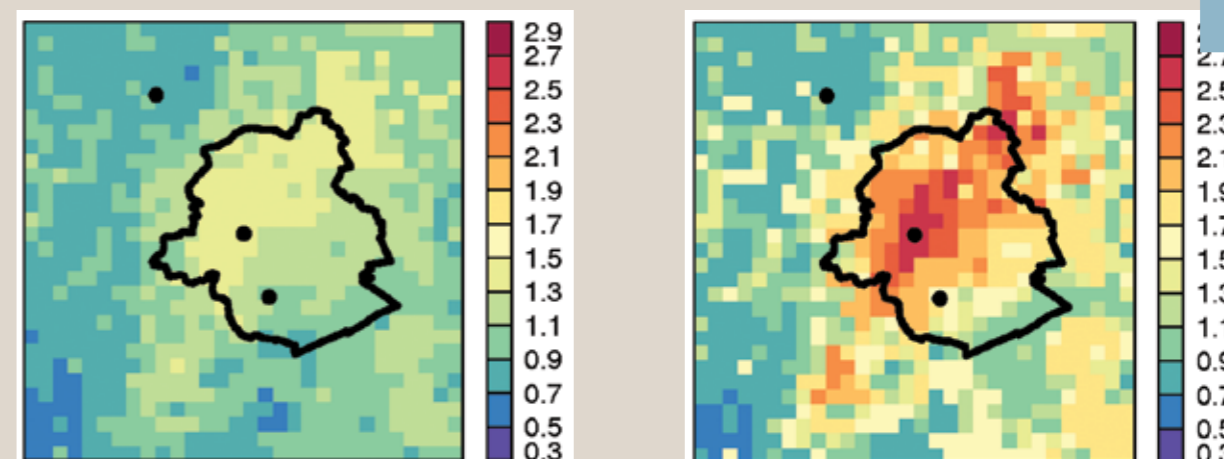


Illustration 2 : L'UHI Bruxellois nocturne moyenné sur 30 ans (1961-1990).
A gauche : sans schéma de ville.

A droite : avec le schéma de ville (TEB).

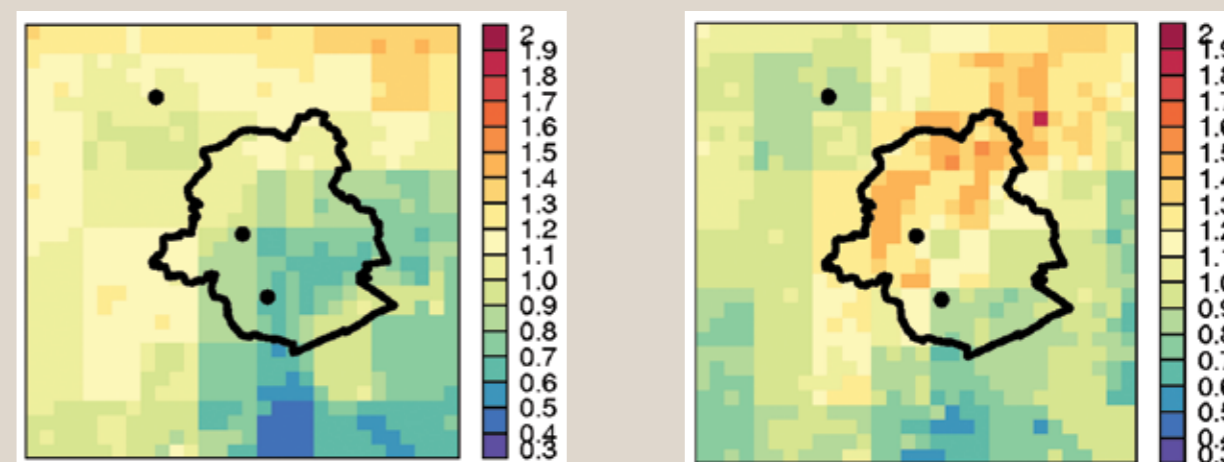


Illustration 3 : L'UHI Bruxellois journalier moyenné sur 30 ans (1961-1990).
A gauche : sans schéma de ville.

A droite : avec le schéma de ville (TEB).

L'illustration 3 montre que le centre-ville connaît les valeurs les plus élevées, jusqu'à trois degrés de différence, tandis que les valeurs diminuent progressivement vers la périphérie bruxelloise. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'expliquer cette différence : la capacité de stockage thermique plus élevée des bâtiments, associée à une réflexion plus faible du rayonnement solaire, retarde le refroidissement par rapport à l'environnement rural; ajoutons, à l'équation, la structure en trois dimensions de la rue, qui capture et retient les rayonnements réfléchis à l'intérieur de la rue, d'où l'augmentation de la température de l'air à l'intérieur de la ville. L'étude a bien pris en compte ces effets.

Bien que l'UHI soit toujours plus prononcé pendant la nuit, l'étude de l'effet urbain a aussi été examinée pendant la journée afin d'avoir une idée plus complète du phénomène. Effectivement, à l'instar des résultats enregistrés pour l'UHI nocturne, la simulation de référence (illustration à gauche) présente des valeurs plus faibles que celles calculées par la simulation avec le schéma de ville TEB (illustration à droite). Mais, contrairement aux résultats enregistrés pour l'UHI nocturne, l'UHI journalier calculé avec le schéma de ville TEB (illustration à droite) est plus élevé dans les banlieues que dans le centre-ville. Les banlieues étant plus dégagées, l'UHI journalier est plus important que celui au centre de la ville. En revanche, la valeur de l'UHI

journalier est plus faible dans la partie sud-est de la RBC. Ceci s'explique peut-être par la présence de la forêt de Soignes. En effet, les forêts, les parcs urbains ainsi que les jardins améliorent l'environnement thermique des zones urbaines grâce à l'ombrage, l'évaporation et la production d'air frais. Finalement, cette étude confirme donc que la simulation avec le schéma de ville TEB révèle une valeur UHI nocturne deux fois plus élevée que l'UHI journalier.

Changements climatiques

La ville et les zones rurales connaîtraient un réchauffement considérable sous l'effet du changement climatique pour la période 2071-2100. Le réchauffement est plus important pour la température maximale que pour la température minimale. En outre, l'étude a permis de constater que le centre-ville se réchauffe un peu moins que les banlieues et les zones rurales, ce qui va donc réduire le contraste urbain/rural à l'avenir.

L'illustration 4 suivante présente la répartition spatiale de la différence entre l'UHI nocturne (illustration à gauche) et l'UHI journalier (illustration à droite) sur la période [2071-2100] moins la période [1961-1990] et moyennée sur 30 ans. Ces résultats sont obtenus avec le schéma de ville TEB.

Nos simulations indiquent que l'UHI nocturne (illustration à gauche) va diminuer de trois dixièmes de degré à l'avenir au centre de Bruxelles, mais qu'il restera toujours positif (c.-à-d. que les températures de l'air en milieu urbain resteront plus élevées que dans les zones rurales environnantes). L'UHI journalier (illustration 4 à droite) va aussi baisser de deux dixièmes de degré à l'avenir, au centre de Bruxelles.

Conclusion

L'étude a établi l'existence d'un impact positif substantiel des zones vertes sur l'environnement thermique des zones urbaines, notamment par la présence de la Forêt de Soignes.

Dans ces simulations, les surfaces urbaines sont restées statiques, c.-à-d., que cette étude présuppose un taux d'urbanisation inchangé à l'avenir, alors que les zones urbaines devraient s'étendre dans les années et les décennies à venir. Il faudra élargir cette étude en fonction d'autres scénarios climatiques et du remplacement de la végétation par des surfaces bâties.

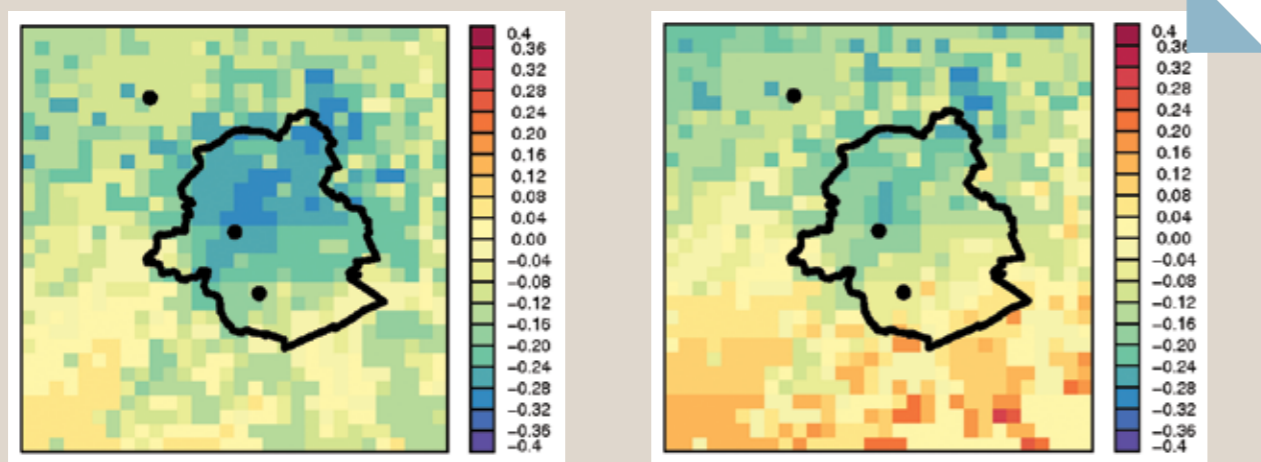
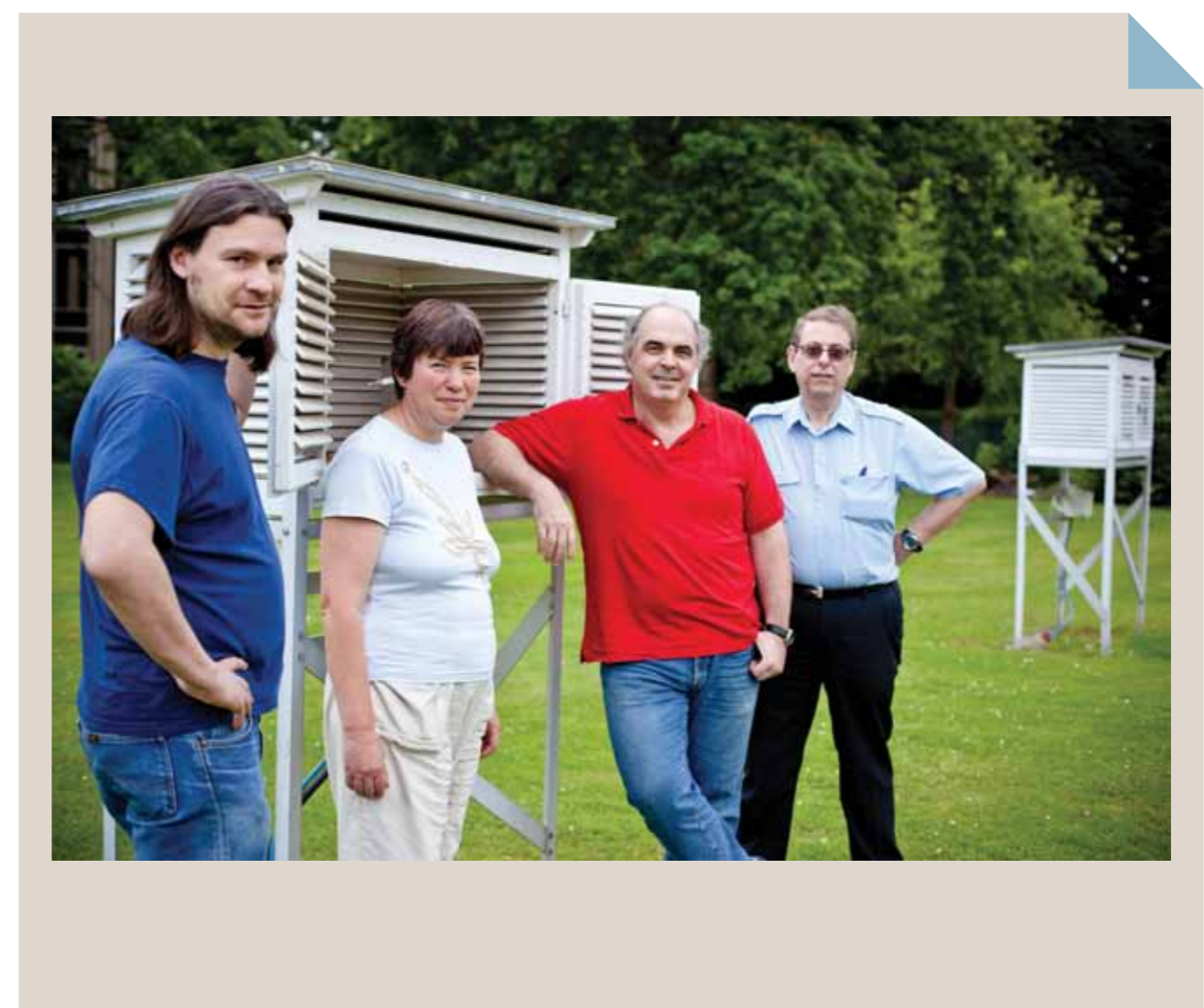


Illustration 4 : La différence de l'UHI nocturne (illustration à gauche) et journalier (illustration à droite) pour la période [2071-2100] moins la période [1961-1990] et moyennée sur 30 ans. Ces résultats sont obtenus avec le schéma de ville TEB.

Dernières découvertes scientifiques et techniques dans le domaine de la détection de la foudre et de la protection



7 IRM ET INTERNATIONAL

EUCLID-ELDW

L'IRM a organisé, le 17 octobre 2012, la réunion annuelle du réseau EUCLID (European Cooperation for Lightning Detection). Au cours de cette assemblée d'une journée, 20 membres issus de 9 pays ont examiné toute une série de sujets, dont la politique à suivre pour attirer

de nouveaux membres, l'état des finances, des aspects techniques, la participation à des projets de recherche et l'avenir du réseau. La photo montre les participants à la réunion.



Participants EUCLID 2012.

Comme chaque année, la réunion EUCLID a été suivie par un atelier international de deux jours: l'European Lightning Detection Workshop (ELDW). L'IRM organisait l'événement au Planétarium à Bruxelles. Au total, 54 experts issus de 14 pays y ont pris part. Les participants

y ont abordé les dernières découvertes scientifiques et techniques dans le domaine de la détection de la foudre et de la protection. La photo montre les participants à l'atelier ELDW2012.

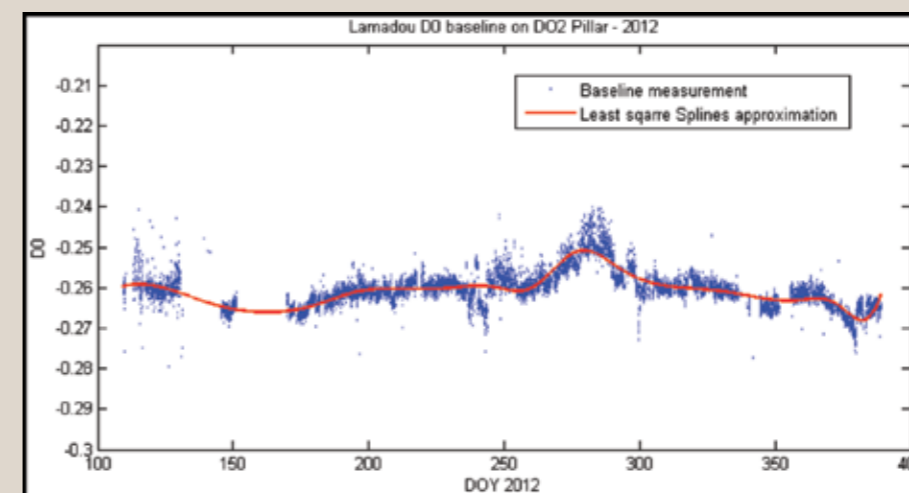


Les participants l'ELDW2012.

PRÉSENTATION DE L'AUTODIF À L'ÉTRANGER

L'instrument d'observation automatique du champ magnétique, l'Autodif (Automatic DIFlux), a été installé sur le site de Dourbes fin décembre 2011. Vu son intérêt pratique pour tous les observations magnétiques du monde, il a été présenté en 2012 lors de workshops au Pakistan (en avril 2012) et en Espagne (en juin 2012). En-dehors de ces périodes, l'Autodif a fonctionné sans

discontinuer, avec seulement deux interruptions: une première au retour d'Espagne pour le recalibrage des signaux (suite aux chocs du transport) et une seconde en novembre pour les essais du nouveau système de visée mire. Un second instrument a été fabriqué pour assurer la continuité des mesures et permettre la réalisation de nouveaux développements. Un système de capots de protection a été développé afin de protéger l'instrument de l'environnement (poussière, insectes, lumière, ...).



Exemple de mesures effectuées avec l'Autodif durant l'année 2012. Le diagramme ci-dessus montre la détermination de la ligne de base D0 du variomètre Lamadou estimée à partir du pilier D02. Les unités en ordonnée sont des degrés d'arc.



L'Autodif avec le nouveau système de visée mire et les capots de protection.

Le Centre de
Physique du Globe
(CPG) de l'IRM,
établi à Dourbes
(Viroinval)

8 LE DÉVELOPPEMENT DU CENTRE DE PHYSIQUE DU GLOBE EN 2012

INTRODUCTION

En 2012, le Centre de Physique du Globe (CPG) de l'IRM, établi à Dourbes (Viroinval), dans la province de Namur, a connu un développement notable. Le CPG, référence mondialement reconnue dans les domaines du champ magnétique terrestre, de l'ionosphère et du magnétisme environnemental, héberge 3 sections qui s'occupent des observations et instruments géomagnétiques, du magnétisme environnemental et des sondages ionosphériques.

Comment expliquer ce développement, qui va à l'encontre de la tendance habituelle à la centralisation ? Tout d'abord par la vision de l'IRM, qui veut mettre à la disposition du public et des autorités un service fiable, fondé sur la recherche, l'innovation et la continuité. Pour ce faire, notre institut entend d'une part conserver une forte présence et une masse critique de recherche et de services dans ce Centre et, d'autre part, consolider les moyens et les outils nécessaires à ses missions. Une autre explication – non sans importance – est que le personnel concerné est disposé à travailler sur le site et à s'installer dans la région. La commune de Viroinval encourage les activités du CPG et l'exercice de nos

métiers sur son territoire en leur témoignant approbation et appui. Dorénavant, la politique de recrutement de l'IRM concernant les chercheurs et techniciens du département III spécifie que leur lieu de travail est le site de Dourbes. Le financement par Belspo de la recherche scientifique et du développement de produits et services dans notre Centre, notamment par le « Solar-Terrestrial Centre of Excellence (STCE) » et « Magnetic Valley », est la clef de voûte de l'expansion de nos activités dans la province de Namur.

Le projet STCE du gouvernement belge vise la création et le support continu d'un centre d'experts internationaux dans le domaine des sciences de la météorologie spatiale, de la physique solaire et de la géophysique. Il s'agit surtout d'intégrer l'expertise des trois instituts du Pôle Espace (ORB, IASB, IRM) dans les domaines scientifiques précités et de consolider cette expertise par le biais d'une forte coopération internationale. Un autre objectif clé est la valorisation des produits et des services en cours d'élaboration dans le cadre du STCE.

Pour sa part, le projet Magnetic Valley a comme objectif le développement de produits et services opérationnels, à partir de l'expertise du Centre de Physique du Globe de l'IRM dans les domaines du champ magnétique terrestre, de l'ionosphère et du magnétisme environnemental, afin de contribuer à l'essor socio-économique local.



Le Centre de Physique du Globe de l'IRM, établi dans la commune de Viroinval.

SURVEILLANCE CONTINUE DE L'IONOSPHERE

L'ionosphère est une couche haute de notre atmosphère située entre 50 et 2000 km au-dessus du sol. Grâce à l'ionosphère, la communication radio terrestre à longue distance et la communication entre les satellites et la Terre est possible car elle reflète des ondes radio. Les perturbations de l'ionosphère, c.-à-d. des orages ionosphériques, peuvent donc porter atteinte à la communication radio mondiale car certaines fréquences radio sont absorbées et d'autres reçoivent des signaux très fluctuants. Les opérateurs radio, qui utilisent les bandes à haute fréquence, ont donc besoin d'une surveillance de l'ionosphère en temps réel et d'alertes pour maintenir leurs systèmes de communication et pour optimiser leurs performances. Aussi les systèmes de navigation par satellite, comme le GPS, nécessitent des corrections des erreurs ionosphériques afin d'améliorer leur qualité opérationnelle.

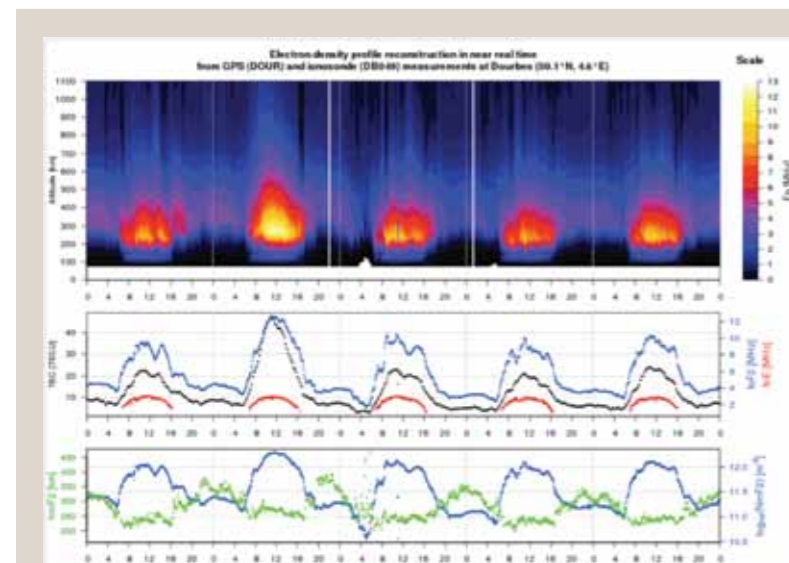
L'année 2012 a vu le développement d'une base de données détaillée ionosphérique, c.-à-d. des mesures de la densité d'électrons dans l'ionosphère, qui contient des données acquises au CPG de Dourbes pendant plus d'un demi-siècle. En outre, cette base de données a été complétée avec des données corrigées provenant de l'instrument l'ionosonde numérique Digisonde-4D, en service depuis avril 2011.



Le récepteur GNSS de Novatel.

En septembre 2012, un nouveau récepteur multi-constellation Global Navigation Satellite System (GNSS) (Novatel GPSStation-6) a été installé dans le but d'améliorer la réception des données avec une résolution temporelle de cinq minutes.

Les deux instruments, la digisonde et le récepteur GNSS local produisent de meilleurs résultats. L'illustration ci-dessous le montre clairement : on y voit, de façon détaillée, la structure fine caractérisant la distribution de la densité électronique de l'ionosphère (fréquence plasma).



Reconstruction de la densité électronique (fréquence plasma) en temps réel sur Dourbes (4.6°E, 50.1°N) lors d'une période ionosphérique orageuse du 31 octobre au 04 novembre 2013.

En haut : profilogramme de densité électronique (fréquence plasma) en fonction du temps.

Au milieu (TEC) : mesures de l'ionosonde de fréquences foF2 et foFE.

En bas : densité des pics ionosphériques (NmF2) et la hauteur des pics (hmF2). On voit clairement la croissance de la densité électronique du 01 novembre 2012 comme montrent les couleurs criardes (graphique tout en haut, 2^{ème} panneau de gauche). Les perturbations les plus fortes sont observées au début d'orage.

SOLÉNOÏDE ET ÉLECTRONIQUE DE DÉSAIMANTATION ASSOCIÉS POUR ÉCHANTILLONS VOLUMINEUX

Une datation paléomagnétique ou archéomagnétique est basée sur l'enregistrement du champ géomagnétique dans des roches ou des terres cuites sous forme d'une aimantation rémanente. Afin de dater les échantillons de roches et de terres cuites il faut examiner la stabilité de la direction de cette aimantation pendant une désaimantation progressive en utilisant par exemple un magnétomètre cryogénique avec un démagnétiseur intégré.

Dans le cadre du projet Magnetic Valley, le laboratoire mécatronique a développé en 2012 un solénoïde (= bobine) de grande taille avec alimentation, amplificateur

et contrôleur électronique intégré (Wavebox) (Ill. 1) capable de régler un champ magnétique alternatif jusqu'à 0.1 Tesla. Les appareils habituels employés pour la désaimantation, notamment ceux intégrés dans un magnétomètre cryogénique, sont limités, dans leurs possibilités de démagnétisation, aux échantillons de roches de taille standard de 8 cm³.

Pour obtenir davantage de précision dans la détermination de la direction du champ géomagnétique dans le passé et pour mieux garantir l'homogénéité des échantillons, il est souhaitable d'augmenter la taille des échantillons à 64cm³, ce qui exige une bobine de désaimantation plus grande.

Par ailleurs, cet instrument s'avérera particulièrement utile à d'autres utilisateurs potentiels, notamment les laboratoires archéo et paléomagnétiques.



Wavebox (gauche) et prototype de la bobine (droite), (longueur : 28 cm, diamètre intérieur : 15 cm)

AVERTISSEMENTS GÉOMAGNÉTIQUES

Le suivi des variations et des perturbations du champ géomagnétique est important pour plusieurs aspects. Étant donné que les orages géomagnétiques peuvent influencer la communication radio à tous les latitudes géographiques, les opérateurs radio utilisant des bandes à haute fréquence dépendent des alertes d'activité solaire, ionosphérique et géomagnétique pour garantir une propre opération des systèmes de communication. Les orages géomagnétiques portent atteinte aux lignes téléphoniques à longue distance, y compris les câbles sous-marins, sauf celles en fibre optique. De plus, des rapides variations géomagnétiques peuvent induire des courants électriques dans les gazoducs. Les gestionnaires de ces dernières utilisent

des alertes de météorologie spatiale afin de leur permettre de prendre des mesures défensives.

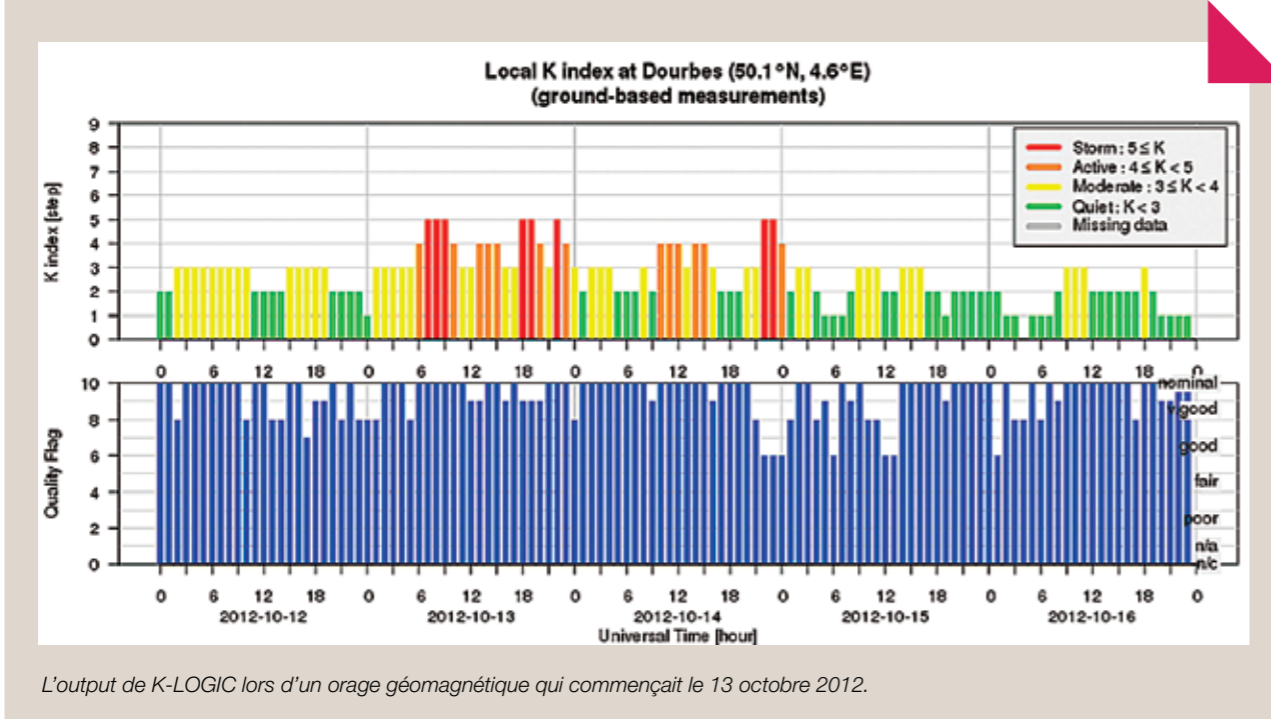
L'année 2012 a vu un développement encore plus poussé du système qui détermine l'index K (c.-à-d. une quantification des perturbations géomagnétiques sur une échelle de 0 à 9: une valeur de 1 signifie une activité géomagnétique calme, et des valeurs supérieures à 5 indiquent un orage magnétique). Le système permet, par ailleurs, de lancer des avertissements fondés sur des mesures effectuées à partir du sol. La collecte des données fait désormais l'objet d'un contrôle statistique amélioré et plus robuste. Résultat : moins de données manquantes.

Les évaluations du système nowcast (K-Logic) – testé à tous les niveaux de l'activité géomagnétique, y compris les violents orages géomagnétiques – ont montré que le système d'alerte est capable de détecter des perturbations magnétiques mineures. Il réagit donc de façon appropriée.

Obtenir des valeurs K de bonne qualité présuppose nécessairement des données non altérées et le traitement efficace de tous les détails techniques. Certains problèmes peuvent être facilement résolus à l'aide de données provenant d'un deuxième observatoire

à proximité. Ce que nous réalisons grâce aux données de l'autre observatoire belge situé à Manhay dans la province de Liège. Il s'est avéré que l'utilisation de ces deux jeux de données améliore l'intégrité de notre service de prévision immédiate.

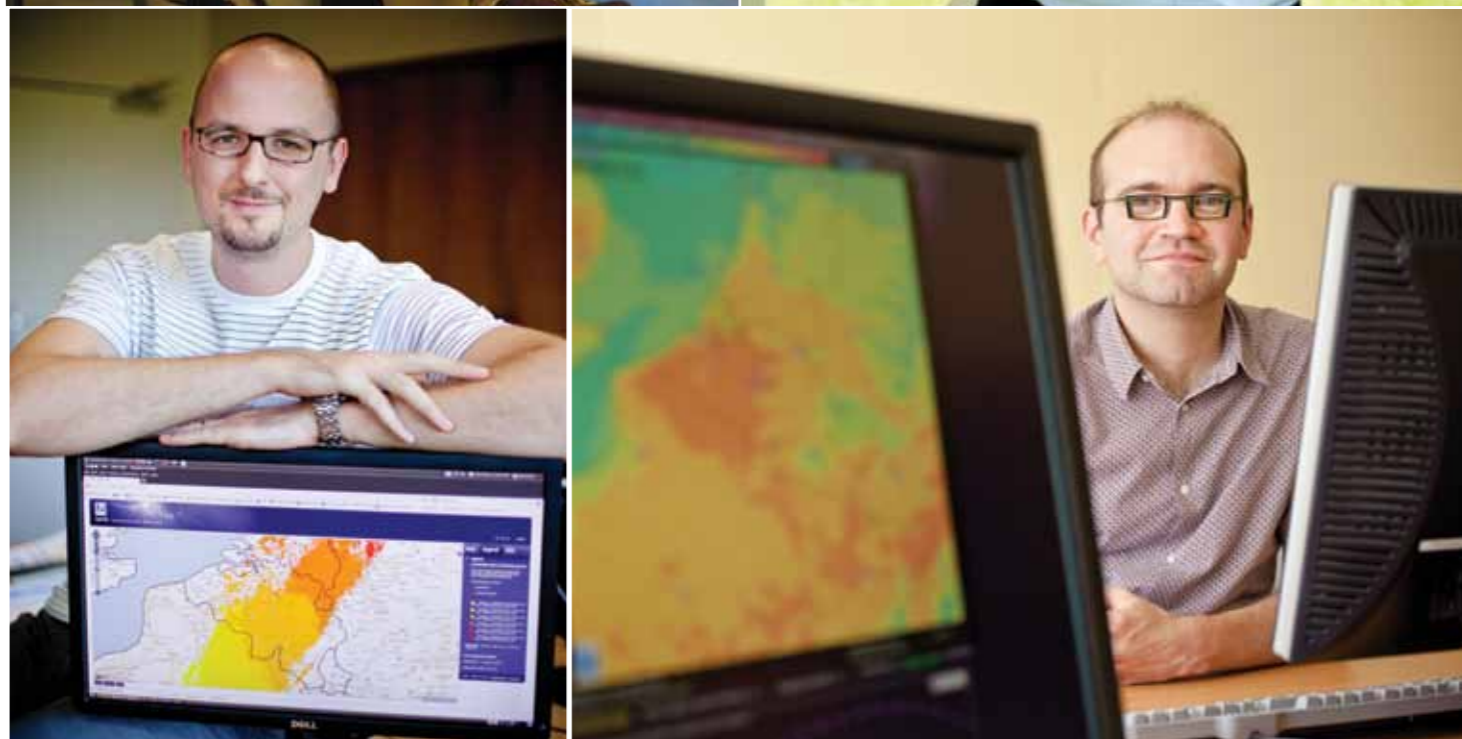
L'indice de l'activité géomagnétique (K-index) de Dourbes et les alertes d'orages géomagnétiques sont publiés dans le bulletin hebdomadaire du STCE (Solar-Terrestrial Centre of Excellence), qui s'occupe principalement de la recherche dans le domaine de l'activité solaire et de la météorologie spatiale.



L'output de K-LOGIC lors d'un orage géomagnétique qui commençait le 13 octobre 2012.



9 STRUCTURE DE L'IRM



COMPOSITION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE, DE LA COMMISSION DE GESTION, DU JURY ET DU CONSEIL DE DIRECTION DE L'IRM

Conseil scientifique

- Président :

Prof. Dr Ir Ch. Bouquegneau



- Directeur général a. i. de l'IRM, membre d'office :

Dr D. Gellens

- Membres du personnel dirigeant de l'IRM :

Dr J. Rasson
 Dr Ch. Tricot
 Dr S. Dewitte
 Dr P. Termonia

- Éminents scientifiques choisis en dehors de l'IRM :

Prof. Dr C. Buess-Herman
 Prof. Dr J. Cornelis
 Prof. Dr H. Dejonghe
 Prof. Dr Ch. De Mol

Commission de gestion

- Membres bénéficiant du droit de vote :

Monsieur F. Monteny, président
 Dr D. Gellens, vice-président
 Dr R. Van der Linden, vice-président
 Dr M. De Mazière, vice-président
 Monsieur R. Renier, attaché
 Monsieur E. Van Walle
 Monsieur M. Praet
 Monsieur T. Mary
 Monsieur J.-L. Migeot



Conseil de direction

- Directeur général a. i. de l'IRM, président d'office :

Dr D. Gellens

- Membres du personnel dirigeant de l'IRM :

Dr J. Rasson
 Dr Ch. Tricot
 Dr S. Dewitte
 Dr P. Termonia

- Secrétaire

Madame E. Honnay

Jury

- Président :

Dr D. Fonteyn



- Directeur général a. i. de l'IRM, membre d'office :

Dr D. Gellens

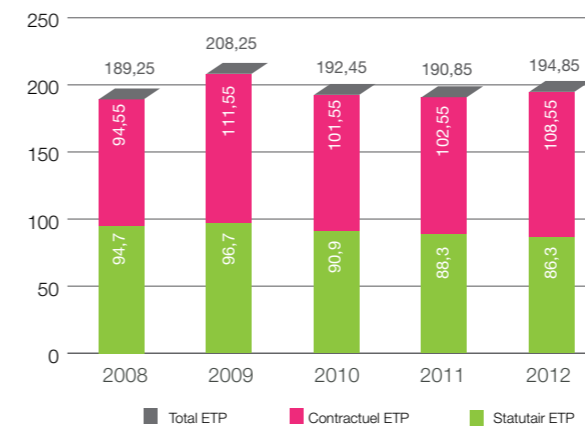
- Éminents scientifiques choisis en dehors de l'IRM :

Prof. Dr Ir F. Ronday
 Prof. Dr J. Paredaens

LE PERSONNEL EN 2012

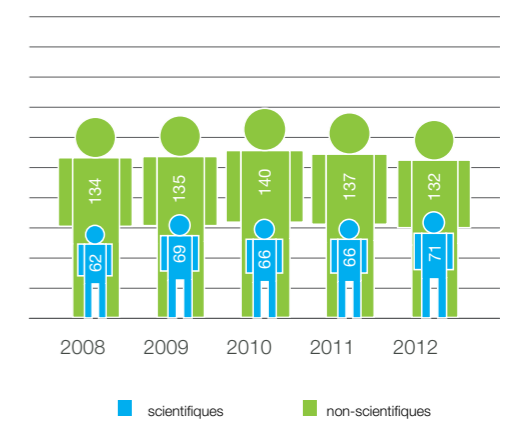
En 2012, comme vous pouvez le voir dans les graphiques ci-dessous, on remarque quelques changements dans le personnel de l'IRM.

Le personnel de l'IRM au 31/12/2012 selon le partage statutaire/contractuel

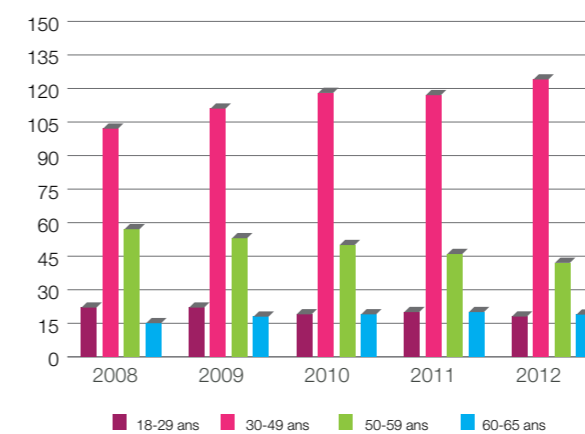


ETP = équivalents temps plein

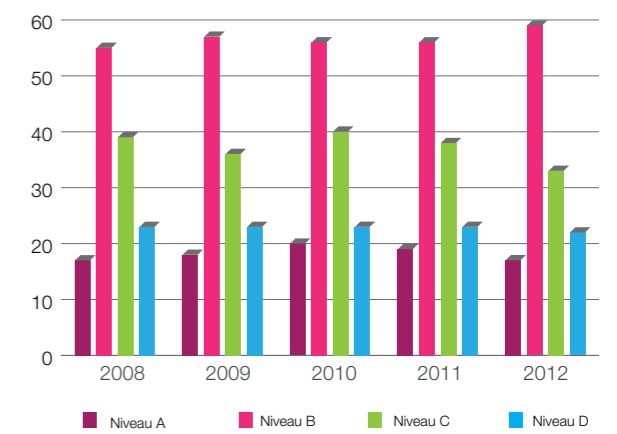
Le personnel de l'IRM au 31/12/2012, personnel scientifique versus non-scientifique



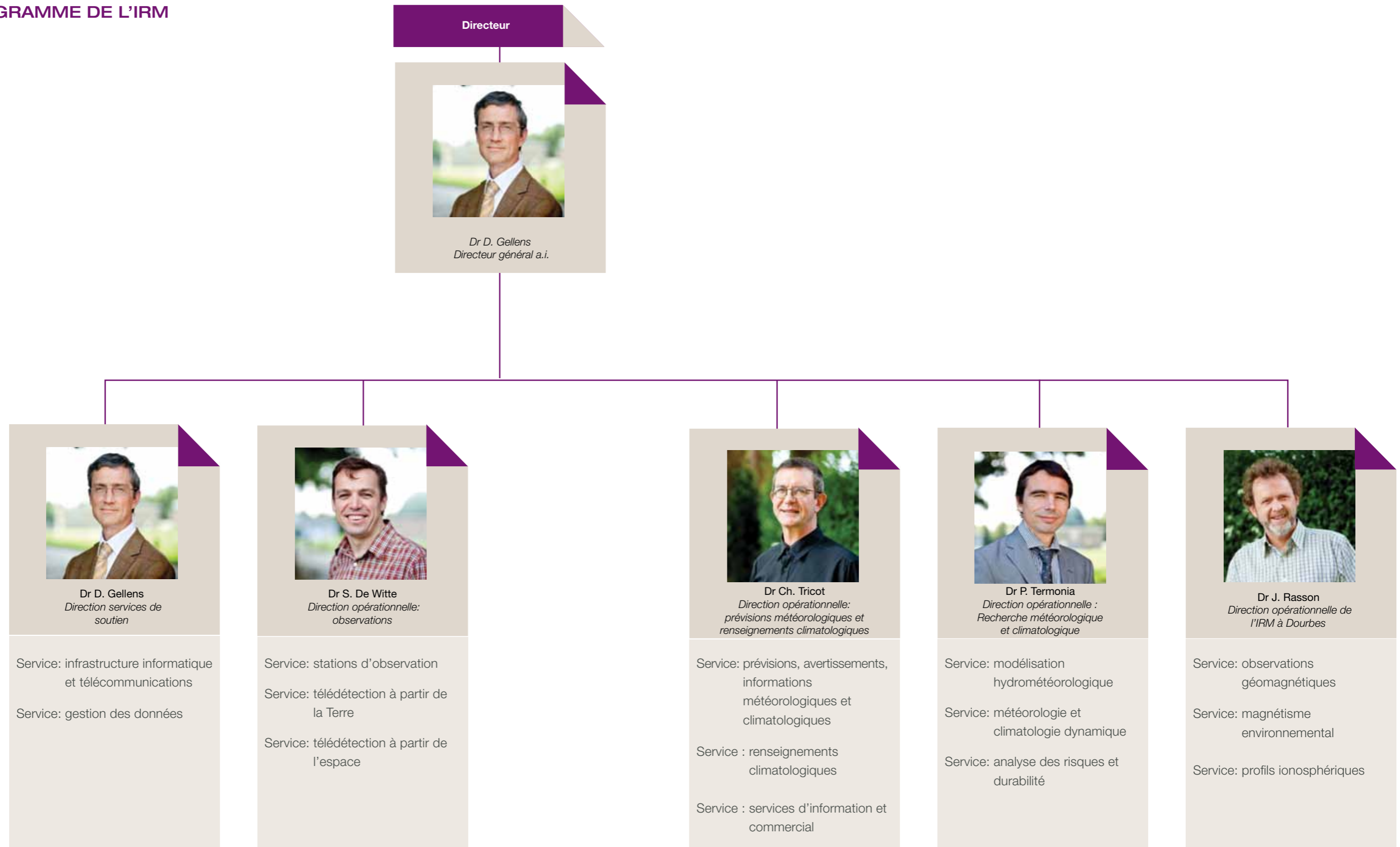
Le personnel de l'IRM au 31/12/2012 selon les catégories d'âge



Le personnel non-scientifique de l'IRM au 31/12/2012 selon le niveau



ORGANIGRAMME DE L'IRM



10 LES PUBLICATIONS ET CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES

PUBLICATIONS DANS DES REVUES INTERNATIONALES AVEC COMITÉ DE LECTURE

Brazdil, R., Kundzewicz, Z. W., Benito, G., Demarée, G., Macdonald, N., Ronald, L. A.: Historical Floods in Europe in the Past Millennium. Changes in Flood Risk in Europe (Edited by Z.W. Kundzewicz), IAHS Special Publication 10, Chapter 7, 121-166, 2012.

Brenot, H., Neméghaire, J., Delobbe, L., Clerbaux, N., Van Roozendaal, M.: Preliminary signs of the initiation of deep convection by GNSS, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 12, 20351-20382, doi: 10.5194/acpd-12-20351-2012, 2012.

Carrassi, A., Hamdi, R., Termonia, P., Vannitsem, S.: Short time augmented extended Kalman filter for soil analysis: a feasibility study. Atmospheric Science Letters, DOI: 10.1002/asl.394, Volume 13, Issue 4, 268-274, October/December 2012.

De Ridder, K., Bertrand, C., Casanova, G., Lefebvre, W.: Exploring a new method for the retrieval of urban thermophysical properties using thermal infrared remote sensing and deterministic modeling. Journal of geophysical research, vol. 117, d17108, doi: 10.1029/2011JD017194, 2012.

Degrauwe, D., Caluwaerts, S., Voitus, F., Hamdi, R., Termonia, P.: Application of Boyd's Periodization and Relaxation Method in a Spectral Atmospheric Limited-Area Model. Part II: Accuracy Analysis and Detailed Study of the Operational Impact. Monthly Weather Review, Volume 140, Issue 10, 3149-3162, October 2012.

Delcloo A., Deckmyn, A., Hamdi, R., De Backer, H., Foret, G., Van Langenhove, H.: Coupling of the CTM CHIMERE to the high resolution LAM ALADIN for Belgium, Air

Pollution Modeling and its Application XXI NATO Science for Peace and Security Series C. Environmental Security, Volume 4, Part 2, 315-319, DOI: 10.1007/978-94-007-1359-8_54, 2012.

Dewitte, S., Clerbaux, N., Ipe, A., Velazquez, A., Baudrez, E., Nevens, S., Decoster, I.: Climate monitoring with Earth Radiation Budget measurements. AIP Conf. Proc. 1531, 612-615, 2012.

Dewitte, S., Janssen, E., Mekaoui, S.: Science results from the Sova-Picard Total Solar Irradiance instrument, AIP Conf. Proc. 1531, 688-691, 2012.

Fu, Y.S.H., Campioli, M., Demarée, G., Deckmyn, A., Hamdi, R., Janssens, I.A., Deckmyn, G.: Success and failure of the unified tree budburst model with Bayesian calibration. International Journal of Biometeorology, DOI: 10.1007/s00484-011-0408-7, Volume 56, Number 1, 153-164, 2012.

Geraldo-Ferreira, A., Soria-Olivas, E., Gómez-Sanchis, J., Serrano-López, A. J., Velázquez-Blázquez, A., López-Baeza, E.: Modelling net radiation at surface using "in situ" net pyrradiometer measurements with artificial neural networks. Expert Systems with Applications, 38(11), 14190-14195, 2012.

Ghilain, N., Arboleda, A., Sepulcre-Cantò, G., Batelaan, O., Ardö, J., Gellens-Meulenberghs, F.: Improving evapotranspiration in land surface models by using biophysical variables derived from MSG/SEVIRI satellite. Hydrol. Earth Syst. Sci., doi: 10.5194/hess-16-2567-2012, 15, 2567-2583, 2012.

Hamdi, R., Degrauwe, D., Termonia, P.: Coupling the Town Energy Balance (TEB) scheme to an operational limited

area NWP model: Evaluation for a highly urbanized area, Belgium. *Weather and Forecasting*, Volume 27, Issue 2, 323-344, April 2012.

Hamdi, R., Van de Vyver, H., Termonia, P.: New cloud and microphysics parameterisation for use in high-resolution dynamical downscaling: application for summer extreme temperature over Belgium. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.2409, Volume 32, Issue 13, 2051-2065, 15 November 2012.

Jacobs, L., Buczynska, A., Walgraeve, C., Delcloo, A., Potgieter-Vermaak, S., Van Grieken, R., Demeestere, K., Dewulf, J., Van Langenhove, H., De Backer, H., Nemery, B., Nawrot, T. S.: Acute changes in pulse pressure in relation to constituents of particulate air pollution in elderly persons. *Environ. Res.*, 2012.

Journée, M., Mueller, R., Bertrand, C.: Solar resource assessment in the Benelux by merging Meteosat-derived climate data and ground measurements. *Solar energy* 86: 3561-3574, 2012.

Journée, M., Stöckli, R., Bertrand, C.: Sensitivity to spatio-temporal resolution of satellite-derived daily surface solar irradiation. *Remote sensing letters* 3: 4, 315-324, 2012.

Kint, V., Aertsen, W., Campioli, M., Vansteenkiste, D., Delcloo, A., Muys, B.: Radial growth change of temperate tree species in response to altered regional climate and air quality in the period 1901-2008. *Climatic Change*, DOI 10.1007/s10584-012-0465-x, 2012.

Logan, J., Stähelin, J., Megretskaia, I.A., Cammas, J.-P., Thouret, V., Claude, H., De Backer, H., Steinbacher, M., Scheel, H.E., Stübi, R., Fröhlich, M., Derwent, R.: Changes in ozone over Europe since 1990: analysis of ozone measurements from sondes, regular aircraft (MOZAIC) and alpine surface sites, *J. Geophys. Res.*, 117, D09301, doi: 10.1029/2011JD016952, 2012.

Nicolis, C., Nicolis, G.: Extreme events in multivariate deterministic systems, *Phys. Rev. E* 85, 056217, 2012.

Nicolis, C.: Stochastic resonance in multistable systems: The role of dimensionality, *Phys. Rev. E* 86, 011133, 2012.

Nicolis, G., Nicolis, C., *Foundations of complex systems* 2nd ed., World Scientific, Singapore, 2012.

Roulin, E., Vannitsem, S.: Post-processing of ensemble precipitation predictions with extended logistic regressions based on hindcasts. *Mon. Wea. Rev.*, 140, 874-888, 2012.

Scannell, C., Hurtmans, D., Boynard, A., Hadji-Lazaro, J., George, M., Delcloo, A., Tuinder, O., Coheur, P.-F., Clerbaux, C.: A review of the ozone hole from 2008 to 2010 as observed by IASI, *Atmos. Meas. Tech.*, 5, 123-139, 2012.

Sepulcre-Cantó, G., Gellens-Meulenberghs, F., Arboleda, A., Duveiller, G., Dewit, A., Eerens, H., Piccard, I., Djabi, B., Defourny, P.: Estimating crop specific evapotranspiration using remote sensing imagery at various spatial resolutions for improving crop growth modeling. *Int. J. Rem. Sens.*, DOI: 10.1080/01431161.716911, 2012.

Smet, G., Termonia, P., Deckmyn, A.: Added economic value of limited area multi-EPS weather forecasting applications. *Tellus, A*, 64, 18901, 2012.

Spassov, S., Valet, J.-P.: Detrital magnetizations from redeposition experiments of different natural sediments. *Earth and Planetary Science Letters* 351-352, 147-157, doi: 10.1016/j.epsl.2012.07.016, 2012.

Stankov, S.M., Jodogne, J.C., Kutiev, I., Stegen, K., Warnant, R.: Evaluation of automatic ionogram scaling for use in real-time ionospheric density profile specification: Dourbes DGS-256/ARTIST-4 performance. *Annals of Geophysics* Vol.55, No.2, .283-291, (doi: 10.4401/ag-4976), 2012.

Termonia, P., Smet, G., Van den Bergh, J.: On the role of tuning in parametrizations of unresolved diffusive processes in atmospheric models. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 138: 1923-1933, 2012.

Termonia, P., Voitus, F., Degrauwe, D., Caluwaerts, S., Hamdi, R.: Application of Boyd's Periodization and Relaxation Method in a Spectral Atmospheric Limited-Area Model. Part I: Implementation and Reproducibility

Tests. *Monthly Weather Review*, Volume 140, Issue 10, 3137-3148, October 2012.

Van de Vyver, H.: Spatial regression models for extreme precipitation in Belgium. *Water Resources Research* 48, W09549, 2012.

Van de Vyver, H.: Evolution of extreme temperatures in Belgium since the 1950s. *Theoretical and Applied Climatology* 107, 113-129, 2012.

PUBLICATIONS DANS DES REVUES NATIONALES AVEC COMITÉ DE LECTURE

Demarée, G., Ogilvie, A.E.J.: Climate-related Information in Labrador / Nunatsiavut: Evidence from Moravian Missionary Journals. *Bulletin des Séances - Mededelingen der Zittingen, Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer - Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen*, 57(2-4), 391-408, 2011.

Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: Toward post-processing ensemble forecasts based on hindcasts, *Scientific & Technical Publications of Royal Meteorological Institute of Belgium*, N° 061, 2012.

MONOGRAPHIES INTERNATIONALES

Aucune monographie internationale n'a été produite en 2012.

PROCEEDINGS

Arboleda, A., Ghilain, N., Gellens-Meulenberghs, F.: EUMETSAT's LSA-SAF evapotranspiration products: status and perspectives, 2012 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Sopot, Poland, 3-7 September 2012.

Brenot, H., Champollion, C., Deckmyn, A., Van Malderen, R., Kumps, N., Warnant, R., De Mazière, M.: Humidity

3D field comparisons between GNSS tomography, IASI satellite observations and ALARO model, EGU General Assembly 2012, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 14, EGU2012-4285, 2012.

Carrassi, A., Vannitsem, S.: Accounting for model error in data assimilation. *Workshop Mathematical and Algorithmic Aspects of Atmosphere-Ocean Data Assimilation*, DOI: 10.4171/OWR/2012/58, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, 21-22, 2012.

Clerbaux, N., Baudrez, E., Decoster, I., Dewitte, S., Ipe, A., Nevens, S., Velazquez Blazquez, A.: The climate monitoring SAF TOA radiation "GERB" datasets, *AIP Conf. Proc.* 1531, 652 (2013); doi: 10.1063/1.4804854, 2012.

Delcloo, A., Kins, L., Tuinder, O.: Validation of GOME-2 ozone profiles, using ozone des, MICROWAVE- and LIDAR data, ESA-ATMOS conference, Bruges, Belgium, 18-22 June 2012.

Dewitte, S., Clerbaux, N., Ipe, A., Velazquez, A., Baudrez, E., Nevens, S., Decoster, I.: Climate monitoring with Earth radiation budget measurements, *AIP Conf. Proc.* 1531, 612; doi: 10.1063/1.4804844, 2012.

Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A.: Land surface evapotranspiration as seen from METEOSAT second generation satellites: LSA-SAF developments and perspectives. *Proceedings of the IGARSS 2012 conference, IEEE TGRS, IEEE Publisher*, ISBN: 978-1-4673-1159-5, 1018-1021, 2012.

Gerard, L.: Microphysics and convection in the «grey zone». *ECMWF Workshop on Parametrization of Clouds and Precipitation Across Model Resolutions*, 5-8 November 2012.

Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Monitoring of evapotranspiration at sub-kilometer scale: downscaling MSG/SEVIRI images using moderate resolution remote sensing derived data, abstract submitted to 32nd EARSel Symposium (Session ProbaV), Mykonos, Greece, 21-24 May 2012.

Gorodetskaya, I., Van Lipzig, N.P.M., Ralph, F.M., Wick, G.A., Tsukernik, M., Delcloc, A. Mangold, A., Neff, W.D.: The role of atmospheric rivers in accumulation in Dronning Maud Land, East Antarctica, Proceedings of 7th Antarctic Meteorological Observation, Modeling and Forecasting Workshop, Boulder, Colorado, USA, 9-11 July 2012.

Goudenhoofd, E., Delobbe, L.: Radar-based statistics of point and areal rainfall. 7th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2012), Toulouse, France, 2012.

Hamdi, R., Deckmyn, A., Degrauwe, D., Delcloc, A., Termonia, P.: Coupling the Town Energy Balance scheme to the high resolution LAM ALADIN for Belgium. 32nd NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, Utrecht, The Netherlands, 7-11 May 2012.

Huuskonen, A., Delobbe, L., Urban, B. and the OPERA group: EUMETNET OPERA: Achievements of OPERA-3 and challenges ahead, 7th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2012), Toulouse, France, 2012.

Mahtour, A., El Jarroudi, M., Delobbe, L., Hoffmann, L., Maraite, H., Tychon, B.: Wheat disease forecasting using weather radar observations, 7th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2012), Toulouse, France, 2012.

Poelman, D., Schulz, W., Vergeiner, C.: Performance characteristics of three distinct lightning detection networks covering Belgium, 22nd International Lightning Detection Conference (ILDC), Broomfield, Colorado, USA, 2012.

Poelman, D., Delobbe, L., Crabbé, M., Bouquegneau, C.: Lightning activity in Belgium between 2001-2011, 31st International Conference on Lightning Protection (ICLP), Vienna, Austria, 2012.

Reyniers, M., Delobbe, L.: The nowcasting system INCA-BE in Belgium and its performance in different synoptic situations, the 7th European Conference on

Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2012), Toulouse, France, 2012.

Van Schaeuybroeck, B., Vannitsem, S.: Reliable probabilities through statistical post-processing of ensemble forecasts. Proceedings de European Conference on Complex Systems, 12, 2012.

RAPPORTS INTERNES ET EXTERNES SANS COMITÉ DE LECTURE

Demarée, G.: Een tsunami aan de Noordzeekust - een ver-van-ons-bed verhaal?. Land in Zicht, Koninklijke Vereniging Natuur- en Stedenschoon (KVNS), Vol. 81, no. 2, 23-28, 2012.

Ech-chakrouni, S., Hus, J., Geeraerts, R., Spassov, S., Mees, N.: Eghezée/Liernu: premiers résultats archéomagnétiques des structures cuites du site du Haut Moyen Age. Chronique de l'Archéologie Wallonne, 19, 228-231, 2012.

Ghilain, N., De Roo, F., Gellens-Meulenberghs, F.: Final report of the PROBA-VET project (Application of high spatial resolution vegetation information for large scale evapotranspiration monitoring) of the PROBA-V preparatory programme, 22 pages, 2012.

Hamdi, R.: Coupling SURFEX with pTKE, TOUCANS, and TOM's. Stay report at the CHMI, Prague, Czech Republic, 2012.

RÉSUMÉS DE CONFÉRENCES ET POSTERS

Baguis, P., Roulin, E.: H-SAF Hydrological Validation Activities in Belgium. 2012 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Sopot, Poland, 3-7 September 2012.

Beyer, C., Spassov, S.: Remagnetised rocks from two localities, Norway. 13th Castle Meeting on Paleo, Rock and Environmental Magnetism, Zvolen, Slovakia, 17-23 June 2012.

Cabrera, E., Rasson, J., Gianibelli, J., Riddick, J., Turbitt, C.: Base Orcadas 1903- 2012, XVth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, 4-14 June 2012.

Chan, E., Chan, D., Vogel, F., Worthy, D., Cooper, O., Brioude, J., Delcloc, A., Stohl, A., Lin, J., Wu, Y.: Inverse modelling of Canada's methane emissions for 2008 to 2011, 2012 ACCENT-IGAC-GEIA Conference, Toulouse, France, 11-13 June 2012.

De Backer, H., Van Malderen, R., Mangold, A.: Ozone and UV observations in Uccle (Belgium) and Utsteinen (Antarctica), Quadrennial Ozone Symposium 2012, Toronto, Canada, 26-31 August 2012.

De Bock, V., De Backer, H., Mangold, A.: Retrieval of Single Scattering Albedo values from Brewer spectrophotometer irradiance measurements at Uccle, Belgium, European Aerosol Conference 2012, Granada, Spain, 2-7 September 2012.

De Bock, V., De Backer, H., Van Malderen, R.: Analysis of an extensive time series of UV irradiation and AOD measurements in the UV-B region at Uccle, Belgium, Quadrennial Ozone Symposium 2012, Toronto, Canada, 26-31 August 2012.

De Bock, V., De Backer, H., Van Malderen, R.: Analysis of an extensive time series of UV irradiation and AOD measurements in the UV-B region at Uccle, Belgium, International Radiation Symposium 2012, Berlin, Germany, 6-10 August 2012.

Delcloc, A., Hamdi, R., Deckmyn, A., Termonia, P., De Backer, H., Van Langenhove, H.: Influence of physical parameterization changes in the ALARO high resolution NWP model for Belgium on the CTM CHIMERE, Utrecht, The Netherlands, 7-11 May 2012.

Delcloc, A., Hurtmans, D., Coheur, P.-F., Clerbaux, C.: Validation of IASI ozone profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, Sopot, Poland, 3-8 September 2012.

Delcloc, A., Tuinder, O.: Validation of GOME-2 ozone

profiles, using balloon sounding data, Quadrennial Ozone Symposium 2012, Toronto, Canada, 26-31 August 2012.

Demarée, G., Ogilvie, A.E.J.: Impacts of climate and sea-ice changes in Labrador / Nunatsiavut: evidence from Moravian missionary records. 15th International Conference of Historical Geographers, Prague, Czech Republic, 6-10 August 2012.

Demarée, G.: Construction of Intensity-Duration-Frequency (IDF) curves for precipitation with limited Annual Maxima data in Rwanda, 8th Alexander von Humboldt International Conference (AvH8), Natural Disasters, Global Change, and the Preservation of World Heritage Sites, Cusco, Peru, 12-16 November 2012.

Demarée, G.: Les effets climatiques de l'éruption du volcan islandais Lakiggar en Belgique (1783-1784). 2^e Rencontres d'Histoire de l'environnement en Belgique - Luxembourg - Congo - Rwanda - Burundi. Université de Namur, Namur, Belgium, 29-30 November and 1 December 2012.

Djerrab, A., Spassov, S., Defafila, N., Hus, J., Abdessadok, S., Ruault-Djerrab, M., Bahra, N., Ech-chakrouni, S.: Le site du Paléolithique Moyen de Birzgane (Tébessa, Algérie): Approche magnétique, 21st Biennial Conference of the Society of Africanist Archaeologists (SAfA), Toronto, Canada, 20-23 June 2012.

Ech-chakrouni, S.: Datations archéomagnétiques: exemples en Belgique. Conférence à l'IRM Bruxelles, Belgium, 14 November 2012.

Ech-chakrouni, S., Hus, J., Spassov, S.: Etude archéomagnétique d'un grand four quadrangulaire mis au jour sur la Grande Place de Nivelles. Archaeologia Mediaevalis 35, Gent, Belgium, 16-17 March 2012.

Ech-chakrouni, S., Hus, J., Spassov, S.: Constraints of archaeomagnetic dating and field intensity determination in a Roman and Medieval tile kiln in Belgium. 13th Castle Meeting on Paleo, Rock and Environmental Magnetism, Zvolen, Slovakia, 17-23 June 2012.

Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A.:

Operational assessment of evapotranspiration from geostationary satellite data, European Geophysical Union Assembly 2012, Vienna, Austria, 23-27 April 2012.

Ghilain, N., Arboleda, A., Sepulcre-Cantò, G., Batelaan, O., Ardö, J., Gellens-Meulenberghs, F.: Improving evapotranspiration in land surface models by using biophysical parameters derived from MSG/SEVIRI satellite, European Geophysical Union Assembly 2012, Vienna, Austria, 23-27 April 2012.

Ghilain, N., De Roo, F., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Impact on Evapotranspiration of Land Cover and biophysical parameters derived from EO at different spatial resolutions, 2nd Terrabites Symposium, ESA-ESRIN, Frascati, Italy, 6-8 February 2012.

Ghilain, N., De Roo, F., Gellens-Meulenberghs, F.: ProbaV: New opportunities for evapotranspiration monitoring at continental scale. Belspo Belgium Observation Day, Brugge, Belgium, 5 September 2012.

Gonsette, A., Rasson, J.: AutoDIF: A new step in development of automated magnetic observatories. XVth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, 4-14 June 2012.

Hamdi, R., Deckmyn, A., Degrauwe, D., Delcloo, A., Termonia, P.: Coupling the Town Energy Balance (TEB) scheme to an operational limited area NWP model: Evaluation for a highly urbanized area, Utrecht, The Netherlands, 7-11 May 2012.

Hamdi, R., Van de Vyver, H., Termonia, P.: Un downscaling dynamique à haute résolution en utilisant une nouvelle paramétrisation des nuages et de la microphysique: Application aux températures maximales estivales en Belgique. Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère, Toulouse, France, 23-27 January 2012.

Hamdi R., Van de Vyver, H., Termonia, P.: UHI effects on temperature records near Brussels: An observational and modeling study. 8th International Conference on Urban Climate – ICUC 8 and 10th Symposium on the Urban Environment, Dublin, Ireland, 6-10 August, 2012.

Hamdi, R., Termonia, P., Baguis, P.: Effects of urbanization and climate change on surface runoff of Brussels. 8th International Conference on Urban Climate – ICUC 8 and 10th Symposium on the Urban Environment, Dublin, Ireland, 6-10 August 2012.

Hamdi, R.: Coupling the Town Energy Balance Scheme to an operational NWP model. 8th International Conference on Urban Climate – ICUC 8 and 10th Symposium on the Urban Environment, Dublin, Ireland, 6-10 August 2012.

Hamdi, R., Deckmyn, A., Degrauwe, D., Delcloo, A., Termonia, P.: Coupling the Town Energy Balance scheme to the high resolution LAM ALADIN for Belgium. The 4th symposium on METEOrology and CLIMatology for PhD students, the Institute of Geography of the University of Liège, Belgium, 1 June, 2012.

Hamdi R., Van De Vyver, H., Termonia, P.: Regional climate of summer maximum surface air temperature over Belgium through high-resolution dynamical downscaling. The 4th symposium on METEOrology and CLIMatology for PhD students, the Institute of Geography of the University of Liège, Belgium, 1 June 2012.

Humbled, F., Hendrickx, O., Hus, J., Spassov, S.: Innovation in magnetic instrumentation. 13th Castle Meeting on Paleo, Rock and Environmental Magnetism, Zvolen, Slovakia, 17-23 June 2012.

Humbled, F., Rasson, J.: Economic return from magnetic observatories. OIC Workshop on Geomagnetic Observatories and their Applications, Islamabad, Pakistan, 3-13 April 2012.

Humbled, F., Rasson, J.: Magnetic Valley: A knowledge transfer project. XVth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, 4-14 June 2012.

Hus, J., Ech-chakrouni, S., Spassov, S.: Progress of archaeomagnetic dating in Western-Europe: examples from sites in Belgium. 39th International Symposium on Archaeometry, Leuven, Belgium, 28-31 May and 1 June 2012.

Jodogne, J.C., Stankov S.: Vertical transmission from catenaries. Proc. International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP), Nagoya, Japan, 25-31 October and 04 November 2012, ABS No. ISAP12-0147,1067-1070, 2012.

Journée, M., Demain, C., Mueller, M., Bertrand, C.: Towards a climatology of surface incoming solar radiation over the Benelux by merging long time series of Meteorosat-derived estimations and ground-based measurements. EGU General Assembly, Vienna, Austria., 22-27 April 2012.

Laffineur, Q., De Backer, H., Brasseur, O.: Retrieval and validation of mixing layer height with LIDAR ceilometers. Meteoclim PhD symposium, Liège, Belgium, 1 June 2012.

Mangold, A., Mano, M.-J., Namsaraev, Z., De Backer, H., De Bock, V., Hermans, C., Gorodetskaya, I., Maenhaut, W.: Atmospheric composition research at the Belgian Antarctic research station Princess Elisabeth with emphasis on aerosol particle characterisation, IPY 2012 Conference, From Knowledge to Action, Montréal, Canada, 22-27 April 2012.

Mangold, A., De Backer, H., De Bock, V., Hermans, C., Gorodetskaya, W., Maenhaut, W.: Physical and optical properties of atmospheric aerosol in Eastern Antarctica, European Aerosol Conference 2012, Granada, Spain, 02-07 September 2012.

Nikitidou, E., De Bock, V., De Backer, H., Kazantzidis, A.: Aerosols optical properties and their effect on the UV solar irradiance at Uccle, Belgium, International Radiation Symposium 2012, Berlin, Germany, 6-10 August 2012.

Pottiaux, E., Van Malderen, R., Brenot, H., Beirle, S., Bruyninx, C., De Backer, H., De Mazière, M., Hermans, C., Mies, K., Wagner, T.: On the Use of the IGS REPRO1 Product for Climate Change Analysis: An IWV Inter-technique Comparison Study, International GNSS Service Workshop 2012, Olsztyn, Poland, 23-27 June 2012.

Rasson, J., Turbitt, C., Riddick, J.C.: Intermagnet Digital Geomagnetic Observatory (INDIGO) 2012. XVth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data

acquisition and processing, Cadiz, Spain, 4-14 June 2012.

Rasson, J.: Accuracy of our DIFlux measurements and can we improve it? XVth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, 4-14 June 2012.

Rasson, J.: Automatic Magnetic Observatories with AUTODIF, Japan Geoscience Meeting, Makuhari Messe, Submission No.: 01624, 2012.

Rasson, J.: Magnetic Observatories in the 21st Century from Research to Applications, Invited talk to Korean Research Institute of Standards and Science, Deajeon, Korea (South), 25 October 2012.

Sapundjiev, D., Nemry, M., Stankov, S., Spassov, S., Jodogne, J.C.: Cosmic ray intensity measurements at the RMI Geophysical Centre of Dourbes. Proc. European Space Weather Week ESWW-2012, Brussels, Belgium, 05-09 November 2012.

Spassov, S., Ech-chakrouni, S., Hus, J., Pereira, B., Titeux, H., Sonnet, P.: Relating rock magnetism to geochemistry - A case study of soils from Belgian industrial areas. 13th Castle Meeting on Paleo, Rock and Environmental Magnetism, Zvolen, Slovakia, 17-23 June 2012.

Spassov, S.: Exploitation of mineral magnetic properties for environmental characterisation – An introduction to environmental magnetism. Workshop on Geomagnetic Observatories and their Applications, Islamabad, Pakistan, 1-13 April 2012.

Spassov, S.: Magnetic methods for archaeological applications – An introduction to palaeomagnetism. OIC Workshop on Geomagnetic Observatories and their Applications, Islamabad, Pakistan, 1-13 April 2012.

Stankov, S., Marinov, P., Kutiev, I.: Reconstruction of the vertical ionospheric electron density distribution from multi-instrument observation data. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Mysore, India, 14-22 July 2012, ABS No. COSPAR12-C02-0016-12.

Stankov, S., Stegen, K., Kutiev, I.: Empirical model of the

TEC storm-time response in Europe for use in regional ionospheric specification and forecast. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Mysore, India, 14-22 July 2012, ABS No. COSPAR12-C11-0100-12.

Stankov, S., Verhulst, T., Stegen, K. Evaluation of theoretical ionospheric profilers using topside sounding data. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Mysore, India, 14-22 July 2012, ABS No. COSPAR12-C11-0107-12.

Tuinder, O., Delcloc, A., Kins, L.: High Resolution Ozone Profiles from GOME-2 on Metop-A, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, Sopot, Poland, 3-8 September 2012.

Tuinder, O.N.E., Delcloc, A., Kins, L.: Vertical Ozone Profiles from GOME-2 on Metop-A, ESA-ATMOS conference, Bruges, Belgium, 18-22 June 2012.

Turbitt, C., Matzka, J., Rasson, J., St-Louis, B., Stewart, D.: An instrument performance and data quality standard for INTERMAGNET one-second data exchange. XVth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, 4-14 June 2012.

Van de Vyver, H.: Spatial regression models for extreme precipitation in Belgium. 2nd Conference on Modelling Hydrology, Climate and Land Surface Processes, Losby Gods, Norway. 10-12 September 2012

Van Malderen, R., Allaart, M., Delcloc, A., De Backer, H.: The detection of ozone anomaly events and inhomogeneities in the ozonesonde time series of Uccle, Belgium, by comparison with the nearby station of De Bilt (Netherlands), Quadrennial Ozone Symposium 2012, Toronto, Canada, 26-31 August 2012 .

Van Malderen, R., Brenot, H., Pottiaux, E., Mies, K., Beirle, S., Wagner, T., Hermans, C., De Mazière, M., De Backer, H., Bruyninx, C.: Inter-technique comparison of integrated water vapour measurements for climate change analysis. European Geoscience Union General Assembly 2012, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.

Van Malderen, R., Pottiaux, E., Brenot, H., Beirle, S., Mies, K., Hermans, C., De Mazière, M., Wagner, T., De Backer,

H., Bruyninx, C.: Evaluating the potential of ground-based instruments to validate the quality of integrated water vapour data measured by satellite-based techniques, GEWEX Water Vapour Assessment Workshop, DWD Offenbach, Germany, 26-28 September 2012

Van Malderen, R., Pottiaux, E., Brenot, H., Mies, K., Beirle, S., Wagner, T., Hermans, C., De Mazière, M., De Backer, H., Bruyninx, C.: Inter-technique comparison of integrated water vapour measurements for climate change analysis. MeteoClim PhD symposium, Liège, Belgium, 1 June 2012.

Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: Toward post-processing ensemble forecasts based on hindcasts, EGU General Assembly, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.

CONFÉRENCES ET POSTERS SANS RÉSUMÉ

Delcloc, A., Smet, G., Termonia, P., De Backer, H.: Probabilistic forecasting of extreme air pollution peaks, Poster at the 22nd ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting, Marrakech, Morocco, 7-10 May 2012.

Dewitte, S.: Long term stability of TSI measurements and models, ISSI meeting, Bern, Switzerland, March 2012.

Dewitte, S.: Verification of the absolute accuracy of the DIARAD type radiometers, ISSI meeting, Bern, Switzerland, March 2012.

Dewitte, S., Chevalier, A.: "Simba: the Sun-earth IMBALANCE radiometer", QB50 symposium, Brussels, Feb. 2012 & Ceres science team meeting, Princeton, USA, October 2012.

Dewitte, S., the Sovap team: Sova-Picard science results, Revue d'extension de mission, Toulouse, France, November 2012.

Dewitte, S.: Climate monitoring with Earth Radiation Budget measurements, Eumetsat HQ, Darmstadt, May 2012 & Eumetsat conference, Sopot, Poland, September 2012 & Ceres science team meeting, Princeton, USA, October 2012.

Dewitte, S.: Instrument modes and calibration of the Sova-Picard TSI instrument, Picard workshop, Paris, France, April 2012.

Domenech, C., Fischer, J., Clerbaux, N., Velazquez, A.: Flux Products from EarthCARE BBR Observations, JADE Fifth meeting, Tokio, Japan, 26 November 2012.

Ech-chakrouni, S., Hus, J.: Paléo et archéomagnétisme: Détermination indirecte du champ géomagnétique dans le passé. Solid Earth Meeting RMI-ROB, Dourbes, Belgium, 8 October 2012.

Gellens-Meulenberghs, F., Arboleda, A., Ghilain, N.: Participation to EUMETSAT « Cours sur l'utilisation des produits satellitaires aux applications agrométéorologiques » with two lectures from RMI team « Suivi de l'évapotranspiration par MSG », a theoretical and an exercise module (on-line presentation), Centre AGRHYMET, Niamey, Niger, 20 November 2012.

Gerard, L.: Convergence of the 3MT deep convection parameterization with the explicit convection at high resolution: 1) cloud evolution, closure (http://www.rclace.eu/File/ALARO/alaro1_wd/alaro1wd-LG-3MTevolution1-feb10.pdf), 2) preliminary results (http://www.rclace.eu/File/ALARO/alaro1_wd/alaro1wd-LG-3MTevolution2-feb10.pdf), Alaro-1 Working days, Ljubljana, Slovenia, June 2012.

Gonsette, A., Marin, J.L., Rasson, J.: Autodif: Automatic Absolute DI Measurements. OIC Workshop on Geomagnetic Observatories and their Applications, Islamabad, Pakistan, 1-13 April 2012.

Gonsette, A.: Tomorrow Magnetic Observatory. Breaking through the last barriers. Solid Earth Meeting RMI-ROB, Dourbes, Belgium, 8 October 2012.

Hamdi, R.: Coupling SURFEX/TEB to the high-resolution (4km) ALARO: Which benefits for a highly urbanized area, Belgium ? Joint 22nd ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2012, Marrakech, Morocco, 7-10 May 2012.

Hamdi, R.: High-resolution dynamical downscaling of climate change scenario over Belgium. EcoRisk Kick-off

meeting, University of Antwerp, Belgium, 14 September 2012.

Hamdi, R., De Troch, R.: High-resolution dynamical downscaling of climate change scenario over Belgium. Royal Meteorological Institute of Belgium conference, 24 October 2012.

Hamdi, R.: Recent activities on surface assimilation using SURFEX in the RMI. LACE Data Assimilation Working Days, Prague, Czech Republic, 18-20 June 2012.

Hamdi, R.: Recent developments in land surface modeling and data assimilation in ALADIN at the RMI. SRNWP on surface aspect 1-day meeting, FMI, Finland, 21 September 2012.

Hamdi, R.: Regional Climate modeling at the RMI. STCE, Royal Observatory of Belgium, Uccle, Belgium, 26 November 2012.

Hamdi, R.: Short Time Augmented Extended Kalman Filter for Soil Analysis. A feasibility study. Surface data assimilation working days, Toulouse, France, 5 May 2012.

Humbled, F.: Magnetic Valley: A knowledge transfer project. Belnet Networking Conference, Brussels, Belgium, 25 October 2012.

Humbled, F.: Magnetic Valley: A knowledge transfer project. OIC Workshop on Geomagnetic Observatories and their Applications, Islamabad, Pakistan, 1-13 April 2012.

Humbled, F.: Magnetic Valley: Overview. Solid Earth Meeting RMI-ROB, Dourbes, Belgium, 8 octobre 2012.

Ipe, A., Baudrez, E., Clerbaux, N., Decoster, I., Nevens, S., Velazquez Blazquez, A.: Composite TOA clearsky solar fluxes for the GERB processing IRS Berlin, Germany, 2012.

Janssen, E., Dewitte, S.: Calculation of the efficiency of the cavity in an adiabatic case, ISSI meeting, Bern, Switzerland, March 2012.

Lopez-Baeza, E., Domenech, C., Velazquez, A.: Preparatory Activities for Validation of EarthCARE Products at the Valencia & Alacant Anchor Stations. CALIPSO, CloudSat, EarthCARE Joint Workshop. Paris, France, 18–22 June 2012.

Mekaoui, S.: Diarad/Virgo ageing correction on SOHO, STCE workshop, Brussels, May 2012.

Nevens, S.: Aerosol Retrieval using MSG visible channels, European Aerosol Conference, Grenada, 2012.

Rasson, J.: Mesures de déclinaison magnétique en aéroport. Expert Conference at Belgocontrol, Brussels, Belgium, 1 October 2012.

Rasson, J.: Activités de la Section 6 Observations et Instruments Géomagnétiques: Recherche Scientifique, Applications, Mesures Temporelles & Spatiales. Solid Earth Meeting RMI-ROB, Dourbes, Belgium, 8 October 2012.

Rasson, J.: Magnetic Observatory Training, OIC Workshop on Geomagnetic Observatories and their Applications, Islamabad, Pakistan, 1-13 April 2012.

Spasov, S., Humbled, F.: Pollusol 2: Results from mineral magnetism and chemistry. Table Ronde à la SPAQuE, Liège, Belgium, 22 November 2012.

Spasov, S.: Introduction to Environmental Magnetism. Four lectures for graduate students, Kazan State University, Russian Federation, 7-10 mai 2012.

Spasov, S.: Characterisation of environments using mineral magnetic properties – Overview of scientific activities at the CPG. Solid Earth Meeting RMI-ROB, Dourbes, Belgium, 8 October 2012.

Van den Bergh, J.: Prognostic graupel and new cloud scheme in ALARO, presentation at the 22nd ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting, Marrakech, Morocco, 7-10 May 2012.

Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: Reliable probabilities through statistical post-processing of ensemble forecasts, ECCS'12 Conference on Complex Systems, Brussels, Belgium, 5-6 September 2012.

Van Schaeybroeck, B.: Toward post-processing ensemble forecasts based on hindcasts, Forecast Products Users' Meetings, Reading, UK, 20-22 June 2012.

Velazquez Blazquez, A., Clerbaux, N., Ipe, A., Baudrez, E., Decoster, I., Nevens, S., Dewitte, S.: Status of the BBR LW Radiance to Flux Baseline conversion algorithm, Earth Radiation Budget Workshop 2012 GFDL, Princeton, NJ USA, 22 - 25 October 2012.

Velazquez Blazquez, A., Clerbaux, N., Ipe, A., Baudrez, E., Decoster, I., Nevens, S., Dewitte, S.: EarthCARE BBR LW Baseline Flux Retrieval Algorithm, IRS Berlin, Germany, 2012.

Velazquez Blazquez, A., Clerbaux, N., Ipe, A., Baudrez, E., Decoster, I., Dewitte, S., Gonzalez-Sotelino, L., Nevens, S.: EarthCARE BBR Longwave baseline Radiance-to-flux conversion Algorithms. CALIPSO, CloudSat, EarthCARE Joint Workshop. Paris, France, 18–22 June 2012.

Velazquez Blazquez, A., Clerbaux, N., Ipe, A., Baudrez, E., Decoster, I., Nevens, S., Dewitte, S.: EarthCARE BBR Longwave radiance-to-flux conversion algorithms. 39th COSPAR Scientific Assembly, 2012.

Velazquez Blazquez, A., Clerbaux, N., Ipe, A., Gonzalez Sotelino, L., Baudrez, E., Decoster, I., Dewitte, S., Nevens, S., Vandermeulen, P.: EarthCARE BBR longwave radiance-to-flux conversion algorithms, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference., Sopot, Poland, 3-7 September 2012.

Les avis pour le Fonds des Calamités procurés en 2012

Date de l'événement	Type d'événement	Provinces touchées
Juillet 2010		
14/07/2010	Précipitations abondantes	Hainaut (2 communes)
Juin 2011		
28/06/2011	Précipitations abondantes	Brabant flamand (1 commune) Liège (2 communes)
Août 2011		
18/08/2011	Précipitations abondantes	Limbourg (1 commune) Brabant wallon (1 commune) Anvers (1 commune)
Mars 2012		
5/03/2012	Précipitations abondantes	Flandre-Occidentale (26 communes)
Mai 2012		
10/05/2012	Tourbillon de vent Desteldonk-Zaffelare	Flandre-Orientale (2 communes)
20/05/2012	Précipitations abondantes	Toute la Belgique
29/05/2012	Précipitations abondantes	Brabant wallon (9 communes) Limbourg (4 communes)
Juin 2012		
7/06/2012	Tourbillon de vent Tongeren -Hoeselt -Zutendaal	Limbourg (3 communes)
11/06/2012	Précipitations abondantes	Brabant wallon (1 commune)
12/06/2012	Précipitations abondantes	Flandre-Orientale (10 communes) Flandre-Occidentale (9 communes) Limbourg (1 commune) Liège (1 commune)
12/06/2012	Conseils supplémentaires sur les précipitations	Liège (1 commune)
18/06/2012	Tourbillon de vent Maaseik	Limbourg (1 commune)
Juillet 2012		
05/07/2012	Conseils supplémentaires sur les précipitations	Anvers (4 communes)
5/07/2012	Conseils supplémentaires sur les précipitations	Namur (1 commune)
5/07/2012	précipitations abondantes + vent	Hainaut (1 commune)
4-8/07/2012	Précipitations abondantes	Flandre-Orientale (32 communes) Flandre-Occidentale (21 communes) Namur (5 communes)
14&15/07/2012	Précipitations abondantes	Flandre-Orientale (2 communes) Anvers (5 communes)
20/07/2012	Précipitations abondantes	Liège (1 commune)
27/07/2012	Tourbillon de vent Nassogne en Rouroy	Luxembourg (2 communes)
28/07/2012	Précipitations abondantes	Liège (13 communes)

11 LISTE DES ACRONYMES ET ABBRÉVIATIONS



ADCS: Système de Détermination de l'Attitude et de Contrôle

ALADIN: Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational

ALARO: version d'ALADIN à haute résolution

AUTODIF: Automatic DIFlux

BELSPO: Politique scientifique fédérale

CPG: Centre de Physique du Globe

ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

ELDW: European Lightning Detection Workshop

EPS: Ensemble Prediction System

ESA: Agence Spatiale Européenne

ETP: Equivalent Temps Plein

EUCLID: European Cooperation for Lightning Detection

EUMETNET: EUropean METeorological NETwork

EUMETSAT: EUropean METeorological SATellites

EVMOS: Error-in-Variables Model Output Statistics

GERB: Geostationary Earth Radiation Budget

GIEC: Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GLAMEPS: Grand Limited Area model Ensemble Prediction System

GNSS: Global Navigation Satellite System

GSTP: General support technology programme

HIRLAM: High Resolution Limited Area Model

IASB: Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique

INCA-be: Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis

INDRA: INtegrated Rmi Alert system

IRM: Institut Royal Météorologique

KULeuven: Université Catholique de Louvain

MDK: Maritieme Dienstverlening en Kust

MSG: Meteosat Second Generation

NAO: Oscillation Nord-Atlantique

NWP: Numerical Weather Prediction

OMS: Station météorologique Océanographique/ Oceanografisch Meteorologisch Station

OPERA: OPERational RAdars

ORB: Observatoire Royal de Belgique

RBC: Région de Bruxelles-Capitale

SAF: Satellite Application Facilities

SAFIR: Système d'Alerte Fourdre par Interferometry Radioélectrique

SCHEME: modèle hydrologique pour l'étude des grands bassins belges (SCHElde et MEuse)

SEVIRI: Spinning Enhanced Visible Infra-Red Imager

SIMBA: Sun-Earth IMBAIance

STCE: Solar-Terrestrial Centre of Excellence un partenariat entre les 3 institutions du plateau d'Uccle (l'IRM, l'IASB, l'ORB)

SURFEX: SURface EXternalisé

TEB: Town Energy Balance

UHI: Urban Heat Island = îlot de chaleur urbain

URSI: Union Radio-Scientifique Internationale

VALOR: Strategy for Valorization of Research and Development

NOTES



Institut Royal
Météorologique
Avenue Circulaire 3
B-1180 Uccle

