

INSTITUT  
ROYAL  
MÉTÉOROLOGIQUE  
DE BELGIQUE

RAPPORT ANNUEL 2007





Le temps sera brumeux, avec des brouillards locaux et de nombreux nuages bas. Il y aura encore quelques éclaircies sur l'extrême est du pays. On notera également quelques légères pluies ou bruines à partir du centre vers l'est du pays. En Campine et surtout à l'est de Bruxelles, les températures oscilleront autour de zéro degré et les températures resteront négatives dans les Ardennes. C'est à ces endroits que les risques de pluie verglaçante seront les plus importants. Le vent soufflera légèrement de direction sud, sud-ouest.

<b>Avant-propos</b>	<b>7</b>
<b>Faits marquants en 2007</b>	<b>9</b>
1/ Contribution à la formation en météorologie	9
2/ L'OMM récompense une chercheuse de l'Université de Gand	9
3/ Solar Terrestrial Centre of Excellence (STCE)	9
<b>Amélioration des alertes terrestres et maritimes</b>	<b>11</b>
1/ <b>Contrôle de la qualité des alertes</b>	<b>11</b>
1/1 Prévisions et alertes relatives à de fortes précipitations	11
1/2 Prévisions et alertes relatives à des vents forts	12
1/3 Prévisions et alertes liées à de violents orages	13
1/4 Prévisions et alertes relatives à la neige et au verglas	15
2/ <b>Amélioration des alertes liées aux conditions météorologiques dangereuses</b>	<b>15</b>
2/1 Approche intégrée des erreurs liées aux situations initiales et à la modélisation	16
2/2 Développement d'un modèle aérien limité à haute résolution	16
2/3 La correction des prévisions via la technique MOS	18
2/4 Assimilation des données et contrôle de l'erreur	19
2/5 Système de prévisions globales des précipitations et de la probabilité de crues et d'inondations	19
2/6 Utilisation d'un Modèle de Transport Chimique	19
2/7 Profils ionosphériques	19
<b>Élargissement des connaissances relatives au climat</b>	<b>23</b>
1/ <b>Impact des changements climatiques sur les conditions hydrologiques extrêmes le long des rivières et des réseaux d'égouts</b>	<b>23</b>
2/ <b>Rayonnement solaire</b>	<b>23</b>
2/1 Mesure du réchauffement net via les instruments GERB	23
2/2 Mesure de l'irradiation solaire incidente à partir de l'espace	25
3/ <b>Une climatologie éolienne pour la Belgique</b>	<b>26</b>
4/ <b>Contrôle de la modélisation des aérosols via GEMS</b>	<b>26</b>
5/ <b>Analyse de la série chronologique des sondages d'ozone</b>	<b>28</b>
6/ <b>Analyse des observations de vapeurs d'eau</b>	<b>28</b>
7/ <b>Estimation de l'évapotranspiration</b>	<b>29</b>
8/ <b>Magnétisme ambiant</b>	<b>31</b>
<b>Des systèmes d'observation plus nombreux et de meilleure qualité</b>	<b>35</b>
1/ <b>Réseau de stations météorologiques automatiques</b>	<b>35</b>
2/ <b>Amélioration des mesures de précipitations effectuées par des radars météorologiques</b>	<b>36</b>
3/ <b>Hydrologie SAF</b>	<b>36</b>
4/ <b>Les caméras météorologiques</b>	<b>37</b>
5/ <b>Enregistrement du champ géomagnétique</b>	<b>37</b>
6/ <b>Mesures des irradiations à partir de l'espace</b>	<b>38</b>
<b>Amélioration et élargissement des groupes d'utilisateurs des prestations de services</b>	<b>41</b>
1/ <b>Site Web entièrement rénové</b>	<b>41</b>
2/ <b>Un nouveau site Web traitant des conditions météorologiques extrêmes en Europe</b>	<b>41</b>
3/ <b>Le bulletin météorologique à distance de l'IRM</b>	<b>42</b>
4/ <b>Le projet TELECLIM et le Fonds des Calamités</b>	<b>43</b>
5/ <b>La nouvelle banque de données des Ressources Humaines</b>	<b>44</b>
6/ <b>Accès facilité aux informations</b>	<b>44</b>
6/1 Amélioration de l'infrastructure informatique	44
6/2 GERB	44
6/3 Exploitation des observations radar	46
6/4 Journées portes ouvertes d'octobre 2007	46

<b>Contributions au rayonnement international de la Belgique</b>	<b>49</b>
1/ Réunion du comité central de l'action COST	49
2/ Journée de rencontre bilatérale consacrée au « changements climatiques et scénarios climatiques » IRM-KNMI du 12 octobre 2007	50
3/ Réunion du Steering Group « Land Surface Analysis » à l'IRM les 22 et 23 février 2007	50
4/ Réunion de validation des produits liés aux précipitations et de validation hydrologique des produits du projet H-SAF	51
5/ Le rôle de l'IRM dans le cadre de la collaboration internationale Aladin	52
6/ EUMETNET / OPERA	52
7/ INTERLATAM	52
8/ Projet ESA / Flysafe	53
<b>Modernisation de la gestion</b>	<b>55</b>
1/ Application du nouveau 'Common Assessment Framework'	55
2/ Consolidation de la stratégie d'innovation	55
3/ Amélioration et extension du 'managment information system'	55
4/ Bien-être du personnel : sécurité et prévention	56
5/ Instauration d'une comptabilité analytique	56
<b>Aperçu climatologique 2007</b>	<b>59</b>
1/ Des records de température ont une nouvelle fois été battus	59
<b>Comité Scientifique, Commission de Gestion et Commission de Recrutement et de Promotion de l'IRM et Comité Directeur</b>	<b>65</b>
1/ Comité Scientifique	65
2/ Commission de Gestion	65
3/ Commission de Recrutement et de Promotion	65
4/ Comité Directeur	65
<b>Publications scientifiques et Conférences</b>	<b>66</b>
1/ Publications avec comité de lecture	66
2/ Proceedings	67
3/ Rapports internes et externes	68
4/ Résumés des conférences et affiches	69
5/ Conférences et affiches sans résumé	70
6/ Livres	72
7/ Thèses en vue de l'obtention du grade de docteur	72
8/ Avis pour le Fonds des Calamités	72
<b>Liste des acronymes et des abréviations</b>	<b>74</b>



**IRM - INSTITUT ROYAL MÉTÉOROLOGIQUE DE BELGIQUE**

AVENUE CIRCULAIRE, 3B-1180 BRUXELLES

tel : 32 (0) 2.373.0508

fax : 32 (0) 2.375.1259

**Éditeur responsable** : Dr H. Malcorps ISSN/1377-2406

Concept et mise en pages :  **CIBE asbl** communication sur mesure du secteur public



## Avant-propos

En 2007, l'Institut Royal Météorologique a poursuivi le déploiement de son programme-cadre et de son plan de management 2006-2011 par lequel l'Institut vise quatre objectifs stratégiques :

- offrir davantage de sécurité grâce à l'extension des connaissances relatives au temps, au climat, au champ géomagnétique et à l'ionosphère ;
- améliorer et élargir les produits et services météorologiques destinés aux différents groupes d'utilisateurs ;
- contribuer au rayonnement international de la Belgique ;
- moderniser sa gestion.

Pour améliorer la sécurité, l'Institut a bénéficié, au cours de l'année 2007, d'une **augmentation importante de sa dotation**, conformément à la décision prise en 2006 par le gouvernement. L'Institut a ainsi pu lancer divers projets permettant de mieux avertir de l'existence de conditions météorologiques dangereuses. L'IRM peut ainsi jouer un rôle encore plus important au sein des équipes internationales actives dans ce domaine et consolider sa réputation bien au-delà des frontières. L'amélioration de ces alertes renforcera non seulement la sécurité de la population mais contribuera également à limiter les dégâts matériels en cas de **conditions météorologiques dangereuses**.

Pour un pays tel que la Belgique et selon les sociétés de réassurance, le total des dégâts provoqués par des phénomènes météorologiques peut atteindre près de 2 % de l'ensemble de la production nationale, soit **7 milliards d'euros par an**. Si on réduit ces dégâts de 1 %, on peut donc économiser 70 millions d'euros, soit sept fois le budget de l'IRM.

La surveillance de la **qualité des alertes** constitue, en plus de la recherche, un maillon essentiel du processus d'amélioration. Le contrôle des prévisions météorologiques représente une tâche complexe n'échappant pas toujours à un certain degré de subjectivité. L'Institut y consacre pourtant de plus en plus d'attention, notamment pour des paramètres susceptibles de provoquer des dégâts importants, par exemple, les vents forts, les orages et les pluies diluviennes.

La réalisation plus précise d'un **modèle météorologique numérique à mailles fines** s'est poursuivie et a permis de proposer des prévisions plus réalistes des champs de précipitations jusqu'à 48 heures à l'avance. L'introduction de prévisions numériques probabilistes permet par ailleurs d'évaluer jusqu'à 10 à 15 jours à l'avance les risques de voir le débit des rivières dépasser un certain seuil susceptible d'entraîner **des problèmes liés à la montée des eaux**. Dans ce domaine, l'IRM travaille en étroite collaboration avec les régions, cela se traduisant, par exemple, concrètement par le système de prévision des inondations de la Vlaamse Milieumaatschappij.

Dans le cadre de l'étude sur le **changement climatique** et grâce à l'augmentation de sa dotation, l'Institut a également pu consolider son rôle de leader international en matière d'étude du bilan énergétique de la terre, de la couche d'ozone atmosphérique et des particules fines.

Grâce aux moyens supplémentaires disponibles, l'IRM a également pu préparer l'arrivée des satellites de navigation **Galileo**. La fiabilité des positionnements géographiques à l'aide de satellites de navigation peut avoir d'importantes conséquences sur la sécurité des usagers. Les signaux satellites sont en effet influencés par les vapeurs d'eau se trouvant dans l'atmosphère ainsi que par les propriétés de l'ionosphère et du champ terrestre ou géomagnétique – autant de disciplines pour lesquelles l'IRM bénéficie d'une expérience longue de plusieurs décennies.

L'IRM a pu mener à bien plusieurs de ces projets uniquement grâce au soutien de la Loterie Nationale. Celle-ci a, par exemple, financé les instruments d'observation destinés à l'étude du changement climatique et l'infrastructure informatique destinée au développement de modèles météorologiques à mailles fines.

Lorsqu'on observe les réalisations de l'IRM, on ne peut que constater la rentabilité toute particulière pour l'ensemble de la société des investissements en matière de recherche et de développement dans le secteur de la météorologie. Ceux-ci ont notamment permis de limiter de sérieux risques pour les personnes et d'importants dommages matériels. Par comparaison, les bénéfices tirés de la commercialisation de produits météorologiques s'avèrent négligeables et la **valeur d'utilité publique** d'autant plus grande.

H.Malcorps



Temps très nuageux. Une zone de précipitations traverse actuellement la partie occidentale du pays, les premières précipitations ayant déjà atteint le centre. Il s'agira généralement d'un mélange de pluie et de neige fondante. Au sud du pays, on notera quelques flocons de neige. Températures oscillant entre -2 dans les Ardennes et 1 à 2 degré(s) ailleurs. Vent modéré à l'intérieur du pays à relativement fort à la côte en provenance du sud.

**ILLUSTRATION 1.1.** *De gauche à droite : le Dr Henri Malcorps, directeur général de l'IRM, Monsieur Michel Jarraud, secrétaire général de la WMO, le Dr Gabriëlle De Lannoy, lauréate du prix WMO des Jeunes Chercheurs et le Prof. Dr Paul Van Cauwenberge, recteur de l'Université de Gand.*



## Faits marquants en 2007

### 1/ Contribution à la formation en météorologie

Début octobre 2007, l'Université de Gand a ouvert une nouvelle formation de type post-graduat en *Meteorology and Numerical Weather Prediction*. Cette formation est organisée en étroite collaboration avec l'IRM. Plusieurs chercheurs de l'IRM y dispensent en effet les cours suivants : « Dynamic Meteorology », « Numerical Techniques » et « Predictability ». Les matières « Numerical Weather Prediction » et « Data Assimilation » sont par ailleurs dispensées par des scientifiques d'envergure internationale invités par l'IRM.

### 2/ L'OMM récompense une chercheuse de l'Université de Gand

Notre pays peut s'enorgueillir de l'attribution en 2007 du prestigieux prix World Meteorological Organization (WMO) pour jeunes chercheurs à Gabriëlle De Lannoy, assistante au sein du groupe spécialisé en gestion des eaux et forêts de l'Université de Gand. Il s'agit là pour la Belgique d'un événement rarissime, qui ne s'est présenté jusqu'à présent qu'une seule fois, lorsque le Dr Alfred Quinet a été récompensé en 1974.

À l'occasion de cet événement mémorable, une cérémonie officielle a eu lieu le 5 novembre 2007 dans la salle de conférence de l'IRM, en présence de Michel Jarraud, secrétaire général de l'OMM et du Prof. Dr Paul Van Cauwenberge, recteur de l'Université de Gand (voir illustration 1.1).

### 3/ Solar Terrestrial Centre of Excellence (STCE)

C'est en 2007 qu'a démarré le nouvel accord de coopération « Solar Terrestrial Centre of Excellence » (STCE). Celui-ci réunit plus étroitement les trois institutions scientifiques fédérales implantées à Uccle – en l'occurrence l'IRM, l'Observatoire Royal de Belgique et l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB). Les thèmes centraux sont l'espace et l'étude du soleil, des domaines dans lesquels ces trois instituts ont acquis une excellente réputation.

Les thèmes couverts par l'IRM dans le cadre de ce STCE sont les suivants :

- l'influence des changements à long terme de la quantité de rayonnement solaire sur le climat terrestre ;
- l'influence de la pollution de l'air sur le climat terrestre ;
- l'étude de l'ionosphère via des satellites de navigation (GPS et Galileo).

L'inauguration du STCE a été mise en évidence lors des journées portes ouvertes des 5 et 6 octobre 2007. Ces journées portes ouvertes ont par ailleurs coïncidé avec le 50e anniversaire de la conquête spatiale, lors du lancement du tout premier satellite : le Spoutnik.



Temps très nuageux sur l'ensemble du pays, avec brumes locales. Températures comprises entre -1 à +2 degré(s) au sud de la Sambre et de la Meuse, entre 3 à 5 degrés au centre du pays, et entre 6 à 7 degrés à la côte. Vent faible à modéré du sud-ouest.

# Amélioration des alertes terrestres et maritimes

## 1/ Contrôle de la qualité des alertes

L'une des principales tâches de l'IRM consiste à améliorer la sécurité de la population et une de ses contributions majeures consiste à améliorer les alertes terrestres et maritimes. La qualité des bulletins météorologiques et la fiabilité des alertes peuvent être évaluées en comparant les alertes pour conditions météorologiques dangereuses (fortes précipitations, fortes rafales de vent, violents orages, neige et verglas) aux conditions météorologiques réellement observées.

### 1/1 Prévisions et alertes relatives à de fortes précipitations

En cas de précipitations intenses et abondantes, le ministère de l'Intérieur demande conseil à l'IRM concernant le caractère éventuellement exceptionnel du phénomène concerné. C'est sur la base de cet avis et des dommages constatés sur le terrain qu'on décide de l'intervention éventuelle du Fonds des Calamités. En 2007, l'IRM a analysé tous les cas pour lesquels son avis a été sollicité en termes de prévisions, d'alertes et de cartes d'observation des précipitations.

S'il est intéressant de savoir si les prévisionnistes ont bien et bien annoncé des conditions météorologiques potentiellement dangereuses ; il est tout aussi utile d'évaluer de façon plus détaillée les situations ayant fait l'objet de prévisions moins précises.

Pour l'analyse des prévisions de fortes précipitations, l'IRM fait appel à deux catégories :

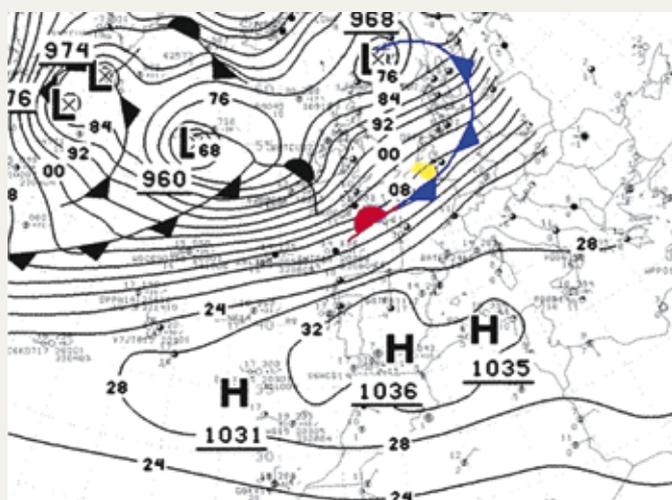
- tous les événements ayant entraîné des dommages et pour lesquels un avis avait été demandé à l'IRM ;
- les événements étudiés par le ministère de l'Intérieur en vue d'une intervention du Fonds des Calamités sur avis de l'IRM.

Le tableau 2.1 montre les pourcentages correspondant aux deux catégories de dégâts susmentionnées. Les chiffres démontrent que l'IRM avait correctement prévu près de 85 % des fortes précipitations susceptibles d'entraîner des dégâts.

**TABLEAU 2.1.** Aperçu des alertes pour les 18 jours de l'année 2007 où de fortes précipitations ont entraîné des dégâts importants ou relativement importants dans notre pays.

	Nombre de cas étudiés	Nombre de cas prévus par l'IRM	Nombre de prévisions correctes / alertes
Tous les cas ayant entraîné des dommages	18	15	83%
Cas étudiés dans le cadre du Fonds des Calamités (dommages les plus importants)	11	11	100%

**ILLUSTRATION 2.1.** Le 18 janvier, un front ondulant (rouge et bleu) s'est déplacé entre une zone de basse pression (L) au nord et une zone de haute pression (H) au sud, et a touché le sud ainsi que l'est de la Belgique (jaune). Sur l'illustration, la pression atmosphérique réduite au niveau de la mer à 00 UT est exprimée en hPa (ou mb).



Notons qu'en 2007, il y a eu relativement peu de périodes de fortes précipitations entraînant des dégâts (seulement 18 cas en 2007, contre 21 en 2005 et 24 en 2006).

La dernière colonne de chiffres démontre que l'IRM avait lancé une alerte pour tous les cas étudiés par le Fonds des Calamités. En ce qui concerne les trois cas non prévus de la ligne supérieure, il convient de préciser ce qui suit :

- On a enregistré en janvier une situation difficilement prévisible, à savoir un front ondulant sur la Wallonie (voir illustration 2.1). Il est tombé à certains endroits entre 60 et 70 mm de pluie en 24 heures dans le sud du pays.
- Début juin, les prévisions générales ont fait état d'un risque de fortes précipitations et d'orages mais aucune alerte spécifique n'a été déclenchée.
- Fin juin, une alerte de fortes précipitations a été émise mais cet avis n'englobait pas la région ayant subi des dégâts.

### 1/2 Prévisions et alertes relatives à des vents forts

Tout comme l'an dernier, nous avons été relativement épargnés en 2007 par les tempêtes hivernales. Les vents les plus forts ont été enregistrés le 18 janvier pendant le passage de la tempête Kyrill qui a occasionné d'importants dégâts en Europe Occidentale. En Belgique, Kyrill a atteint des vitesses de 126 km/h à la côte et de 119 km/h à l'intérieur des terres. Cette tempête avait été parfaitement prévue, avec un écart inférieur à 10 km/h et une alerte de vent fort avait été émise.

Tout comme les années précédentes, on a distingué deux situations :

- Les situations associées à de larges et profondes dépressions de tempête, pour lesquelles il existe des méthodes bien définies permettant de prévoir et de quantifier les rafales de vent maximales. Ces situations se présentent surtout en hiver.
- Les situations associées à des évolutions orageuses à échelle nettement moindre, pour lesquelles il s'avère nettement plus difficile, voire impossible, de prévoir les rafales de vent maximales. Dans ce cas, on avertit de la possibilité de rafales ou de fortes rafales de vent, sans en préciser la force.



Le tableau 2.2 démontre clairement que pour les tempêtes hivernales, les vents ont été relativement bien prévus, avec, en général, des écarts inférieurs à 10 km/h. Les rafales maximales ont été légèrement surestimées. Les prévisions ont été relativement peu précises dans deux cas : le 11 janvier (surestimation d'environ 20 km/h) et le 7 décembre (sous-estimation d'environ 20 km/h). Pour toutes les situations ayant provoqué des dégâts dans notre pays, l'IRM avait émis un bulletin d'alerte.

Le printemps et l'été 2007 ont également été fortement marqués par de nombreuses périodes d'instabilité associées à des averses ou à des orages. Pendant ces périodes, ces phénomènes ont souvent provoqué des dégâts, occasionnés par le vent, qui ont parfois touché une grande partie du pays. Les 13 mai, 16 juin et 3 juillet, on a même enregistré à certains endroits du pays de véritables tornades.

L'IRM avait bien prévu ces situations en ce qui concerne les violents orages et les rafales de vent. Il avait émis des alertes pour chacune des situations ayant entraîné des dégâts.

On peut affirmer, en guise de conclusion, si on tient également compte des rafales de vent observées à la côte et à l'intérieur des terres, que l'écart moyen pour 2007 entre les vents prévus de plus de 80 km/h et les vents réellement observés, est légèrement inférieur à 10 %, un résultat stable par rapport à d'autres années.

### 1/3 Prévisions et alertes liées à de violents orages

Tout comme en 2006, le système de surveillance et d'alerte orageuse SAFIR a détecté en 2007 nettement moins de décharges de foudre qu'au cours de la moyenne des dix dernières années. En Belgique, cette moyenne oscille autour des 180 000 décharges. En 2007, nous n'en avons enregistré que 105 000, soit le chiffre le plus bas depuis 1999. Au cours de l'année record 2002, 266 000 décharges avaient été enregistrées.

Une journée orageuse se voit attribuer l'étiquette « importante » lorsqu'on dénombre au moins 5000 décharges. Le risque de dégâts dispersés est alors important et il est vraiment souhaitable d'émettre une alerte spécifique, de préférence avec le code de couleur orange (fortes averses orageuses dispersées). Le tableau 2.3 illustre ces journées orageuses en 2007.

**TABLEAU 2.2.** Aperçu des prévisions et des alertes pour les 12 jours de l'année 2007 ayant enregistré les plus fortes rafales de vent.

Date	Rafale de vent maximale relevée dans le pays (km/h)	Rafale de vent maximale prévue (km/h)	Dégâts
01/01	97	100	Dispersés
08/01	76	80	/
11/01	97	120	Dispersés
18/01	126	130	Dispersés
21/01	101	100	Locaux
03/03	104	110	Dispersés
18/03	86	85	Locaux
08/11	76	85	Locaux
09/11	97	90	Dispersés
02/12	101	110	Dispersés
07/12	108	90	Dispersés
08/12	76	80	/

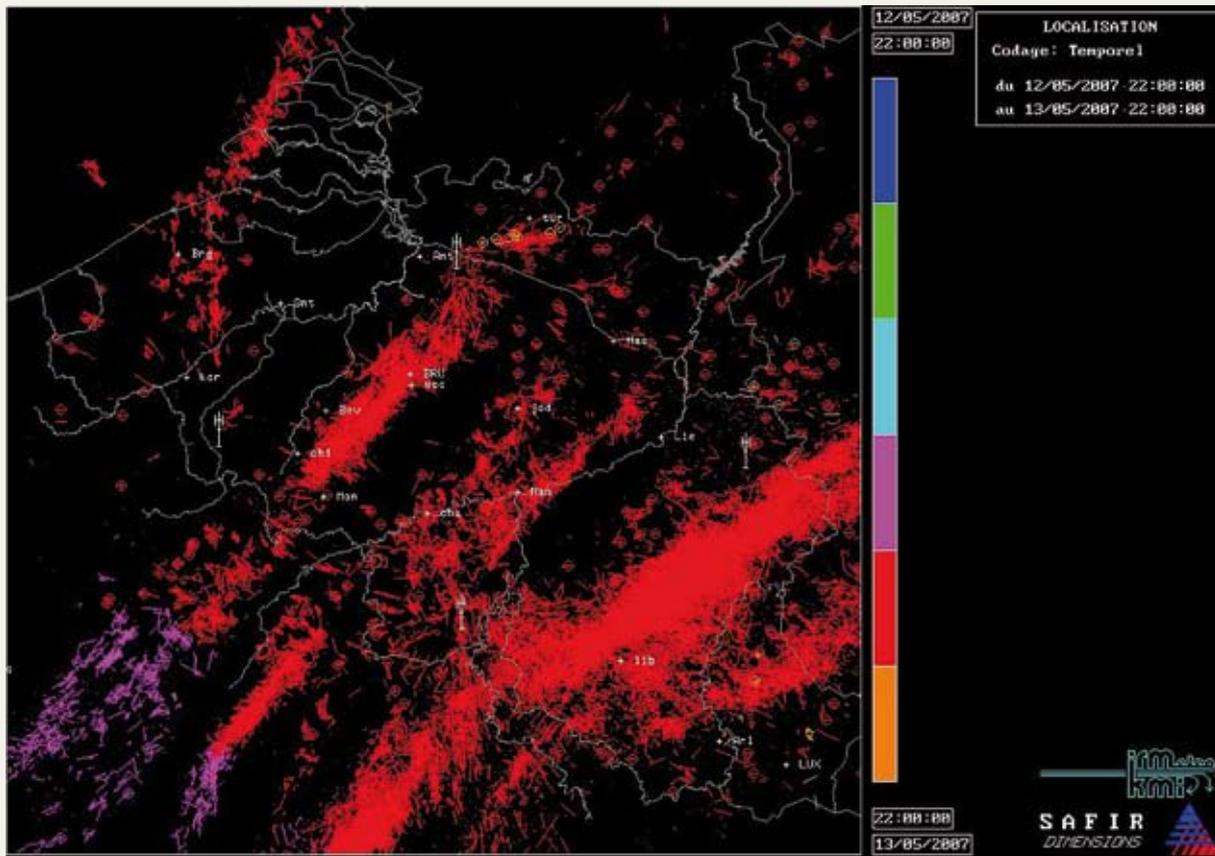
**TABLEAU 2.3.** Dates des périodes orageuses les plus importantes en 2007. Le nombre total de décharges électriques a été comptabilisé via le système SAFIR détectant l'activité électrique dans l'atmosphère.

Date	Nombre de décharges
13 mai	14.124
25 mai	8.012
8 juin	21.131
9 juin	9.869
10 juin	5.734
16 juillet	5.589
20 juillet	8.519

Pour ces 7 journées orageuses, l'IRM a systématiquement émis une alerte de couleur orange en temps voulu. On peut qualifier le 8 juin de journée vraiment très orageuse avec plus de 21 000 décharges. Ce chiffre reste toutefois bien en deçà de celui enregistré lors de la journée record de ces 10 dernières années, à savoir les 69 200 décharges détectées le 29 juin 2005. Notons par ailleurs qu'après le 20 juillet, il n'y a plus eu de violents orages, un fait assez remarquable dans la mesure où le mois d'août (le mois le plus actif en termes d'orages après les mois de juin et de juillet) et dans une moindre mesure, celui de septembre, enregistrent normalement pas mal de fortes averses orageuses. En 2007, nous avons dénombré en août à peine 600 décharges alors qu'il y en a en moyenne plus de 40 000.

Parfois, les foyers orageux restent limités en volume tout en occasionnant des dégâts locaux importants. Il est par ailleurs possible qu'un vaste système orageux effleure notre pays et ne dévaste que l'une de ses extrémités. De tels cas, difficilement prévisibles, sont survenus le 11 juin (2461 décharges) et le 14 juin (1966 décharges). Ici encore, une alerte avait été lancée. Dans le premier cas, elle était de couleur jaune (orages locaux mais pouvant être violents) et dans le deuxième cas, de couleur orange.

**ILLUSTRATION 2.2.** *Le 13 mai, dans l'après-midi et durant la soirée, plusieurs fortes averses orageuses ont traversé notre pays en direction du nord-est. Notez ici le caractère local des orages. L'illustration montre la répartition du nombre de décharges pour 6 périodes de 4 heures comprises entre 22h00 UT le 12 mai et 22h00 UT le 13 mai.*



## 1/4 Prévisions et alertes relatives à la neige et au verglas

### NEIGE

En 2007, les principales périodes neigeuses ont été correctement prévues. Le tableau 2.4 compare les résultats entre les observations et les alertes émises.

En janvier, il y a eu 2 jours de neige significatifs (>2 cm). Dans les deux cas, la neige avait bien été prévue. Nous avons également émis une alerte, à tort, pour le 26 janvier.

En février, il y a eu 3 jours de neige significatifs (>2 cm). La neige avait été relativement bien prévue. Le 6 février, nous avons prévu de la neige dans les Ardennes mais il n'est tombé 5 cm de neige que dans la région anversoise. Les chutes de neige des 7 et 8 février avaient été correctement prévues.

Il y a eu en mars 3 jours de neige significatifs (>2 cm). Des chutes de neige moyennes (>10 cm) ont eu lieu dans les Ardennes le 22 mars. La neige avait bien été prévue mais la moyenne de neige tombée le 22 mars a été sous-estimée.

### VERGLAS

Il n'y a pas eu en 2007 d'importantes périodes de verglas. En novembre et décembre, quelques alertes ont été émises concernant des risques locaux de verglas dans les Ardennes. Lors de l'une de ces alertes, une station d'observation de cette région a effectivement fait état de verglas. Pour l'IRM, il n'existe que peu d'observations de ces paramètres, surtout dans les Ardennes. C'est pourquoi nous prendrons contact avec les services régionaux chargés de la surveillance de l'état du réseau routier afin de tenter d'améliorer à l'avenir les observations liées au verglas.

## 2/ Amélioration des alertes liées aux conditions météorologiques dangereuses

Les décisions prises par le Conseil des Ministres du 22 mars 2006 ont permis à l'IRM de mener des recherches complémentaires destinées à améliorer les prévisions de conditions météorologiques extrêmes qui provoquent régulièrement des dégâts importants dans notre pays. Actuellement, l'Institut mène une recherche dans le domaine de la prévision numérique des pluies abondantes et intenses et de la prévision des inondations.

**TABLEAU 2.4.** Aperçu des observations et des alertes pour les journées 2007 au cours desquelles les chutes de neige ont engendré une couche de neige superficielle de minimum 2 cm d'épaisseur. Les alertes « jaunes » lancés sur le site Web de l'IRM font référence aux prévisions d'une épaisseur de couche neigeuse comprise entre 2 et 10 cm et les « orange » à une épaisseur d'au moins 10 cm.

	Observations	Alertes
Tous les cas (minimum 2 cm)	7 (entre 2 et 10 cm)	6 jaunes
	1 (plus de 10 cm)	1 jaune
Cas orange (minimum 10 cm)	1	0
Bulletin météo entièrement correct		6
Alertes jaunes justifiées		6
Alertes orange justifiées		0
Alertes injustifiées		1
Hauteur de neige manquée	orange	1 (jaune)

## 2/1 Approche intégrée des erreurs liées aux situations initiales et à la modélisation

De façon générale, les erreurs relatives aux situations initiales et les incertitudes propres à la modélisation sont conjointement présentes dans les prévisions météorologiques. Cette constatation remonte aux premières prévisions météorologiques et a été quantifiée par le biais d'analyses empiriques de la multiplication des erreurs dans des modèles de prévisions opérationnels. Aucune théorie n'a toutefois encore été élaborée en ce qui concerne les effets éventuels du lien existant entre l'erreur initiale et l'erreur de modélisation.

On note ainsi quelques surprises concernant le lien entre ces deux types d'erreurs, ce qui permet de jeter les bases d'une théorie uniforme de multiplication des erreurs sur des périodes courtes et moyennes. Apparemment, l'erreur minimale présente dans ce que l'on appelle les systèmes dissipatifs, notamment les modèles atmosphériques, se déplacera vers les périodes courtes en présence d'une erreur de modélisation, pour autant qu'il n'existe aucune erreur initiale systématique. En cas d'erreur initiale systématique, un éventail beaucoup plus large de comportements peut toutefois se manifester, avec un déplacement du minimum vers des périodes plus grandes si l'erreur de modélisation augmente et que le minimum s'approfondit. Ces résultats ont été obtenus avec différents systèmes illustrant la dynamique atmosphérique.

## 2/2 Développement d'un modèle aérien limité à haute résolution

Le projet Alaro-0 est un projet de collaboration internationale au sein du groupe ALADIN, visant à améliorer à court terme les prévisions météorologiques opérationnelles numériques en augmentant la résolution horizontale (de façon à ce que les phénomènes extrêmes, p. ex. les précipitations abondantes et intenses - voir point 2.1.4 - puissent être mieux représentés et à ce que les phénomènes physiques puissent être illustrés de manière plus détaillée (paramétrisations).

**Un modèle prévisionnel numérique du temps fait appel aux lois de la dynamique des fluides pour calculer l'évolution des variables météorologiques moyennes (pression, température, vent, teneur en eau sous diverses formes) à la surface de ses résolutions. Les phénomènes affichant une envergure inférieure aux résolutions peuvent avoir un impact important sur cette évolution et sont traités par des « paramétrisations physiques » estimant cet impact à partir de certaines hypothèses statistiques relatives à la variabilité sous-maillée.**

**Le modèle réalise les calculs à partir d'une situation moyenne dans un intervalle de temps défini appelé « pas temporel » du modèle. Plus les résolutions sont petites, plus il faudra couvrir le même territoire et plus le pas temporel devra être court. Dans ce cas, certains phénomènes (surtout au niveau des nuages) n'atteignent pas leur équilibre dans un seul pas temporel et il faut donc retenir un pas temporel et faire évoluer les variables décrivant ces pas temporels (« pas temporels prévisionnels ») d'un pas à l'autre. Tous ces facteurs augmentent considérablement la charge de calcul.**

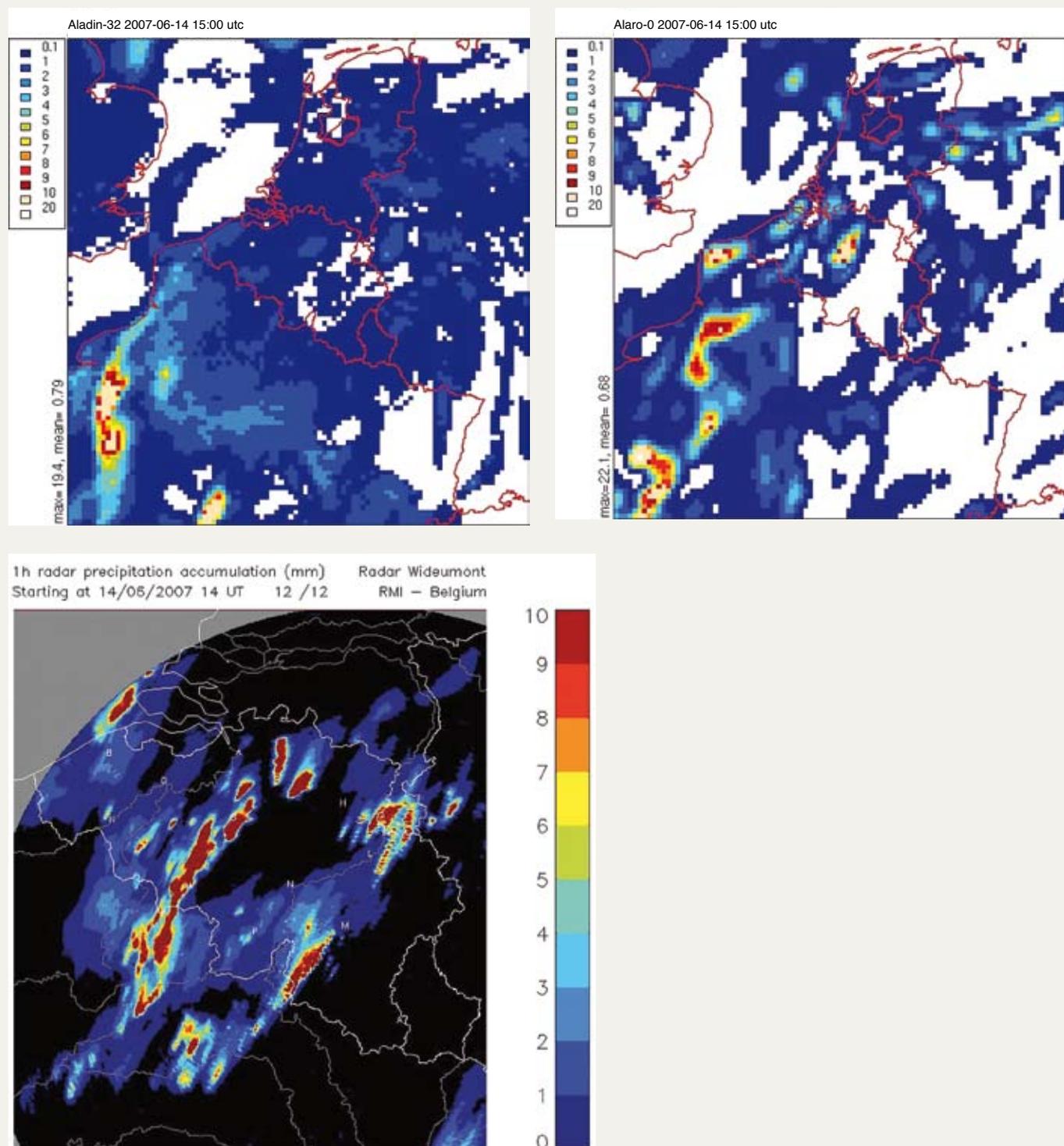
Le modèle ALADIN utilisé par l'IRM fait généralement appel à des résolutions de 7 km. Alaro-0 peut également fonctionner avec des résolutions comprises entre 2 et 5 km, comparables au volume des cellules orageuses. Autrefois, l'accès à ces résolutions posait un problème extrêmement délicat pour les modélisateurs et il a notamment été rendu possible grâce aux recherches de l'IRM.

Les paramétrisations Alaro-0 reprennent diverses variables prévisionnelles (voir cadre), ce qui permet d'utiliser les pas temporels plus courts nécessaires pour assurer une haute résolution et améliorer sensiblement la représentation du cycle des nuages, de même que la structure et l'évolution des précipitations par modèle.

D'importants efforts de recherche ont été consentis en 2007 grâce à un accord de collaboration entre l'IRM, l'Institut Hydrométéorologique de la République Tchèque et l'équipe internationale ALADIN afin d'affiner le comportement du système Alaro-0. Fin 2007, les scores prévisionnels d'Alaro-0 obtenus avec des résolutions normales comprises entre 7 et 10 km ont été jugés au moins aussi corrects que ceux d'ALADIN et ont en outre permis de reproduire des champs de précipitations plus réalistes. La validation à des résolutions supérieures sera terminée en 2008 et la production opérationnelle des prévisions à 4 km avec Alaro-0 est prévue à l'IRM et dans d'autres pays du consortium ALADIN dans le courant de l'année 2008.



**ILLUSTRATION 2.3.** Cumul de précipitations pendant 1 heure (en mm) le 14 juin 2007. ALADIN opérationnel (à gauche), Alaro-0 (à droite) et observation radar (au dessous).



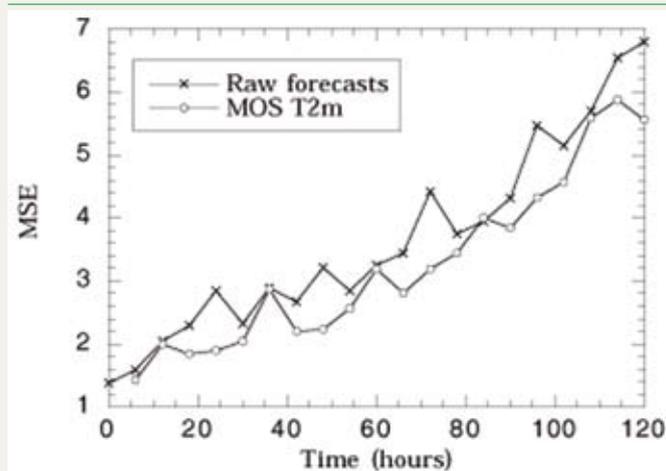
### 2/3 La correction des prévisions via la technique MOS

Un des principaux problèmes en matière de prévisions météorologiques est leur dégradation progressive, ce qui les rend inutilisables, à court ou à long terme. Plusieurs approches ont été envisagées afin de résoudre ce problème (amélioration de la situation de départ, amélioration du modèle, ...). Une d'entre elle consiste à corriger a posteriori les prévisions sur la base des informations statistiques issues des diverses prévisions. En anglais, cette approche est connue sous la dénomination MOS (Model Output Statistics). Dans ce contexte, de nombreuses techniques ont déjà été proposées mais l'approche ayant connu le plus de succès auprès des météorologues est l'approche linéaire reliant les prévisions du modèle utilisé aux observations. En 2006, nous avons étudié, de façon analytique, la capacité corrective de cette technique pour les erreurs liées aux situations initiales et aux erreurs de modélisation. Nous avons analysé de ce point de vue la correction dans le cadre d'un modèle chaotique de petite envergure. Nous avons constaté que la partie fortuite de l'erreur initiale pouvait difficilement être corrigée mais que l'erreur de modélisation et l'erreur systématique initiale pouvaient par contre parfaitement l'être, pour autant que l'on choisisse bien les éléments observables des modèles utilisés comme éléments de prévision. Les circonstances de ce choix ont également été discutées en lien avec les propriétés de l'erreur de modélisation.

En 2007, cette analyse a été élargie aux prévisions de l'ECMWF pour la Belgique. Nous avons ainsi pu démontrer l'apport des corrections fournies par la technique MOS au niveau de la température, également bien au sol qu'au-dessus du sol. Nous avons pu en conclure que l'erreur de modélisation ne jouait qu'un rôle restreint concernant la température au-dessus du sol mais qu'elle restait essentielle pour les températures au sol. Nous avons également été en mesure de fournir une explication physique à l'envergure de cette correction, en fonction du type d'erreur de modélisation attendu au sol sur le territoire belge. L'illustration 2.4 montre l'évolution de l'erreur quadratique moyenne pour la station d'Uccle avant et après correction via la technique MOS.

Nous avons par ailleurs présenté une nouvelle approche d'identification des variables statistiques adéquates lors de l'élaboration d'un système MOS. Cette étude a été effectuée dans le cadre du modèle ALADIN et ses résultats ont été implémentés de façon opérationnelle.

**ILLUSTRATION 2.4.** Erreur quadratique moyenne en fonction du temps pour la température relevée à 2 mètres. Les deux courbes illustrent l'erreur de prévision du modèle proprement dit (x) et l'erreur après correction MOS en utilisant la température relevée à 2 mètres qui avait été prévue en tant qu'élément de prévision par le modèle (o).



## 2/4 Assimilation des données et contrôle de l'erreur

Un des aspects essentiels des prévisions météorologiques réside dans le choix d'une situation de départ. Des techniques très sophistiquées, mieux connues sous l'appellation de « techniques d'assimilation des données » ont donc été conçues. Elles ne tiennent toutefois compte que de la manière très rudimentaire dont la présence des inévitables erreurs de modélisation est représentée. Nous nous sommes récemment attaqués à ce problème en développant un schéma d'assimilation séquentiel tenant compte de la nature déterministe des erreurs de modélisation et de leur dynamique et ce, dans le cadre de la récente enquête portant sur la dynamique de l'erreur de modélisation.

L'application de cette nouvelle approche à un système atmosphérique simple a permis de constater qu'elle était plus efficace que le même schéma recourant à l'hypothèse d'une erreur de modélisation de nature purement aléatoire.

## 2/5 Système de prévisions globales des précipitations et de la probabilité de crues et d'inondations

Une procédure automatique conçue dans le cadre du projet HEPDO (Hydrological Ensemble Predictions for the Demer and Ourthe) propose chaque jour, depuis le printemps 2005, des prévisions hydrologiques à moyen terme pour ces deux bassins fluviaux de test, la Demer et l'Ourthe. Ces prévisions hydrologiques reposent sur les résultats de l'Ensemble Prediction System (EPS) de l'ECMWF et indiquent la probabilité que le débit d'une rivière dépasse un seuil déterminé en un point donné. Ces prévisions peuvent contribuer à la création de systèmes d'alertes anticipées des crues. En 2007, nous avons poursuivi la validation des prévisions et les météorologistes ont ainsi pu disposer de cartes de probabilités de précipitations plus précises. En 2008, dans le cadre d'un nouveau projet, nous avons étudié de nouveaux développements, notamment l'application de cette méthodologie à l'ensemble des bassins fluviaux belges et la prolongation des prévisions de 10 à 15 jours, le tout étant financé par le budget du Conseil des Ministres du 22 mars 2006.

## 2/6 Utilisation d'un Modèle de Transport Chimique

Malgré l'amélioration de la qualité des modèles météorologiques haute résolution, les concentrations d'ozone restent encore et toujours très difficiles à prévoir correctement, même à court terme. Cela est surtout dû aux influences très locales associées à la production d'ozone, des facteurs tels que la densité de population et la température jouant ici un rôle essentiel. Afin d'évaluer l'influence des paramètres météorologiques sur la production de concentrations d'ozone, l'IRM a procédé, en collaboration avec IRCELINE, à une évaluation de l'influence des paramètres météorologiques sur la production d'ozone. On a pour cela adapté le jour +1 l'input des champs météorologiques tels que la densité de population, la température et la vitesse du vent avant de calculer les concentrations d'ozone à l'aide du Modèle de Transport Chimique (MTC). Il est ainsi apparu clairement que pour l'ozone, la densité de population et la température jouaient un rôle majeur en termes de prévisions correctes. Il est donc intéressant de connaître à l'avance l'influence d'une modification de ces paramètres afin de pouvoir estimer correctement la probabilité de dépassement du seuil d'alerte d'ozone.

Dans le cadre du projet PARHEALTH, on a installé un modèle prévisionnel sur 10 jours de l'ozone et des particules fines faisant appel aux prévisions à 10 jours de l'ECMWF. Le but était ici de vérifier dans quelle mesure des prévisions à 10 jours de paramètres météorologiques étaient encore utilisables après leur implémentation dans un MTC. Ce résultat permettra d'intervenir plus tôt en cas d'annonce d'un pic d'ozone ou de particules fines.

## 2/7 Profils ionosphériques

Les systèmes de navigation par satellite (GPS, GLONASS, Galileo), également appelés GNSS (Global Navigation Satellite Systems), occupent de nos jours une place de plus en plus importante dans divers secteurs économiques.

Les électrons libres de l'ionosphère de la terre exercent toutefois une grande influence sur la dispersion des ondes radio émises par les satellites. Cet effet, baptisé « erreur ionosphérique », reste la principale limite en matière de précision et surtout de fiabilité du GNSS. L'ionosphère est en effet un environnement évoluant de façon exceptionnelle en termes d'espace et de temps. Les modèles recourant au GNSS pour corriger l'erreur ionosphérique permettent de prévoir les « circonstances moyennes » de l'activité ionosphérique pour un lieu et un moment donnés mais ils ne sont pas adaptés à une forte activité ionosphérique, par exemple, celle liée à des perturbations

de la météorologie spatiale (tempêtes géomagnétiques, éruptions solaires, etc.). Ces effets concernent surtout les applications exigeant un haut degré de précision (à quelques centimètres près).

Une activité ionosphérique fortement perturbée peut engendrer, sans que l'utilisateur ne le sache, des erreurs de plusieurs décimètres, voire de plusieurs mètres au niveau de la position mesurée. L'erreur ionosphérique peut ainsi constituer une restriction importante en termes de fiabilité des applications de haute précision du GNSS. La notion de fiabilité jouera toutefois un rôle déterminant pour la conception du futur système de navigation européen Galileo qui a pour objectif d'offrir à tout moment à ses utilisateurs un niveau certifié de précision, surtout pour les applications critiques telles que l'aviation civile (par exemple, pour les atterrissages).

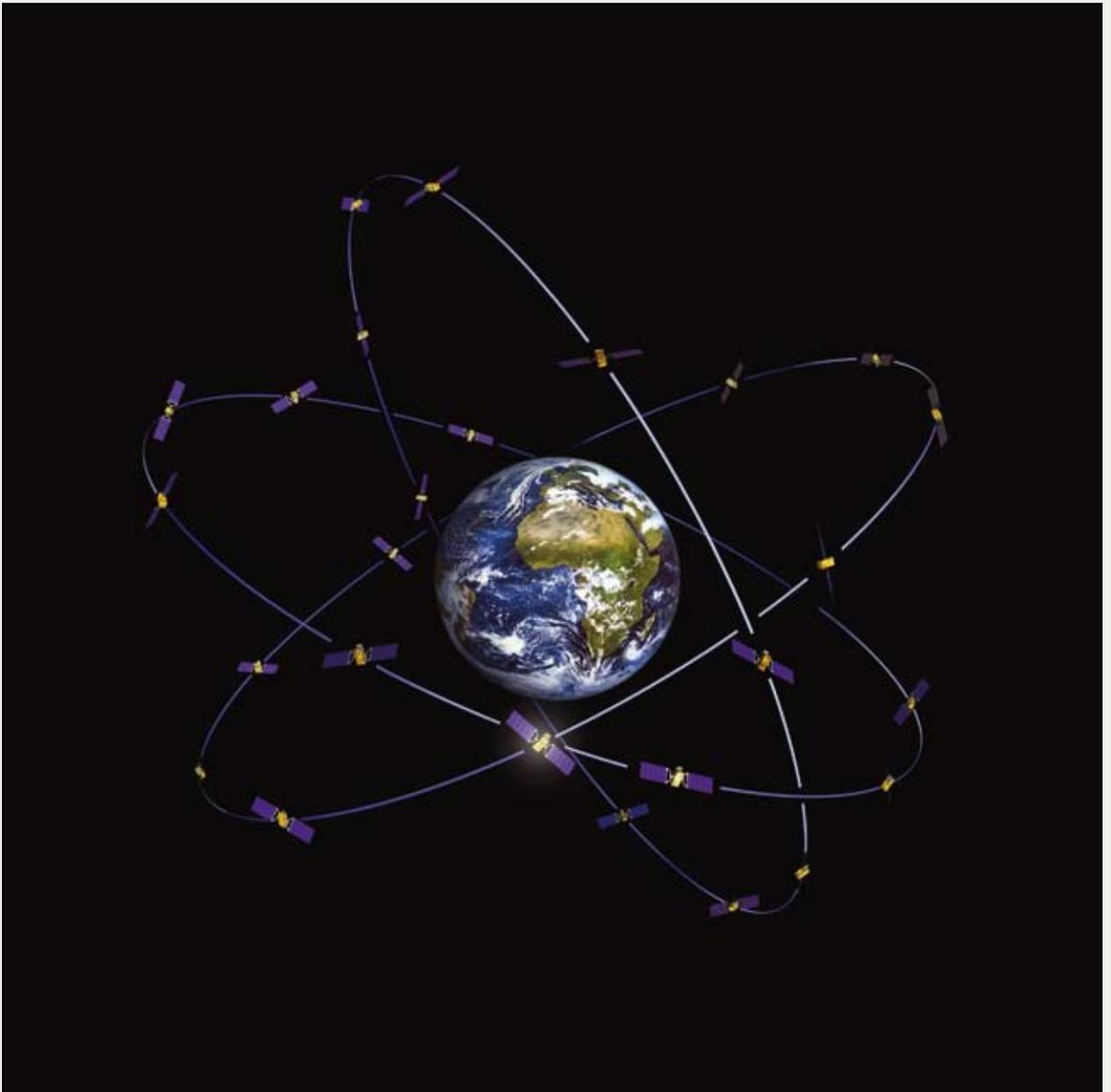
Depuis novembre 2006, l'IRM coordonne un projet de recherche baptisé GALOCAD (GALileo LOcal Component for the nowcasting and the forecasting of Atmospheric Disturbances) et portant sur l'intégrité des applications GNSS de haute précision. Ce projet est financé par la GNSS Supervising Authority, l'organe responsable du développement du système européen Galileo.

Le but de notre projet est de créer des produits et des services permettant d'informer les utilisateurs Galileo de l'influence de l'ionosphère sur leurs applications en :

- informant d'une part les utilisateurs en temps réel et de façon quantitative de l'erreur ionosphérique influençant leurs mesures de positionnement (essentiellement pour les applications de haute précision) ;
- prévoyant d'autre part la probabilité des circonstances ionosphériques défavorables pour un positionnement de haute précision dans les heures à venir.

Dans le cadre de ce projet, l'IRM a défini les différents types de perturbations ionosphériques susceptibles d'influer sur les applications de haute précision du GNSS. Pour le moment, nous développons également un programme de logiciel destiné à évaluer l'erreur de positionnement résultant de ces différents types de perturbations. Les premiers tests opérationnels seront réalisés en 2008.

**ILLUSTRATION 2.5.** *La constellation Galileo (source : ESA).*





On note déjà quelques éclaircies à la côte mais le temps restera généralement très nuageux ailleurs. Il pleuvra encore légèrement sur l'extrême est du pays mais il pourra également y avoir quelques très légères bruines locales. Les températures sont déjà comprises entre 6 et 7 degrés à la côte, où le vent souffle désormais de direction nord-ouest, entre 1 et 2 degré(s) à l'intérieur du pays et entre 0 et -2 dans les Ardennes. Au centre du pays, le vent de sud-ouest, généralement faible, soufflera encore.

# Élargissement des connaissances relatives au climat

## 1/ Impact des changements climatiques sur les conditions hydrologiques extrêmes le long des rivières et des réseaux d'égouts

C'est pour créer des scénarios de changement climatique au niveau de la Belgique, surtout dans l'optique des analyses de sensibilité des conditions hydrologiques extrêmes, que nous avons analysé, dans le cadre du projet CCI-HYDR (Climate Change Impact on HYDRrological extremes along rivers and urban drainage systems), des scénarios de changement climatique issus du projet européen PRUDENCE. Celui-ci a en effet procédé à une analyse détaillée de la sensibilité d'une dizaine de modèles climatiques régionaux européens (RCM) en matière d'augmentation des gaz à effet de serre. Ces modèles climatiques régionaux ont eux-mêmes été forcés par 5 modèles climatiques globaux appliquant 2 scénarios d'augmentation des gaz à effet de serre, tels que définis par l'IPCC. Les résultats de ces modèles sont disponibles sous forme de séries chronologiques quotidiennes. La résolution des données dans l'espace et dans le temps est donc sensiblement supérieure à celle des études précédentes de l'IRM.

Nous avons tout d'abord étudié les séries chronologiques de contrôle (période 1961-1990) pour la température et les précipitations en nous servant des observations de l'IRM d'Uccle en guise de référence. Il a pour cela fallu traiter tous les modèles pour leur point de grille le plus proche d'Uccle.

On a ensuite appliqué toute une série de tests statistiques afin d'estimer l'écart entre les données simulées et observées et détecter les simulations problématiques. Ces tests consistaient à calculer l'écart, l'erreur quadratique moyenne ainsi que la corrélation pour toutes les données disponibles. Le comportement des modèles lors d'événements météorologiques spécifiques a également été étudié. On a ensuite étudié les propriétés intrinsèques des séries simulées, notamment la tendance et la présence de points de modification de la moyenne. Les résultats ont été comparés au profil climatique d'Uccle obtenu à partir des observations.

Sur la proposition du comité de suivi des projets CCI-HYDR et ADAPT, nous avons commencé le traitement des données GCM (modèles climatiques globaux). Le but était de tenir compte d'un certain nombre de scénarios prévoyant de plus importants changements climatiques que ceux repris dans la base de données du projet européen PRUDENCE. La base de données GCM provient de l'IPCC.

Nous avons, pour terminer, élaboré les premières phases de généralisation de l'analyse précédente à l'ensemble de la Belgique, en matière de précipitations. Pour l'étude spatiale, les observations relatives aux précipitations ont dû être intégrées à la grille de chaque modèle RCM. Cette intégration servira de référence lors de l'évaluation du comportement de chaque modèle pour la Belgique.

## 2/ Rayonnement solaire

Le climat terrestre est déterminé par l'équilibre existant entre :

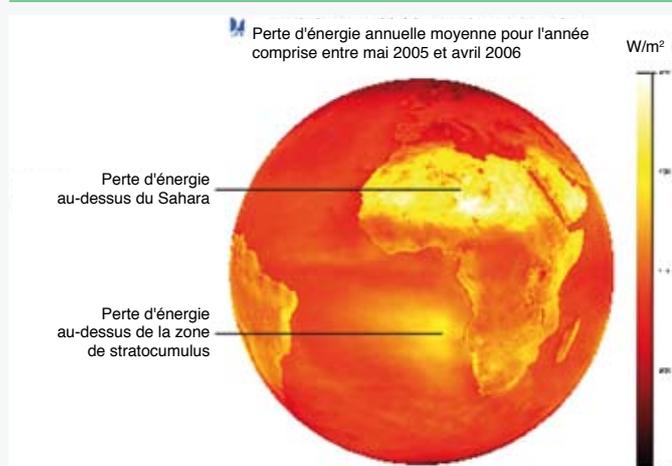
- l'irradiation solaire incidente qui assure un réchauffement de la terre ;
- l'irradiation solaire réfléchie qui réduit l'absorption de l'irradiation solaire et qui a donc un effet relativement refroidissant ;
- le rayonnement thermique émis vers l'espace sous forme de rayons infrarouges, ce qui a un effet refroidissant sur la terre.

L'IRM joue un rôle de premier plan au niveau mondial en matière de mesure du réchauffement de la planète. Le réchauffement net de la terre est mesuré par l'instrument européen GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) à partir des satellites Meteosat géostationnaires. L'IRM constitue le centre de traitement des données GERB. L'IRM est également une référence d'envergure mondiale en matière de mesure de l'irradiation solaire incidente à partir de l'espace. L'IRM construit pour cela ses propres instruments spatiaux.

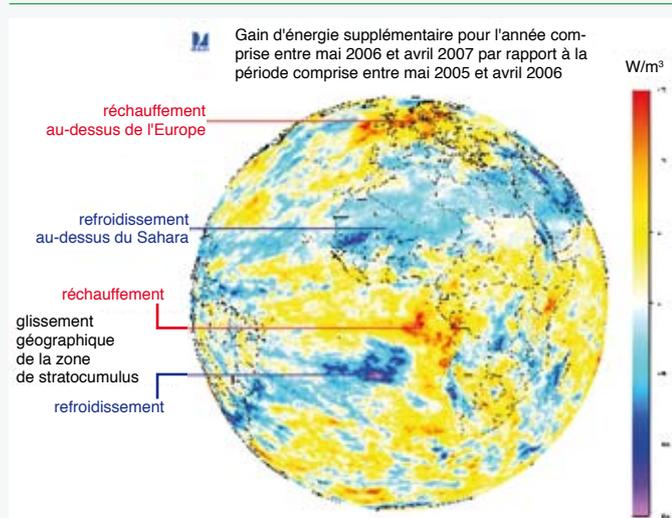
### 2/1 Mesure du réchauffement net via les instruments GERB

L'instrument GERB a été conçu par des instituts de recherche du Royaume-Uni, de Belgique et d'Italie. La majeure partie du traitement des données est assurée par l'IRM. Le GERB réalise des mesures du bilan énergétique au-dessus de l'Europe et de l'Afrique à partir des satellites météorologiques géostationnaires européens Meteosat 8 et Meteosat 9 depuis 2003. L'analyse des mesures GERB permettra à son tour de distinguer les différents facteurs

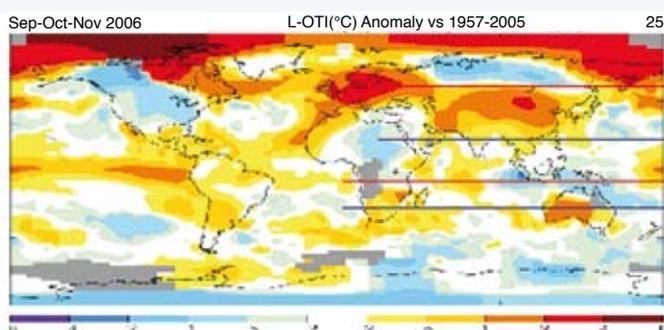
**ILLUSTRATION 3.1.** Perte d'énergie dans l'espace au sein du champ de vision Meteosat pour l'année comprise entre mai 2005 et avril 2006.



**ILLUSTRATION 3.2.** Modification du gain net en énergie au sein du champ de vision Meteosat pour l'année comprise entre mai 2006 et avril 2007 par rapport à l'année comprise entre mai 2005 et avril 2006.



**ILLUSTRATION 3.3.** Anomalie de température en septembre-novembre 2006 par rapport à la période septembre-novembre de la période 1987-2005.



jouant un certain rôle en matière de changements climatiques (les gaz à effet de serre, les aérosols, le changement de nébulosité, ...).

L'illustration 3.1 montre la perte d'énergie annuelle moyenne pour l'année comprise entre mai 2005 et avril 2006. Les zones enregistrant une grande perte d'énergie sont le Sahara et la zone des stratocumulus située sur la côte occidentale de l'Afrique australe. Ces zones de fort refroidissement correspondent aux flux d'air descendants de la circulation tropique Hadley alors que les flux d'air ascendants de la circulation Hadley se situent autour de l'équateur, là où le réchauffement dû à l'irradiation solaire incidente est à son maximum. Il existe donc un lien direct entre la dynamique à grande échelle de l'atmosphère et la répartition spatiale du bilan énergétique de la terre.

La modification en gain net d'énergie entre mai 2006 et avril 2007 – par rapport à la période comprise entre mai 2005 et avril 2006 – est reproduite dans l'illustration 3.2. Le fait le plus remarquable est constitué par l'augmentation du gain en énergie (en rouge) au-dessus de l'Europe et par le réchauffement/refroidissement différentiel (en bleu foncé et mauve) pour la zone des stratocumulus, ce qui peut s'expliquer par un glissement géographique de cette zone de stratocumulus. On constate également un refroidissement général plus faible mais géographiquement assez large (en bleu ciel) au-dessus du désert du Sahara.

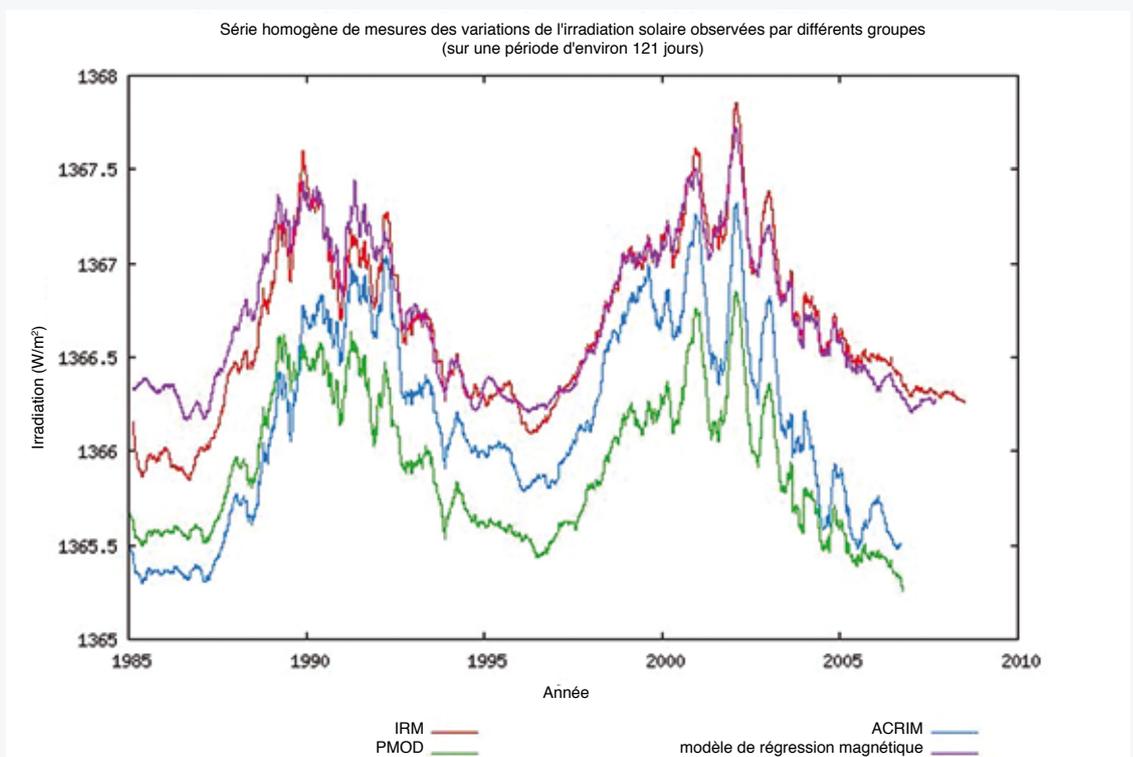
L'anomalie de température de 2006-2007 n'a pas été enregistrée qu'en Belgique. L'illustration 3.3 affiche le changement de température pour les mois de septembre à novembre 2006 par rapport à la climatologie de 1987 à 2005. L'illustration des changements de température présente une similitude frappante avec celle des changements de gain en énergie. On constate plus particulièrement que l'augmentation de température constatée en Europe après l'été 2006 semble provoquée par le gain accru en énergie mesurée par l'instrument GERB. Les changements de température différentiels constatés dans la zone des stratocumulus et la chute de température au-dessus du Sahara semblent également résulter de changements similaires du gain en énergie. On peut établir un lien de cause à effet entre le gain en énergie et le changement de température à partir du comparatif de préservation de l'énergie. L'instrument GERB est le premier à réellement démontrer ce lien causal. Il conviendra de répertorier, dans les années à venir, les conséquences de ces constatations pour la surveillance climatique et la prévisibilité des futurs changements climatiques.

## 2/2 Mesure de l'irradiation solaire incidente à partir de l'espace

Au niveau international, l'IRM constitue un des trois groupes ayant réalisé une série homogène de mesures de l'irradiation solaire, comme le montre l'illustration 3.4. La courbe rouge représente notre propre montage, la verte celle de nos collègues suisses du PMOD et la bleue celle de nos collègues américains de l'ACRIM. Nous sommes tous d'accord sur le fait qu'à « court terme » (à l'échelle climatique), l'irradiation solaire varie avec le cycle d'activité du soleil de onze ans, constaté à partir de l'observation des taches solaires. Ces variations de l'irradiation solaire incidente survenant tous les 11 ans sont de l'ordre de 1 pour 1000 et elles provoquent des variations de température de l'ordre de 0,1 °C. Bien qu'il s'agisse là de légères variations, elles ne doivent surtout pas être négligées mais elles doivent, au contraire, être prises en compte afin d'évaluer correctement l'augmentation de température due aux gaz à effet de serre et la chute de température due aux aérosols.

Il existe certes des différences entre les trois groupes concernant les variations de l'irradiation solaire entre les minima du cycle solaire de onze ans. Lorsqu'elles existent, ces variations s'avèrent des plus pertinentes pour les changements climatiques. Nous avons relevé, pour la variation observée au cours du cycle précédent, entre les minima de 1986 et de 1996, une augmentation de 0.15 W/m<sup>2</sup>, celle-ci n'étant toutefois pas significative compte tenu d'une incertitude de l'ordre de +/- 0.35 W/m<sup>2</sup>. Le groupe ACRIM a pour sa part noté une augmentation de 0.8 W/m<sup>2</sup> alors que le groupe PMOD n'en a constaté aucune. En ce qui concerne le cycle solaire actuel, qui a commencé en 1996 et qui s'est aujourd'hui rapproché d'un nouveau minimum, nous n'avons constaté aucun changement, compte tenu d'une incertitude de +/- 0.14 W/m<sup>2</sup>. Celle-ci a donc été réduite de plus de la moitié, ce qui est essentiellement imputable à la stabilité de l'instrument DIARAD/VIRGO. Les groupes ACRIM et PMOD ont constaté une diminution pour le cycle solaire actuel. Ces divergences de résultats peuvent s'expliquer par l'utilisation de l'instrument ACRIM 3 par le groupe ACRIM et celle de corrections subjectives de l'instrument par le groupe PMOD.

**ILLUSTRATION 3.4.** Série homogène de mesures des variations de l'irradiation solaire au cours des deux derniers cycles solaires de onze ans, observées par trois groupes internationaux.



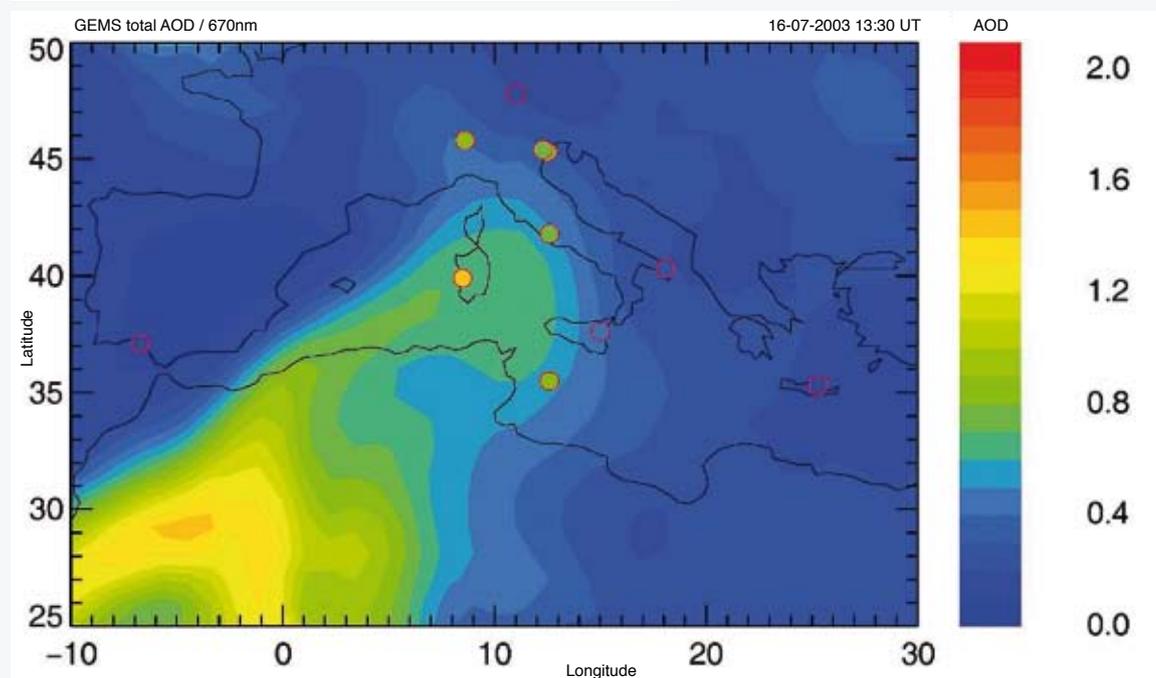
### 3/ Une climatologie éolienne pour la Belgique

Nous avons réalisé une climatologie étalée sur 40 ans pour la Belgique à l'aide du modèle météorologique ALADIN. Nous avons pour cela procédé à un *downscaling dynamique* des réanalyses ERA-40 de l'ECMWF. Ces réanalyses globales par tranches de 6 heures (soit une représentation complète, tridimensionnelle de l'atmosphère à un moment déterminé) ont été utilisées comme conditions annexes pour le modèle météorologique ALADIN, qui couvre un territoire plus petit mais avec une résolution nettement plus élevée que les données ERA-40 initiales. Le résultat final se présente sous la forme d'une base de données reprenant 40 années de données de réanalyse pour la Belgique, à une résolution de 10 km. En 2007, nous nous sommes surtout attachés aux applications éoliennes.

### 4/ Contrôle de la modélisation des aérosols via GEMS

L'IRM collabore au projet européen GEMS (Global Earth-system Monitoring using Satellite and in-situ data), financé par le 6e programme-cadre de l'Union Européenne. Une partie de ce projet associe des modules au modèle prévisionnel de l'ECMWF en vue de la modélisation des concentrations relevées dans les aérosols, les gaz à effet de serre, les polluants et les gaz réactifs. Ces modules ont été conçus par les divers instituts participants. L'IRM collabore au projet en comparant les données du modèle aérosol à des mesures indépendantes (des mesures non introduites dans le modèle ou dans le processus d'assimilation). L'IRM utilise pour cela les données AOD (densité optique des aérosols), obtenues à partir des mesures des instruments Brewer et des mesures d'aérosols au-dessus de l'océan relevées par l'instrument du SEVIRI.

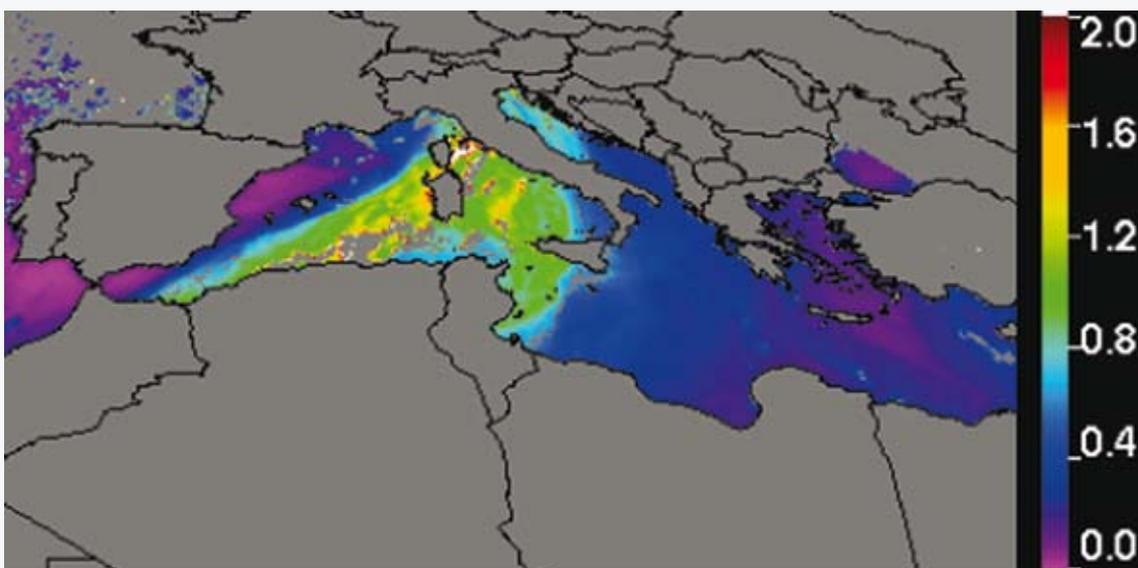
**ILLUSTRATION 3.5.** Comparaison entre l'AOD via le modèle de l'ECMWF (au dessous, avec des mesures du réseau Aeronet), les mesures AOD de l'instrument SEVIRI (p.27 en haut) et une image dans la partie visible de l'instrument MODIS du satellite Aqua (p.27 au dessous). Les images représentent l'AOD du 16 juillet 2003, le modèle et SEVIRI à 13h30 UT et le satellite à 12h35 UT. Toutes les valeurs AOD correspondent pratiquement à une même longueur d'onde.



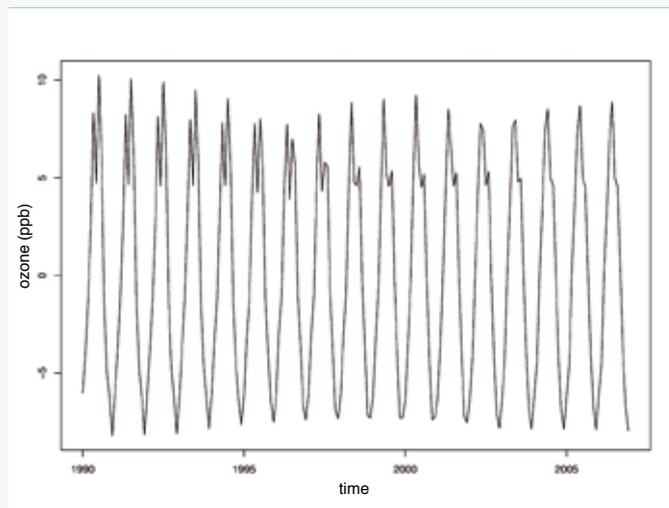
L'illustration 3.5 présente un exemple de comparatif entre le modèle, les données du SEVIRI et une image réelle de l'instrument MODIS du satellite Aqua. On constate sur ces images une quantité importante de poussière du désert d'Algérie et de Tunisie, en route vers l'Europe Méridionale. Les données AOD du modèle et du SEVIRI sont représentées dans la même échelle de couleurs. Les points de l'image du modèle représentent les données mesurées à partir du sol dans les stations Aeronet (réseau de mesure des aérosols). On constate que le modèle est en mesure de reproduire ce nuage de poussières de façon très précise. Cette structure est également visible dans les données du SEVIRI. Leur comparaison aux mesures Aeronet démontre que le modèle sous-estime certaines valeurs locales mesurées.

De façon générale, les résultats démontrent que le modèle simule parfaitement les nuages de poussière du désert, même s'il subsiste encore quelques problèmes pour les valeurs absolues. Cela peut signifier que la paramétrisation de la source des poussières du désert doit être adaptée. Ces comparaisons entre le modèle et les observations sont utilisées pour améliorer le modèle.

On trouve des prévisions provisoires de l'AOD pour aujourd'hui et les jours suivants sur le site Web de l'ECMWF : <http://gems.ecmwf.int/d/products/aer/realtime>.



**ILLUSTRATION 3.6.** Évolution des moyennes mensuelles de concentration d'ozone dans la troposphère telles qu'observées via les sondages d'ozone d'Uccle..



## 5/ Analyse de la série chronologique des sondages d'ozone

L'IRM dispose depuis 1969 de profils verticaux de concentrations d'ozone fournissant des informations sur l'ozone jusqu'à une altitude d'environ 35 km. Cette série chronologique a été récemment soumise à une analyse de tendance afin de constater d'éventuelles modifications du comportement de l'ozone au cours de ces 30 dernières années.

On constate dans la basse troposphère, depuis les années nonante, une modification évidente du cycle saisonnier de l'ozone (voir illustration 3.6). Début les années nonante, on notait encore clairement un pic au printemps et en été. Depuis cette époque et jusqu'à ce jour, ce pic s'est déplacé vers un seul maximum printanier notoire. Le pic estival s'observe dans des territoires à fortes concentrations de NO<sub>x</sub> et de VOC. Ce pic est imputable à la production photochimique d'ozone dans une atmosphère polluée pendant les chaudes journées ensoleillées. Le pic printanier se remarque notamment aux endroits où on ne note pratiquement aucune influence humaine.

Bien qu'on constate donc un glissement du cycle saisonnier, on ne note aucune tendance significative au niveau des concentrations d'ozone. Ce qui a par contre changé, ce sont les concentrations de NO<sub>x</sub> et de VOC qui ont chuté de près de 30 % depuis les années nonante.

## 6/ Analyse des observations de vapeurs d'eau

Les vapeurs d'eau constituent le plus important gaz à effet de serre. Étant donné que les concentrations d'autres gaz de ce type, en particulier de CO<sub>2</sub>, augmentent en fonction des activités humaines, il est évidemment essentiel de prévoir comment cela influencera la répartition des vapeurs d'eau. C'est dans cette optique que l'IRM participe au projet AGACC (Advanced exploitation of Ground based measurements for Atmospheric Chemistry and Climate applications) qui s'inscrit lui-même dans le cadre du programme de développement durable et de recherche (PODO III) de la Politique Scientifique Fédérale. Une des contributions de l'IRM à ce projet consiste à améliorer la série chronologique des profils verticaux d'humidité, effectuée depuis 1990 à Uccle, de façon à pouvoir l'intégrer à des analyses de tendance. La correction des profils d'humidité s'est terminée en 2007 et les premiers résultats ont été enregistrés dans le cadre de l'analyse de tendance de l'humidité autour de la tropopause. On constate globalement qu'au-dessus d'Uccle, les couches se trouvant autour de la tropopause affichent 2 tendances différentes depuis 1990 : (1) une augmentation de l'humidité autour



de la tropopause jusqu'à environ septembre 2001 et (2) un très fort assèchement de ces couches autour de la tropopause après septembre 2001. Ces tendances peuvent être mises en relation avec une diminution (réchauffement) de la tropopause jusqu'en septembre 2001, suivie d'une augmentation (refroidissement) de la tropopause après cette date. La cause de ce revirement brutal autour de septembre 2001 est peut-être liée au maximum atteint par le cycle solaire vers cette période mais cela mérite encore une analyse plus approfondie.

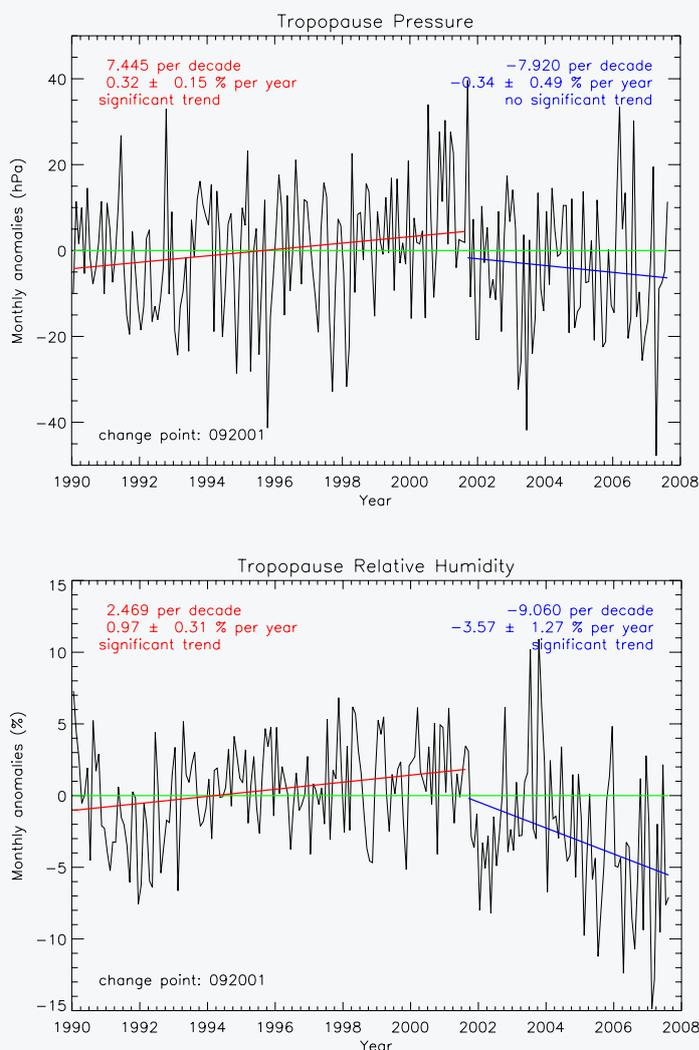
## 7/ Estimation de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration contribue largement au cycle de l'eau. En Belgique, on estime que la moyenne annuelle globale correspond à environ 50 % des précipitations. L'estimation de cette variable s'avère à la fois importante dans le domaine de la recherche (modélisation météorologique, hydrologique ou climatologique) et dans celui des applications (gestion du territoire, agriculture...). Étant donné que l'évapotranspiration n'est pas simple à observer, on fait appel à une combinaison de modélisation et de télédétection pour arriver aux meilleures estimations possibles au niveau régional. Voici quelques années de cela, EUMETSAT a lancé un programme destiné à obtenir de nouveaux résultats à partir des données fournies par les satellites météorologiques MSG et METOP. La LSA-SAF (« Land Surface Analysis – Satellite Application Facility ») se concentre pour sa part sur les surfaces continentales (voir <http://landsaf.meteo.pt>). La contribution de la section de recherche en modélisation hydrométéorologique de l'IRM consiste à concevoir un algorithme destiné au suivi de l'évapotranspiration partant du continent, avec la résolution spatiale du satellite MSG et par périodes de 30 minutes. Ces résultats sont pratiquement obtenus en temps réel pour l'ensemble du domaine visible à partir du satellite MSG. La méthode appliquée repose sur la modélisation physique des processus à l'aide d'un modèle reproduisant l'interaction entre le sol, la végétation et l'atmosphère (schéma « SVAT »), adaptée aux contraintes des données par satellite. Ce modèle fait simultanément appel aux nouveaux développements dans le domaine de la modélisation, aux nouveaux résultats des images par satellite obtenues par la LSA-SAF et à la base de données ECOCLIMAP pour l'occupation de la surface par la végétation

Les activités réalisées en 2007 suivent trois grands axes :

- 1) la recherche d'applications dans un contexte opérationnel ;
- 2) l'analyse et la validation des résultats ;
- 3) le développement de nouveaux logiciels et le suivi des résultats.

**ILLUSTRATION 3.7.** Résultats de l'analyse de tendance pour les anomalies mensuelles, calculés pour la pression (tableau du haut) et pour l'humidité relative (tableau du bas). Les séries chronologiques ont été scindées en 2 parties : une avant et l'autre après septembre 2001 ; des tendances linéaires ont été calculées pour les deux périodes partielles.



La recherche d'applications opérationnelles a pour but d'assimiler davantage d'informations fournies par les satellites météorologiques. En 2007, nous sommes parvenus à définir une méthodologie pouvant exploiter au mieux les résultats quotidiens liés à la végétation (index des feuilles et fraction de végétation) obtenus grâce à l'équipe partenaire du LSA-SAF. Le deuxième thème de recherche traité en 2007 portait sur l'amélioration de la variable interne « teneur en eau du sol », une variable primordiale en vue d'une estimation précise de l'évapotranspiration dans des zones confrontées à la sécheresse. La première phase est constituée par l'implémentation, dans une nouvelle version du modèle, d'un schéma de transfert de l'eau et de la chaleur vers le sol, à partir du modèle TESSEL de l'ECMWF. La deuxième phase, qui se poursuit en 2008, consiste à étalonner et à valider ce nouveau modèle. Le but est d'apporter prochainement de nouvelles améliorations via une procédure d'assimilation des données à ondes ultra-courtes, provenant de la sonde ASCAT intégrée au satellite polaire européen METOP.

Une version de l'algorithme implémenté fin 2006 au centre opérationnel de la LSA-SAF a fourni des résultats liés à l'évapotranspiration en Europe pour l'ensemble de l'année 2007. En ce qui concerne l'analyse et la validation des résultats, un exercice intensif de validation a été effectué pour l'ensemble de l'Europe afin de définir la qualité des estimations. Ces estimations ont été comparées aux mesures des flux de turbulences superficielles, obtenues via la méthode « eddy correlation » pour les sites CarboEurope-IP ou via une méthode profilée pour les sites du réseau des stations automatiques de l'IRM. On a par ailleurs procédé à des comparatifs temporels et spatiaux avec les résultats d'autres modèles de couverture globale (ECMWF et GLDAS) simulant l'évapotranspiration superficielle.

Dans le cadre du troisième grand axe, on a également adapté le logiciel de calcul afin d'élargir le domaine d'application de la méthodologie à l'Afrique et à l'Amérique du Sud, des régions également surveillées par MSG/SEVIRI. La mise en service en temps réel de cette nouvelle version aura lieu en 2008.



## 8/ Magnétisme ambiant

L'étude des relations éventuelles entre l'intensité du champ géomagnétique et le climat reste une des priorités du service de Magnétisme ambiant. Le flux d'irradiation cosmique, modulé par le champ géomagnétique, contrôle en effet partiellement les processus de condensation et donc la nébulosité. C'est pourquoi nous supposons qu'il existe une relation entre l'intensité du champ magnétique et le flux d'irradiation cosmique. De nos jours, la production des noyaux de condensation est de plus en plus contrôlée par les particules fines résultant des activités humaines, ce qui rend difficile toute détermination de l'influence de l'irradiation cosmique sur la production des noyaux de condensation. C'est pourquoi plusieurs chercheurs ont proposé d'étudier la relation existant par le passé entre l'intensité du champ géomagnétique et le climat à l'aide de la magnétisation rémanente de terre cuite et d'indicateurs climatiques tels que les isotopes cosmogènes contenus dans des bâtons de glace. Pour la première étude, nous devons créer une courbe de variation de la paléo-intensité datée de façon suffisamment précise. Afin de pouvoir positionner les déterminations de paléo-intensité sur une ligne du temps, nous basons notre stratégie sur la variation de sens de l'ancien champ géomagnétique connu grâce au sens de la magnétisation rémanente enregistrée dans la terre cuite qu'on trouve sur des sites archéologiques.

Compte tenu de la réglementation en matière d'aménagement du territoire, le nombre d'excavations préventives augmente en permanence et on trouve souvent, dans le cadre de celles-ci, de la terre cuite et surtout des foyers et d'anciens fours utilisés pour la production de travaux de poterie ou encore pour la fonte et le traitement des métaux. La terre cuite contient des minéraux magnétiques, essentiellement des oxydes de fer qui ont enregistré le sens (défini par l'inclinaison et la déclinaison) et l'intensité du champ magnétique environnant pendant le dernier refroidissement jusqu'en deçà d'une température critique, en l'occurrence la température Curie.

Ces enregistrements présentent une très grande valeur pour l'étude de l'ancien champ géomagnétique même si souvent, les archéologues font également appel à des archéomagnéticiens pour la datation archéomagnétique. La stratégie du service consiste à fournir des datations archéomagnétiques exclusivement basées sur la variation connue du sens du champ par le passé et l'utilisation de ces données pour positionner les intensités ainsi obtenues sur une ligne du temps.

Le traitement par étapes en champs alternatifs croissants nous permet ensuite d'isoler le sens de la magnétisation rémanente stable caractéristique. Celle-ci correspond généralement à la magnétisation initiale observée pendant le dernier refroidissement. On la compare ensuite aux courbes standard connues de la variation séculaire du sens du champ en Europe.

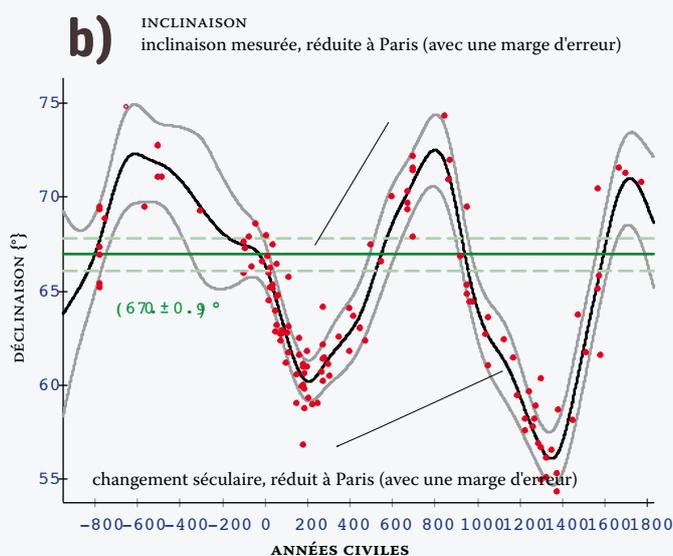
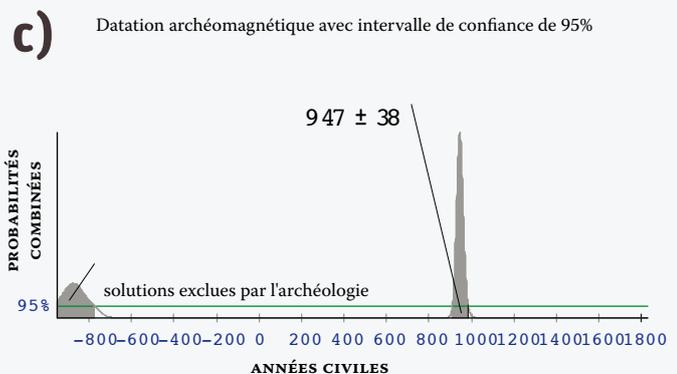
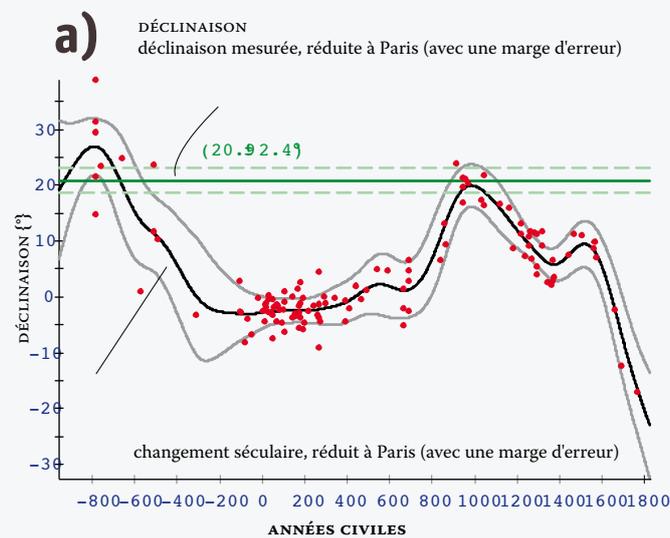
Citons, parmi les exemples des recherches que nous avons effectuées en 2007, les fours à poterie de l'époque gallo-romaine découverts à Asse ainsi qu'un foyer et un mur calciné d'un donjon moyenâgeux à Buzenol. L'inclinaison et la déclinaison mesurées sont comparées aux courbes de Paris après déduction des données relatives à cet endroit. On obtient ainsi, exclusivement sur la base de l'un de ces éléments, plusieurs données archéomagnétiques (voir illustrations 3.8 a et b). La combinaison croissante des densités de probabilité de l'inclinaison et de la déclinaison réduit le nombre de solutions envisageables, même s'il reste encore plusieurs âges possibles en raison de la récurrence du champ. Comme le donjon de Buzenol date manifestement du Moyen-âge, la seule date que nous ayons conservée a été celle de  $947 \pm 38$  années calendrier. En ce qui concerne les fours à poterie d'Asse, les données provisoires reposent uniquement sur des échantillons orientés du fond du four fournissant des sens très cohérents. Les deux données obtenues remontent toutes deux à l'ère romaine. Nous espérons être en mesure d'exclure l'une des deux solutions possibles lorsque nous aurons mesuré tous les échantillons (fond et parois du four) ou en déterminant l'intensité du champ.

Étant donné que les fours d'Asse seront détruits pour faire place à de nouveaux bâtiments, nous avons profité de l'occasion pour réaliser un échantillon détaillé du four à poterie le mieux conservé en vue de l'analyse ultérieure des effets du déplacement des parois, de l'indice de réfraction et de l'interaction magnétique sur la dispersion des sens individuels de magnétisation rémanente.

L'incendie du donjon de Buzenol remonte à une période pour laquelle il n'existe que très peu de références (voir illustrations 3.8 a et b). Une datation absolue indépendante (radiocarbone, thermoluminescence) serait donc souhaitable pour améliorer la courbe standard de cette période.

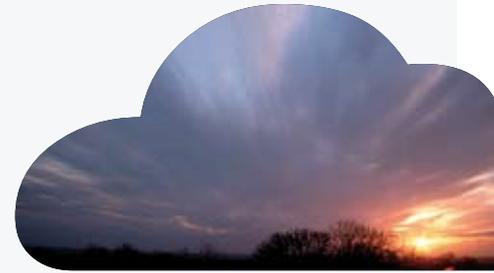
**ILLUSTRATION 3.8.** Datation archéomagnétique de l'incendie du donjon moyenâgeux de Buzenol et du four à poterie d'Asse à l'aide d'une déclinaison (3.8 a / d) et d'une inclinaison (3.8 b / e) mesurées après réduction à Paris (lignes vertes). Le croisement des lignes horizontales par les valeurs obtenues et des dossiers d'erreurs avec les courbes standard de variation séculaire du sens du champ, fournit les solutions de datation envisageables. Celles-ci sont représentées visuellement sous forme de densités de probabilité (courbes grises). Grâce à la combinaison de ces densités de probabilité de la déclinaison et de l'inclinaison, le nombre de solutions pouvant être retenues pour Buzenol se limite à deux âges (3.8 c). La date proche de 900 AJC est par définition exclue. Seule celle de  $947 \pm 38$  années calendrier peut être retenue. Pour Asse, par contre (3.8 f), la datation provisoire fournit deux dates envisageables autour de  $161 \pm 36$  années calendrier et autour de  $271 \pm 63$  années calendrier. Les points rouges représentent les sens de référence datés de façon indépendante.

## Buzenol

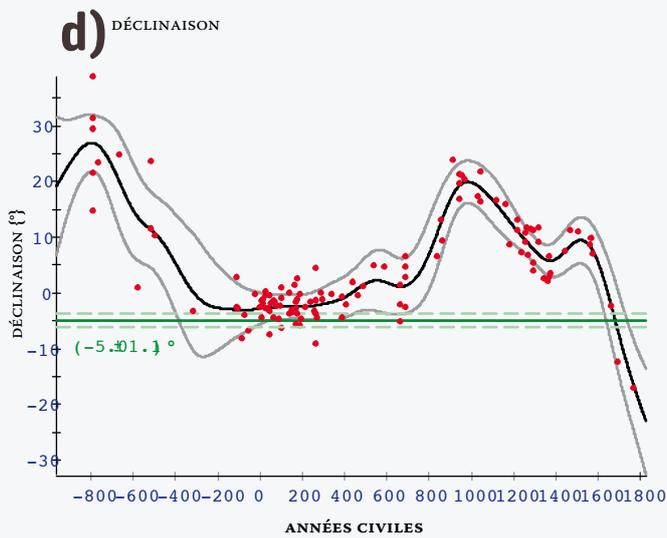


Datation avec les probabilités combinées de déclinaison et d'inclinaison

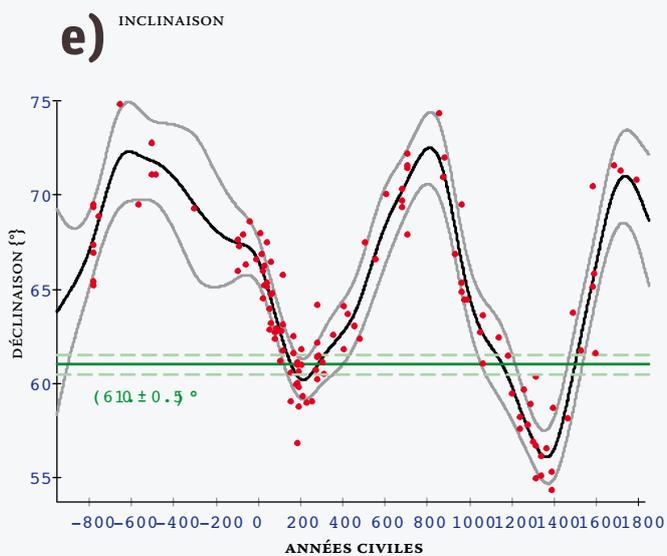
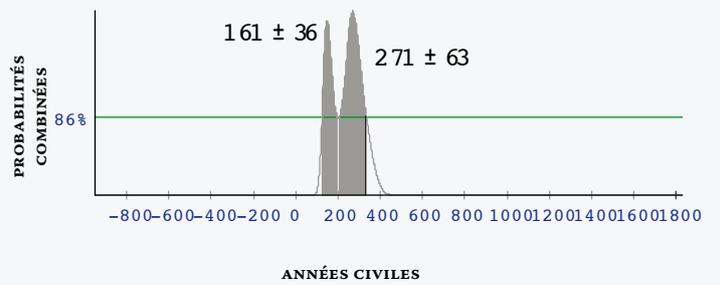




## Asse



**f)** Datation archéomagnétique avec intervalle de confiance de 86%



Datation avec les probabilités combinées de déclinaison et d'inclinaison



Brumeux, brouillard givrant.  
Nombreux nuages bas ;  
quelques éclaircies dans le sud  
des Ardennes. Températures  
comprises à midi entre -2 et 0  
degré(s) au sud de la Sambre  
et de la Meuse et entre 1 et 3  
degré(s) ailleurs. Vent faible de  
direction est à sud-est.

# Des systèmes d'observation plus nombreux et de meilleure qualité

## 1/ Réseau de stations météorologiques automatiques

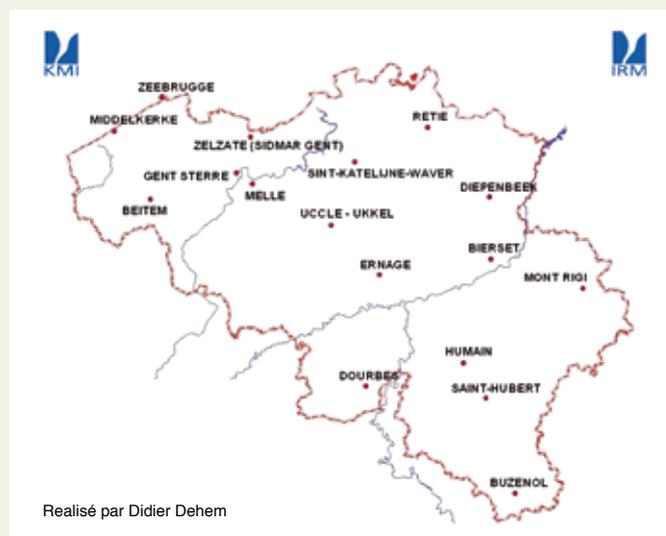
Une nouvelle station météorologique de l'IRM a été construite à Wavre Sainte-Catherine et deux autres sont en cours de construction (Port d'Anvers et Stabroek). Les formalités administratives (permis de construire, ...) pour Libramont sont par ailleurs terminées. Les procédures d'étalonnage des capteurs ont été renforcées en termes qualitatifs et quantitatifs.

L'achat de deux pluviomètres automatiques nous a permis de tester leur intégration au réseau de stations automatiques. Un nouveau système de collecte autonome des données (panneau solaire et GSM) a été testé dans le parc synoptique. À terme, ces stations automatiques simplifiées pourront être utilisées pour élargir rapidement notre réseau de mesures hydrologiques. Un autre type de pluviomètres est également en cours de test dans le parc climatologique.

En avril 2007, qui a connu un ensoleillement exceptionnel, nous avons pu procéder à divers étalonnages d'instruments radiométriques. Ceux-ci ont démontré que ces appareils de mesure étaient très stables.

Toutes les données sont désormais enregistrées afin de simplifier le fonctionnement des mesures d'irradiation et de permettre leur conversion en diverses échelles de temps sans perte de qualité. Les données seront désormais directement stockées dans la banque de données via le réseau.

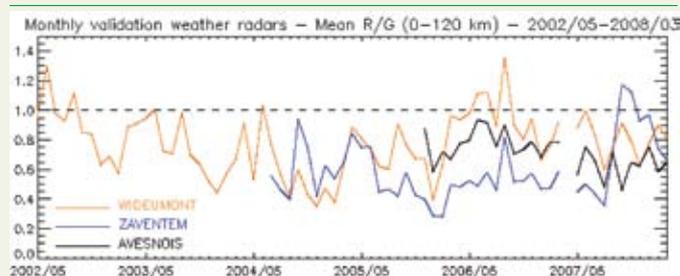
**ILLUSTRATION 4.1.** Le réseau des stations météorologiques automatiques



**ILLUSTRATION 4.2.** Anémomètre, girouette et sonde de température sur le pylône de dix mètres du Mont-Rigi.



**ILLUSTRATION 4.3.** Evolution des rapports mensuels radar/pluviomètre pour les radars de Wideumont, Zaventem et Avesnois. L'interruption des courbes au cours du mois d'avril 2007 est due au fait qu'il n'y a pratiquement pas eu de précipitations pendant ce mois-là.



## 2/ Amélioration des mesures de précipitations effectuées par des radars météorologiques

La procédure de validation automatique des données radar relatives aux précipitations, déjà appliquée au niveau du radar de Wideumont, l'est désormais également pour le radar Belgocontrol de Zaventem et le radar d'Avesnois, utilisé par Météo-France. Cette procédure repose sur la comparaison des estimations radar de précipitations aux données enregistrées via le réseau de pluviomètres au sol. L'illustration 4.1 montre l'évolution de la qualité des données des 3 radars, exprimée sous forme de rapport mensuel des estimations radar et des mesures pluviométriques. Les résultats démontrent que ce rapport peut varier très fortement. De façon générale, les radars ont tendance à sous-estimer les quantités de précipitations.

On effectue actuellement une recherche afin d'améliorer les estimations quantitatives et qualitatives des précipitations des radars météorologiques. Il convient d'une part d'exploiter au maximum les données tridimensionnelles de réflectivité enregistrées par le radar et de viser d'autre part une combinaison optimale des observations radar avec les mesures de précipitations provenant du réseau de pluviomètres automatiques. Les premiers résultats sont particulièrement encourageants et nous permettront sans aucun doute d'améliorer sensiblement la qualité des estimations de précipitations.

## 3/ Hydrologie SAF

Le projet H-SAF (Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management) est un centre d'excellence, lancé par EUMETSAT afin de concevoir des applications destinées à évaluer les précipitations, l'humidité au sol et la quantité de neige. Cela se fait à partir des données des satellites météorologiques pour une utilisation en hydrologie opérationnelle. Une des activités essentielles du H-SAF consiste à valider les différents produits et à tester leur apport en termes d'applications hydrologiques. L'IRM participe à ces activités de validation. On étudie diverses méthodologies de validation de ces produits et leur assimilation aux modèles hydrologiques. Des instruments ont également été conçus et leurs résultats de validation seront présentés lors du premier atelier organisé dans le cadre de ce projet.

En ce qui concerne les précipitations, il s'agit d'estimations à partir d'instruments à hyperfréquences (AMSU et



SSM/I) installés à bord des satellites polaires. L'illustration 4.2 en propose un exemple. Il s'agit également de données relatives aux précipitations obtenues grâce au recours commun à ces données de précipitations et aux données infrarouges à bord du satellite géostationnaire Meteosat. Ce dernier produit s'avère incontournable pour assurer une couverture temporelle adéquate des applications hydrologiques. En ce qui concerne l'humidité au sol, on a étudié les valeurs obtenues à partir des données du diffusomètre se trouvant à bord de l'ERS (Satellite Européen de Télédétection). Signalons enfin que les premières données de l'algorithme de détection de la neige ont été analysées.

La phase préparatoire du projet est terminée et une liste des produits, dans leur première version, a été approuvée en vue d'une validation systématique. La phase suivante est constituée par la démonstration qui commence en 2008. Elle prévoit l'utilisation des produits dans des applications hydrologiques, plus spécifiquement via le recours à des modèles hydrologiques.

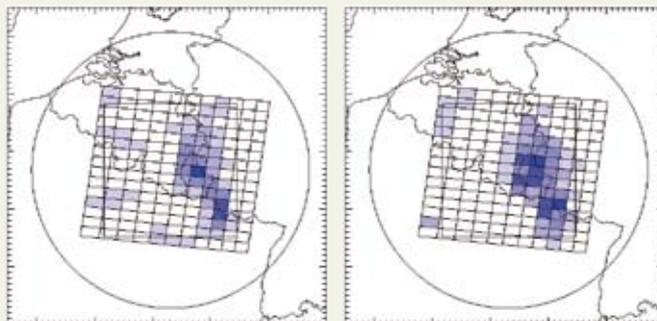
#### 4/ Les caméras météorologiques

Le projet-test visant à placer des caméras d'observation du temps actuel dans les stations météorologiques automatiques (AWS) a été élargi, cinq caméras étant désormais en service depuis la fin 2007 (Wideumont (test), Melle, Wideumont (sommet de la tour), Dourbes et Uccle). La fine qualité d'image permet de visualiser les détails de la structure nuageuse de façon optimale (voir illustration 4.5). Nous avons également conçu une application Web permettant de consulter facilement ces images. Nous avons entre-temps décidé d'élargir ce projet-test à toutes les stations météorologiques automatiques afin de permettre une observation visuelle partout.

#### 5/ Enregistrement du champ géomagnétique

L'année 2007 a été marquée par une petite révolution en termes d'enregistrement du champ géomagnétique par l'IRM de Dourbes. L'étape d'échantillonnage d'enregistrement continu des trois composants de ce champ de vecteurs a été portée à 1 Hz alors qu'il était jusque là de 0,016 Hz, soit une augmentation par un facteur 60. L'élargissement du spectre d'observation nous permettra de répondre aux souhaits d'une nouvelle catégorie d'utilisateurs, surtout dans le domaine de la météo spatiale.

**ILLUSTRATION 4.4.** Précipitations du 3 juillet 2007 à 05 UTC. À gauche, selon les données fournies par le radar de Wideumont, filtrées de façon à ce que la résolution spatiale corresponde à celle de la sonde AMSU. À droite, les données du produit H-SAF obtenues à partir des données AMSU (valeur maximale : 3,5 mm h-1).



**ILLUSTRATION 4.5.** En haut : photo réalisée avec la webcam de Melle avec éclairage standard. En bas : photo réalisée avec la webcam de Melle avec adaptation des réglages d'éclairage (contraste nuageux).



Pour atteindre cet objectif, nous avons installé dans l'observatoire magnétique un nouveau magnétomètre préalablement décrit, spécifié et construit en collaboration avec le consortium INTERMAGNET et le constructeur. Les possibilités et les spécifications de cet instrument seront entièrement testées en 2008.

Le projet AUTODIF devrait se terminer début 2008 par le réglage fin d'un instrument mesurant la déclinaison et l'inclinaison du champ géomagnétique de la terre de manière à la fois automatique et absolue. L'instrument en question a pour cela été validé et évalué selon les objectifs atteints en vue de répondre au cahier de charges du projet. Le rapport de validation a conclu ce qui suit : « Le projet d'action 1 AUTODIF s'est terminé avec succès. L'appareil AUTODIF est en mesure de réaliser des mesures robotisées de la précision de 0,1 degré demandée. La fiabilité limitée des moteurs piézoélectriques Shinsei constitue le point qu'il s'agira d'améliorer lors d'une prochaine version».

Le projet d'installation d'un observatoire magnétique sur la base « Princesse Elisabeth », en Antarctique, est en cours de réalisation. L'IRM prévoit une installation en plusieurs étapes à partir de la deuxième année d'activité scientifique de la base, en fonction des possibilités de la Politique Scientifique.

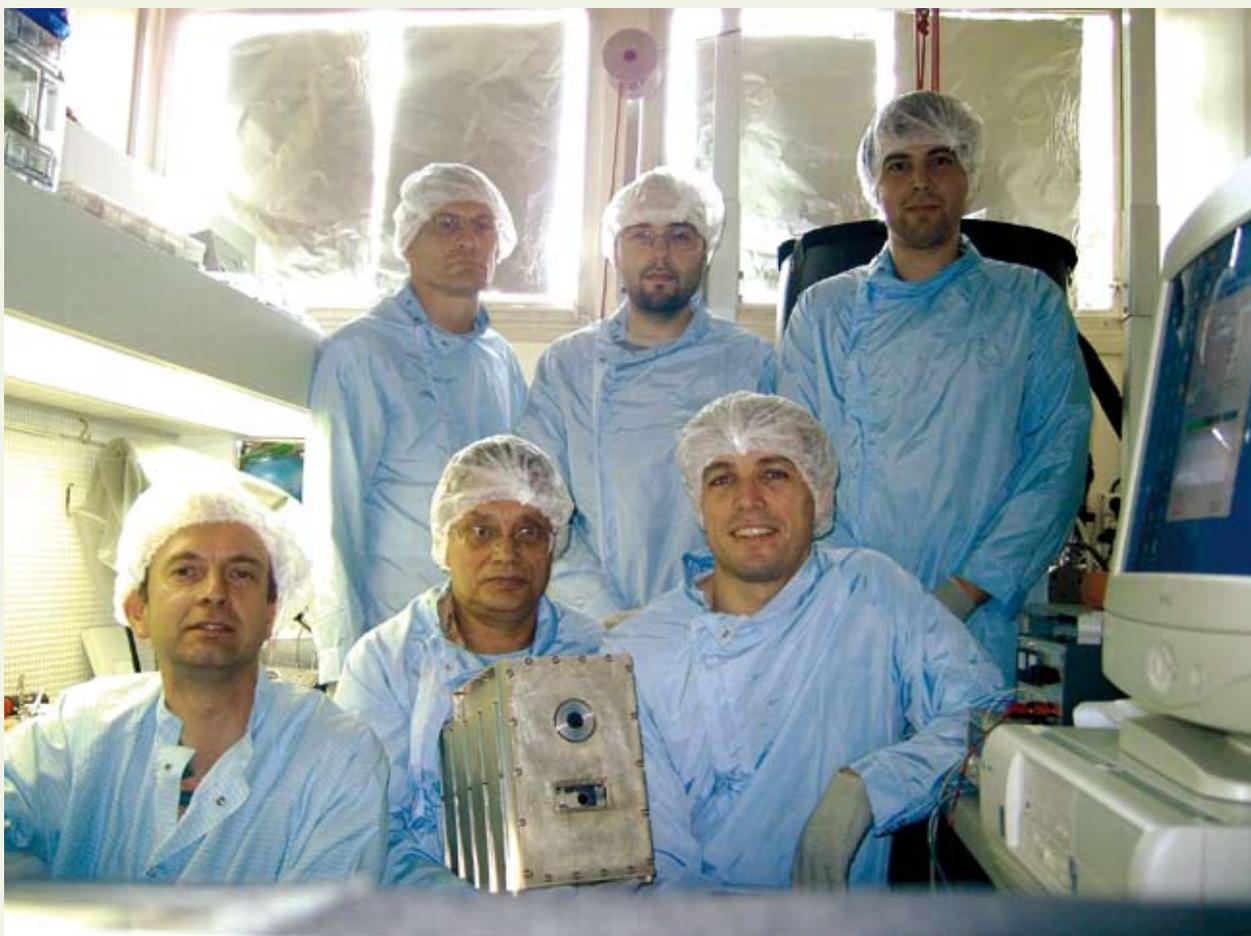
## 6/ Mesures des irradiations à partir de l'espace

L'IRM construit ses propres instruments de mesure de l'énergie solaire incidente à partir de l'espace. L'illustration 4.4 montre l'équipe chargée de la construction des instruments spatiaux ainsi qu'un prototype du radiomètre Sovap préparé en vue du lancement avec le satellite Picard en 2009. C'est le 7 février 2008 qu'a été lancé notre instrument - qui fait partie du module européen Columbus - sur la Station Spatiale Internationale. L'IRM possède ainsi désormais deux instruments opérationnels dans l'espace, le premier étant actif sur le satellite SOHO depuis 1996. Cela consolide notre rôle de leader international dans le domaine des mesures de l'énergie solaire à partir de l'espace.

Le traitement des données GERB presque en temps réel s'est déroulé avec succès sur les instruments GERB-1 et SEVIRI-2 installés à bord du satellite Meteosat-9 opérationnel depuis mai 2007.



**ILLUSTRATION 4.6.** L'équipe de l'IRM chargée de la construction des instruments spatiaux présente le prototype de radiomètre Sovap destiné au projet Picard.





# Amélioration et élargissement de la prestation de services

## 1/ Un site Web entièrement rénové

Le 3 juillet 2007, l'IRM a lancé un tout nouveau site Web nettement plus convivial et plus vaste que la version précédente. La page de démarrage offre un aperçu direct des prévisions météorologiques pour les prochaines heures et les prochains jours en Belgique. On remarque par ailleurs immédiatement les alertes liées à des phénomènes météorologiques dangereux (voir illustration 5.1).

Ce nouveau site Web répond entièrement aux objectifs visés. Sa présentation est non seulement attrayante mais tient également compte des besoins des malvoyants. La navigation est beaucoup plus simple, ce qui permet aux utilisateurs de passer d'une page à l'autre de façon intuitive. L'offre d'informations a considérablement augmenté et il est possible de communiquer de façon interactive avec les utilisateurs.

Au cours des 3 premières semaines suivant le lancement de ce site Web, l'IRM a reçu près de 300 remarques spontanées de la part d'utilisateurs. Seulement 14 % de celles-ci étaient négatives et elles portaient principalement sur le fait que les visiteurs ne retrouvaient plus certains éléments.

## 2/ Un nouveau site Web traitant des conditions météorologiques extrêmes en Europe

Le site Web [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu) est une initiative d'EUMETNET, le réseau des institutions météorologiques nationales européennes affiliées à la WMO (World Meteorological Organization). En tant que membre de cette WMO, l'IRM soutient complètement cette nouvelle initiative car la sécurité territoriale constitue une de ses principales priorités. Ce site Web a été officiellement lancé le 23 mars 2007, lors de la journée de la météorologie.

Ces dernières années, la variabilité plus importante du climat et la fragilité accrue de la collectivité ont entraîné toujours plus de victimes, de dommages et de risques. À chaque fois, en Europe, les tempêtes, les inondations et les avalanches provoquent des catastrophes, tandis que les vagues de chaleur de ces dernières années ont coûté la vie à des milliers de personnes. C'est précisément, dans des conditions météorologiques extrêmes, qu'il convient d'être informé le plus rapidement et le plus correctement possible. *Meteoalarm.eu* est donc la nouvelle plateforme couvrant les conditions météorologiques extrêmes en Europe.

ILLUSTRATION 5.1. Le site web de l'IRM a été entièrement rénové en 2007.



**ILLUSTRATION 5.2.** Un exemple de carte proposée sur [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu) afin de préciser via des codes de couleurs, les risques météorologiques auxquels l'on s'attend dans la plupart des pays européens au cours des 24 à 48 prochaines heures.



**ILLUSTRATION 5.3.** L'IRM a lancé sur le marché en 2007 le premier site météorologique mobile belge.



### Que propose [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu) ?

Ce site Web permet de savoir en un coup d'oeil où les services météorologiques officiels de la plupart des pays européens s'attendent à un type de temps potentiellement dangereux au cours des 24 à 48 prochaines heures. Quelle que soit leur langue, tous les utilisateurs peuvent s'informer immédiatement grâce aux pictogrammes indiquant clairement les risques concernés. En cliquant sur ces pictogrammes, on obtient un aperçu des bulletins de vigilance en cours, par exemple pluies abondantes, avalanches, tempêtes de neige, températures extrêmement froides, crues, orages violents, vagues de chaleur, feu de forêts ou encore brouillard. Attention : tous les pays n'émettent pas de bulletins de vigilance pour tous ces paramètres.

Sur ce site Web, chaque pays est affiché dans la couleur correspondant à la phase de vigilance la plus élevée : rouge pour les risques très élevés et donc d'éventuelles mesures d'exception, orange pour des conditions météorologiques exceptionnelles associées à certains risques et jaune pour les risques éventuels nécessitant une certaine vigilance (voir illustration 5.2). Si le pays est affiché en vert, c'est que l'on ne s'attend à aucune condition météorologique dangereuse.

### À qui est destiné [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu) ?

Meteoalarm est un site traitant des conditions météorologiques extrêmes en Europe. Outre les vacanciers, les organismes de voyages et les hommes d'affaires, les organismes d'assistance, les secouristes et les conducteurs de poids lourds sont eux également très intéressés par l'évolution des conditions météorologiques en cas de conditions extrêmes. Les présentateurs météo peuvent également utiliser la carte en couleur de l'Europe dans le cadre de leurs bulletins météorologiques télévisés afin de montrer clairement où l'on s'attend en Europe - et à quel endroit précis d'un pays - à des conditions extrêmes.

## 3/ Le bulletin météorologique à distance de l'IRM

L'IRM lance le **premier site météorologique belge pour appareils mobiles tels que GSM, PDA, netbooks, GPS, etc.** (voir illustration 5.3). Ce site bilingue a été conçu en deux versions afin de garantir sa compatibilité avec tous les types de GSM. Les bulletins météorologiques de l'IRM sont en outre actualisés cinq fois par jour. Conformément à la mission principale de l'IRM, qui consiste à prévenir la population en cas de conditions météorologiques dangereuses, ce site Web mobile affiche immédiatement les derniers bulletins disponibles.



## 4/ Le projet TELECLIM et le Fonds des Calamités

Le réseau climatologique belge compte environ 250 collaborateurs procédant chaque jour à des observations météorologiques pour l'IRM, sur une base pratiquement bénévole (voir illustration 5.4). Ces observations sont effectuées par des particuliers et des membres de diverses institutions (écoles, centres de recherche, stations, écluses, compagnies des eaux, ...). Les données ainsi collectées servent non seulement à améliorer les connaissances relatives au climat régional à l'intérieur du pays et à répondre à l'importante demande d'informations du public mais contribuent également à l'élaboration d'un rapport destiné au Fonds des Calamités.

Lors de l'implantation du réseau des stations d'observation, à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, l'IRM recevait les données relevées par les observateurs une fois par mois, sur papier. Ces données devaient ensuite être encodées et traitées, ce qui ralentissait beaucoup le transfert des données vers le public et les autorités.

C'est pour résoudre ce problème que l'IRM a fait appel à la société RingRing, spécialisée dans les applications téléphoniques automatiques. Le projet TELECLIM (TELEphone pour le transfert des données du réseau CLIMatologique) a été lancé pour permettre aux observateurs d'envoyer chaque jour leurs observations par téléphone vers un serveur informatique. Les données sont reçues par l'IRM puis introduites dans une banque de données.

Fin 2007, la plupart des observateurs du réseau climatologique de l'IRM, soit près de 210 personnes, transmettaient leurs observations tous les jours, peu de temps après avoir procédé à celles-ci. Les données d'une quarantaine de stations sont ensuite contrôlées quotidiennement à l'aide du logiciel METEOSCAN (voir illustration 5.5). Dans le courant de l'année 2008, toutes les stations faisant partie du système TELECLIM et les stations automatiques de l'IRM seront intégrées au logiciel de contrôle METEOSCAN, ce qui permettra de disposer rapidement de toutes les données climatologiques validées.

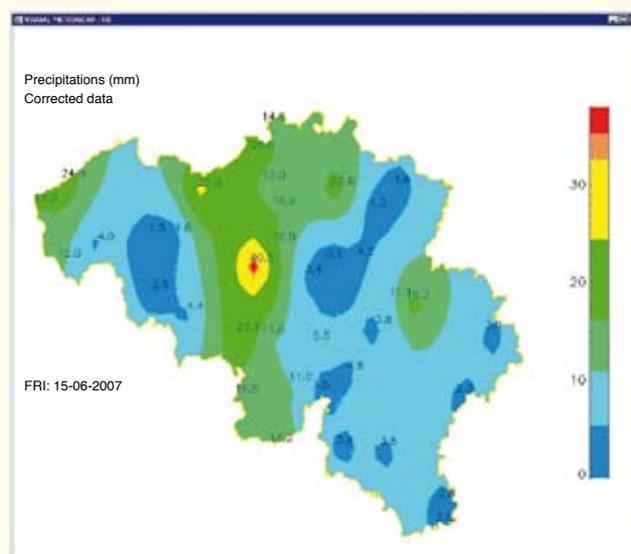
## 5/ Nouvelle banque de données des ressources humaines

Une nouvelle banque de données du personnel a été mise en service en 2007 dans le but de faciliter l'accès aux informations liées au personnel et d'améliorer la gestion du dossier. Ces données servent également à alimenter

**ILLUSTRATION 5.4 :** *Eva Baets, l'observatrice de la station de Brasschaat (près d'Anvers), à côté de la cabine météorologique où elle relève chaque matin les températures maximales et minimales des 24 dernières heures.*



**ILLUSTRATION 5.5.** *Cette carte affiche les quantités de précipitations (en mm) transmises par les observateurs du réseau climatologique à l'IRM le matin du 15 juin 2007. Les quantités indiquées représentent le total sur 24 heures, entre le 14 juin à 8 heures et le 15 juin à 8 heures. Les données ont été validées par le personnel de l'IRM chargé du contrôle qualitatif des observations climatologiques et la carte a été élaborée à 10 heures.*



les systèmes locaux d'information tels que le système workflow et le système intranet, en plus des banques de données externes comme celle du e-HR et de la Politique Scientifique Fédérale.

Pour le moment, la banque de données contient plus de 6200 données, réparties en 40 tableaux différents. Chacun d'entre eux reprend une certaine catégorie d'informations, par exemple, les formations, les grades, les salaires, les absences, etc. L'exploitation de cette nouvelle banque de données ne sera optimale qu'en 2008, lorsque toutes les données auront été validées et que les fonctions de recherche et de reporting détaillées seront prêtes pour que l'application fonctionne de manière parfaite.

## 6/ Accès facilité aux informations

### 6/1 Amélioration de l'infrastructure informatique

Début 2007, un nouveau serveur de fichiers a été conçu et installé afin de répondre aux besoins croissants en espace de stockage lié au projet GERB. La capacité totale de cette machine à haute disponibilité et haute fiabilité est actuellement de 16 TO. Sa conception modulaire permettra toutefois d'augmenter fortement sa capacité de stockage totale à l'avenir.

Les performances des serveurs opérationnels gérant l'échange des données au niveau du RMDCN (réseau GTS de la WMO) et la production destinée au bureau météorologique et aux utilisateurs externes ont été sensiblement améliorées après l'installation d'un SAN DS4800 d'IBM. L'optimisation des niveaux de redondance des données et l'accès aux disques de 4 TO permettent actuellement un traitement sans saturation des importants flux de données nécessaires pour les tâches opérationnelles.

L'IRM a remplacé plusieurs serveurs dans le courant de l'année 2007. Les utilisateurs ont bénéficié d'un nouveau serveur d'accès et d'un nouveau serveur applicatif. La migration des applications de ces serveurs a démarré et se poursuivra en 2008. L'Institut a également organisé des sessions d'information afin de mieux faire connaître les possibilités offertes par ce nouvel environnement, qui sera accessible à tous les fonctionnaires de l'IRM.

Un appel d'offres public a été lancé en vue du remplacement des imprimantes, des copieurs et des traceurs de l'IRM. L'offre a finalement été attribuée à Offimex, qui utilise du matériel Ricoh. Celui-ci a été livré en septembre et son installation a eu lieu en octobre 2007.

En ce qui concerne l'infrastructure du Pôle Espace (IRM, ORB, IAS), l'appel d'offres public de remplacement du serveur central a été attribué à FSC. Le serveur de fichiers a été installé au cours de l'automne 2007. La migration vers les nouveaux appareils s'est pratiquement déroulée sans problème. La capacité initiale de 36 TO sera doublée lors de la mise à jour prévue à la moitié du contrat, en 2009.

Le serveur de calcul, notamment destiné à la réalisation des prévisions ALADIN dans un domaine limité, a bénéficié d'une mise à jour à la moitié du contrat. Grâce aux subsides spécifiques complémentaires octroyés par le Conseil des Ministres du 22 mars 2006, le Pôle Espace dispose d'un serveur Altix 4700 SGI de 192 noyaux Itanium II.

L'infrastructure électrique des locaux opérationnels a été renforcée avant l'installation de ces serveurs. Deux convertisseurs UPS de 30 KVA ont été installés afin d'assurer l'alimentation électrique pendant le lancement du générateur auxiliaire.

La connexion RMDCN destinée au transfert des données météorologiques au niveau du RA VI de la WMO a également subi une importante mise à jour. Le débit a non seulement été porté à 2 Mbps, soit 4 fois plus qu'au départ, mais on a également augmenté la flexibilité en termes de transfert des produits. Le contrat permet désormais d'assurer des transferts vers tous les autres instituts météorologiques du RA VI et non plus vers un nombre limité de destinations.

### 6/2 GERB

Le retraitement des données de l'instrument GERB-2, de façon à disposer d'un ensemble cohérent de données climatiques (Edition 1), a été bouclé. La totalité de ces données, approuvées en vue d'une utilisation par la communauté scientifique, peut être consultée sur un serveur du projet GERB. L'accès aux données est libre après identification. Ces données permettent de procéder à des études portant sur le bilan radiatif de la terre.

### **DIFFUSION INTERNATIONALE DES DONNÉES SATELLITES DU GERB**

L'IRM a enregistré des progrès constants en matière de validation des formats de données GERB à haute résolution en vue de leur diffusion officielle aux utilisateurs finaux. Pour le moment, plus de 55 utilisateurs provenant de 31 instituts de recherche internationaux ont accès à ces données. Nous nous attendons à l'avenir à une forte croissance de ce nombre grâce à la mise à disposition de données GERB à haute résolution.



**ILLUSTRATION 5.6.** *L'arrivée du nouveau serveur de calcul.*



**ILLUSTRATION 5.7.** *Le personnel de l'IRM a profité des journées portes ouvertes pour présenter son travail en faveur de la collectivité. Le Dr Fabian Debal, membre du bureau météorologique, explique ici comment on élabore des prévisions météorologiques au jour le jour.*



**ILLUSTRATION 5.8.** *Pendant les journées portes ouvertes, un vaste public a assisté au lâcher dans l'atmosphère des ballons-sondes fournissant de plus amples informations sur les profils des paramètres météorologiques tels que la température, l'humidité, la vitesse et la direction du vent.*



### 6/3 Exploitation des observations radar

Un nombre croissant d'utilisateurs consulte les données du radar météorologique de Wideumont. Ces utilisateurs sont des services hydrologiques régionaux, des services d'épandage, des bureaux d'études ainsi que des centres de recherche belges et étrangers ou encore des universités spécialisées dans la recherche en météorologie, en hydrologie urbaine et agricole et en agronomie.

### 6/4 Journées portes ouvertes d'octobre 2007

Les 6 et 7 octobre, le grand public a eu l'occasion de visiter les trois instituts scientifiques du Pôle Espace implantés sur le plateau d'Uccle (l'IRM, l'Observatoire Royal de Belgique et l'Institut Belge d'Aéronomie Spatiale). Le thème général de ces journées portes ouvertes était « Soleil et interaction entre le Soleil et la Terre dans le cadre de l'année héliophysique internationale ». Le public a ainsi pu visiter une partie du domaine et des bâtiments tout en découvrant les activités des trois instituts.

L'IRM a montré, au public présent en grand nombre, comment on traitait chaque jour les données des satellites d'observation et de prévision. Les visiteurs ont ainsi pu découvrir les résultats les plus récents des études scientifiques consacrées au bilan radiatif de la terre, de la constante solaire et des aérosols atmosphériques. Les prévisionnistes leur ont expliqué comment on parvient aujourd'hui à prévoir correctement l'évolution du temps à court terme (quelques heures) grâce aux images satellites et aux radars météorologiques (voir illustration 5.7). Une visite du parc climatologique et un lâcher de ballons-sondes (voir illustration 5.8) figuraient également au programme.

Ces journées portes ouvertes ont connu un vif succès auprès du public, ce qui conforte les collaborateurs de l'IRM dans leur volonté de mieux faire connaître leurs travaux de recherche et l'ensemble de leurs activités, considérés en tant que service public.







Temps très nuageux partout dans le pays, brumeux avec risques locaux de légères brumes. Températures comprises entre -1 et +2 degré(s) au sud de la Sambre et de la Meuse, entre 3 et 5 degrés au centre, 6 et 7 degrés à la côte. Vent faible à modéré du sud-ouest.

# Contributions au rayonnement international de la Belgique

## 1/ Réunion du comité central de l'action COST

Les 29 et 30 janvier 2007, le comité central de l'action COST 726 « Long term changes and climatology of UV radiation over Europe » s'est réuni à l'IRM. Douze personnes y ont participé. Le but était de procéder à des choix, dans le cadre d'un noyau restreint issu des différents groupes de travail de cette action COST, concernant les données introduites pour les modèles de reconstruction des rayons UV en Europe depuis 1950, qui constituent l'objectif final de l'action COST.

Après la présentation d'un certain nombre de possibilités, on a décidé lors de cette réunion d'utiliser les données existant depuis 1950 pour l'ozone en fonction de leur disponibilité (données satellites et données provenant d'un modèle de régression). Pour la description de l'influence de la nébulosité, le comité central a opté pour l'approche appelée Cloud Modification Factors, dérivée des mesures globales du rayonnement solaire disponibles sur une longue période à de nombreux endroits. En cas d'absence d'observations disponibles pour certaines zones, les données seront complétées par celles provenant des réanalyses du centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF).

Provenance des participants :

- 2 : **Institut Royal Météorologique** (IRM - Belgique) ;
- 2 : **Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu** (RIVM – Pays-Bas) ;
- 1 : **Finnish Meteorological Institute** (FMI – Finlande) ;
- 1 : **Institute of Meteorology and Water Management** (IMGW – Pologne) ;
- 1 : **Institute of Geophysics** (IGF – Pologne) ;
- 1 : **Deutsche Wetterdienst** (DWD – Allemagne) ;
- 1 : **Meteorologisches Institut der Universität München** (LMU MIM – Allemagne) ;
- 1 : **Joint Research Center** (JRC – Union Européenne) ;
- 1 : **Laboratory of Atmospheric Physics of the University of Thessaloniki** (LAP – Grèce) ;
- 1 : **Geophysical Institute, academy of science** (GI - Slovaquie).

**FIG. 6.1.** Photo inaugurale de l'exposé présenté par Robert Leander (KNMI) lors de la journée de rencontre bilatérale IRM-KNMI du 12 octobre 2007.



## 2/ Journée de rencontre bilatérale consacrée aux « changements climatiques et aux scénarios climatiques » IRM -KNMI du 12 octobre 2007

C'est le 12 octobre 2007 qu'a eu lieu à l'IRM la journée de rencontre bilatérale IRM - KNMI présidée par le Dr Henri Malcorps, directeur général de l'IRM, en présence du Dr Frits Brouwer, directeur général du KNMI et du Dr Arie Kattenberg, conseiller climatique au KNMI.

Cette journée de rencontre a réuni un certain nombre de scientifiques des deux instituts s'occupant de la recherche scientifique portant sur les changements et les scénarios climatiques. Les scientifiques ont présenté les résultats de leurs recherches, qui ont ensuite fait l'objet de discussions.

Les deux directeurs ont décidé de poursuivre la collaboration dans ce domaine et plus spécifiquement concernant l'application KNMI 2006 scénarios climatiques pour la Belgique. Cette décision s'est traduite par une offre « Calcul des scénarios climatiques pour la Flandre », commanditée par l'INBO (Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek). Cette mission a été confiée début janvier 2008 à l'IRM, les sous-traitants étant le KNMI et le département Hydraulique de l'Université Catholique de Leuven.

## 3/ Réunion du Steering Group « Land Surface Analysis » à l'IRM les 22 et 23 février 2007

Cette réunion semestrielle du Steering Group (SG) s'est déroulée dans les locaux de l'IRM. Elle a réuni des membres délégués de divers instituts météorologiques participant à ce consortium : le service météorologique portugais (IM), hôte de la SAF, Météo-France et le service météorologique finlandais (FMI). Le STG (Scientific and Technical Group) d'EUMETSAT était représenté par son représentant italien. La réunion était présidée conjointement par le représentant de l'IM et par les responsables de la SAF au sein d'EUMETSAT. Les membres du secrétariat d'EUMETSAT faisaient, eux aussi, partie de la délégation EUMETSAT.

Le but de cette réunion était de dresser un état des lieux de l'avancement du projet et des prochaines actions. Le SG a constaté que le projet progressait conformément au planning prévu.



#### 4/ Réunion de validation des produits liés aux précipitations et de validation hydrologique des produits du projet H-SAF

Le projet « Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management » (H-SAF), financé par EUMETSAT, a pour but de concevoir des produits liés aux précipitations, à l'humidité au sol et à la quantité de neige sur la base des données des satellites météorologiques opérationnels. La validation de ces produits constitue une tâche essentielle du projet et ce point a fait l'objet d'une réunion de l'IRM du 21 au 23 mars 2007. Celle-ci a réuni les groupes de validation des produits relatifs aux précipitations et des produits des applications hydrologiques. On notait également la présence de représentants des groupes chargés du développement des divers produits. Ces groupes se composent d'équipes des services météorologiques d'Autriche, de Belgique, de Finlande, de France, de Hongrie, d'Italie, de Pologne, de Slovaquie et de Turquie ainsi que d'équipes du service hydrologique allemand, de la protection civile italienne et de divers centres de recherche et universités français, italiens et turcs.

Le but premier de cette réunion était d'obtenir des informations complémentaires relatives aux progrès réalisés récemment en matière de développement des produits et des caractéristiques techniques des produits déjà disponibles. Le deuxième but était de présenter les progrès réalisés en ce qui concerne les algorithmes de changement d'échelle et d'assimilation des données et de discuter des méthodologies de validation appliquées par les différentes équipes. Grâce au nombre de pays impliqués par cette validation, la diversité des climats et des conditions hydrologiques existant en Europe était bien représentée. Les méthodes de validation peuvent ainsi révéler certaines spécificités, par exemple en fonction des réseaux d'observation disponibles ou des modèles hydrologiques appliqués. Cette réunion a donc permis aux différentes équipes de mieux se connaître et a contribué à la coordination des méthodes en vue d'une intégration harmonieuse de tous les résultats.

**ILLUSTRATION 6.2.** La réunion H-SAF à l'IRM, en mars 2007, avec 27 participants provenant de 10 pays.



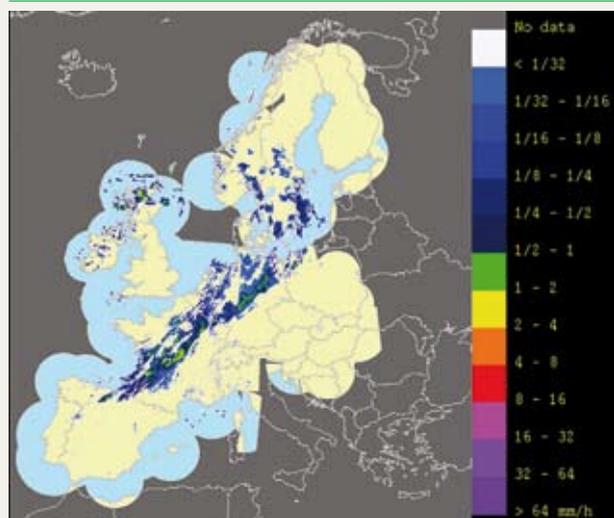
## 5/ Le rôle de l'IRM dans le cadre de la collaboration internationale ALADIN

Le directeur général, le Dr H. Malcorps, est actuellement président de la General Assembly de l'organe de collaboration ALADIN, l'organe qui prend les décisions stratégiques au sein de la structure de management ALADIN. Le Dr P. Termonia est par ailleurs président du Committee for Scientific and System/maintenance Issues (CSSI), qui conseille le management sur les plans scientifique et technique. Dans le cadre de cette fonction, il siège également en tant qu'observateur au sein du Programme Advisory Committee (PAC) qui fournit des conseils stratégiques à la General Assembly et dans le cadre du HIRLAM Advisory Council (HAC) de l'organe de collaboration international HIRLAM.

## 6/ EUMETNET/OPERA

L'IRM participe activement au programme EUMETNET/OPERA qui a pour but d'harmoniser et d'améliorer l'échange d'informations radar entre les différents services météorologiques nationaux d'Europe. La troisième phase de ce programme a démarré en 2007 et a pour but de consolider le réseau de radars européens tout en développant un ensemble de données opérationnel en vue de la génération d'une image radar composite de haute qualité couvrant l'ensemble de l'Europe. L'illustration 6.3 présente un exemple de l'image composite OPERA générée par la version-test de cet ensemble de données.

**ILLUSTRATION 6.3.** Image radar composite des précipitations en Europe (EUMETNET/OPERA).



## 7/ INTERLATAM

Le projet INTERLATAM a pour but d'aider les pays possédant une infrastructure scientifique moins développée à intégrer le consortium INTERMAGNET grâce à leurs observations magnétiques. Dans le cadre de ce projet, l'IRM a conçu le magnétomètre LAMA à Dourbes.

Le LAMA a entre-temps été installé dans plusieurs pays d'Amérique du Sud. Le Pakistan en a également commandé deux exemplaires à l'IRM. Un théodolite DIFlux « Tavistock » avec électronique FLM2/A correspondante a également été livré en collaboration avec le British Geological Survey.

Un échange de scientifiques et d'experts a par ailleurs eu lieu entre l'IRM et la SUPARCO (Space and Upper Atmosphere Research Commission) de Karachi.

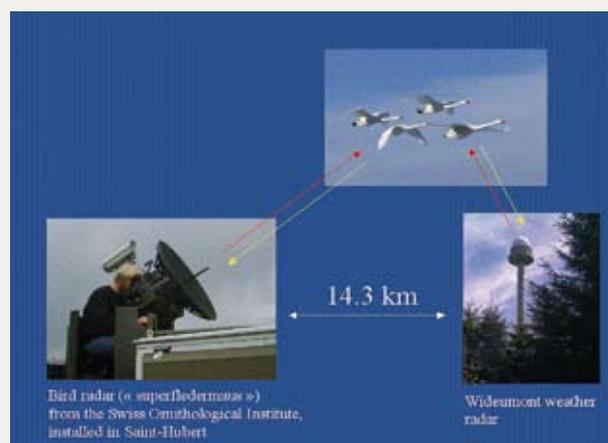


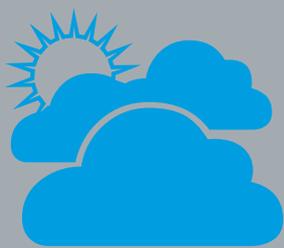
## 8/ Projet ESA/FlySAFE

L'IRM a participé à un projet international lié à l'utilisation des mesures Doppler des radars météorologiques afin de détecter les déplacements d'oiseaux migrateurs. Ce projet, financé par l'ESA (organisation spatiale européenne), est soutenu par un partenariat entre l'IRM, le KNMI (service météorologique des Pays-Bas), Météo-France, l'Institut Ornithologique Suisse ainsi que les forces aériennes belges et hollandaises. Le but est de repérer en temps réel, grâce aux données fournies par les radars, les déplacements des oiseaux migrateurs afin d'améliorer la sécurité du trafic aérien et de réduire le nombre de collisions entre des avions et des oiseaux. Les chercheurs souhaitent en outre isoler, dans les données radar, les échos renvoyés par les oiseaux afin d'améliorer la qualité des produits radar.

C'est en septembre 2007 que l'Institut Ornithologique Suisse a installé à Saint-Hubert, dans les Ardennes, un radar de détection des oiseaux (la « Super chauve-souris ») (voir illustration 6.4). Ce radar a observé les migrations des oiseaux pendant 4 semaines. Les données collectées ont été comparées à celles relevées par le radar météorologique de Wideumont, à quelques kilomètres de là. Une campagne similaire a été organisée à Utrecht, aux Pays-Bas, une campagne d'observation étant par ailleurs mise sur pied en France, près de Paris. Si les résultats de ce projet sont convaincants, la détection radar des migrations d'oiseaux sera généralisée à l'ensemble du réseau des radars européens.

**ILLUSTRATION 6.4.** Campagne d'observation du projet ESA/FlySAFE dans le but d'utiliser les radars météorologiques pour détecter les migrations d'oiseaux en temps réel.





Il y aura encore généralement beaucoup de nuages en Haute-Belgique avec des périodes de pluie ou de bruine dans les Ardennes et en Lorraine belge. Ailleurs, le temps restera sec et même largement ensoleillé. Les températures oscilleront en Haute-Belgique entre 3 et 5 degrés et ailleurs entre 6 et 7 degrés. Le vent d'ouest - nord-ouest soufflera de façon légère à modérée.

# Modernisation de la gestion

## 1/ Application du nouveau 'Common Assessment Framework Model'

Le modèle CAF (Common Assessment Framework Model) constitue le modèle de qualité adapté au secteur public de l'EFQM (« European Foundation for Quality Management »). Il a pour but d'améliorer les organisations grâce à l'auto-évaluation.

L'IRM a déjà procédé à une évaluation CAF en 2001. Celle-ci s'est soldée par d'excellents scores en termes de « leadership », de « strategic planning » et de « partnership and resources ». Les points faibles ont été « people results » et « society results ». « People results » portait sur le degré de satisfaction des membres du personnel de l'IRM. Afin d'améliorer l'institution dans ce domaine, l'IRM a fait appel à un bureau externe chargé de réaliser un audit portant sur le degré de satisfaction du personnel. À partir de ces informations, l'IRM a ensuite pris diverses initiatives visant à améliorer ce score. En ce qui concerne l'amélioration des « society results », l'IRM a surtout misé sur une étude commanditée par le SPF Politique Scientifique à l'ULB pour l'ensemble des institutions scientifiques fédérales. Cette étude a manifestement fourni des informations importantes pour les musées mais pour l'IRM, aucun indicateur pertinent n'a pu être présenté.

Une auto-évaluation a de nouveau eu lieu en 2007, selon le nouveau modèle CAF, censé faciliter l'auto-évaluation. Cette fois-ci, l'IRM a également obtenu d'excellents scores pour « people results » mais le score relatif aux mesures liées aux « society results » est resté faible.

## 2/ Consolidation de la stratégie d'innovation

L'IRM a conçu une stratégie d'innovation permettant de convertir les idées avancées par les utilisateurs et les collaborateurs en vue de nouveaux produits et services. Des indicateurs permettant de suivre ce processus ont été développés et mis en service opérationnel. Afin d'améliorer l'efficacité de la phase de développement, on a accordé en 2007 énormément d'attention aux possibilités offertes par une banque de données relationnelle.

## 3/ Amélioration et extension du 'management information system'

La stratégie de l'institution repose sur une « balanced score card », le but étant de trouver un certain équilibre entre innovation et apprentissage, processus, utilisateurs et finances. L'IRM a défini des indicateurs pour ces divers composants et ces indicateurs ont été systématiquement collectés et surveillés.

Les efforts destinés à poursuivre l'amélioration du « management information system » grâce au recours à l'informatique ont été prolongés.

En ce qui concerne le développement du système de gestion de l'information, on a mis l'accent sur les liens internes existant entre les divers composants. Ceux-ci permettent en effet de gérer les processus de travail (workflow), les documents (document management system), les informations (intranet, wiki) et les projets. Un nouveau composant est venu s'ajouter à la liste : un outil de gestion des données du personnel se composant d'une banque de données, d'un module software pour le traitement des données et d'une interface Web. Cette interface Web a été intégrée à l'intranet et permet au service des ressources humaines de gérer les dossiers du personnel.

Grâce au lien établi entre le composant de gestion des données du personnel et le système workflow, ce dernier peut accéder aux données du personnel et peut donc les utiliser dans le cadre de l'exécution des processus. Un exemple : si un collaborateur exécute un workflow exigeant l'approbation de son chef, par exemple, un bon de commande ou un appel d'offres, le workflow identifie le chef concerné grâce à la banque de données du personnel et les données lui sont automatiquement envoyées.

Une attention toute particulière a été consacrée au développement des workflows. Sur le plan opérationnel, le système workflow a traité près de 1000 processus automatisés, dont 922 appels d'offres internes. En ce qui concerne l'implémentation, la personne responsable des workflows au sein de l'IRM a pu être impliquée dans le processus de modélisation et la génération du processus automatisé grâce à la nouvelle JPED (Java Process Editor design workflow interface)..

Malgré la convivialité de l'interface JPEd, sa courbe d'apprentissage reste toutefois élevée, ce qui est principalement dû au caractère rigide du système. Pour chaque processus, ce système exige en effet que tous les exécutants (les acteurs du processus), les activités, les données et les circonstances soient parfaitement identifiés et intégrés au design. Le moindre élément manquant ou erroné peut complètement modifier le comportement du workflow lors de son exécution. La modélisation du processus exige donc de gros efforts en termes d'analyse, de réanalyse, de synthèse, d'identification des scénarios et de gestion des variables. Souvent, le processus automatisé s'avère différent du processus « actuel » parce qu'il a subi une, voire plusieurs optimisation(s).

#### 4/ Bien-être du personnel : sécurité et prévention

L'IRM dispose désormais d'un collaborateur affecté à la sécurité et à la prévention. Tout nouveau collègue est donc accueilli par notre responsable de la sécurité et reçoit toutes les informations utiles concernant les risques généraux et spécifiques liés à certaines tâches ainsi qu'aux mesures prises pour les prévenir. Ce briefing prévoit également une brève présentation de la structure et du fonctionnement du service de prévention externe.

Le service de prévention externe IDEWE a commencé l'exécution d'examens médicaux destinés au personnel. Le contenu de ces examens a été déterminé à partir de l'analyse des risques des différents postes de travail individuels. En fonction des risques constatés et de l'âge des membres du personnel, cet examen aura lieu tous les ans, tous les trois ans ou tous les cinq ans. IDEWE est également habilité à donner son avis concernant d'autres éléments repris dans la loi sur le bien-être.

#### 5/ Instauration d'une comptabilité analytique

En tant que membre d'Ecomet réalisant un chiffre d'affaires important, l'IRM tient à répondre aux exigences de transparence et souhaite donc tenir une comptabilité analytique détaillée dès cette année 2008.

Une telle comptabilité analytique permet de réaliser une analyse détaillée des coûts et des revenus par division, par projet et par département. L'IRM fait pour cela appel à un modèle pyramidal adapté à sa structure organisationnelle. Les revenus couvrent les factures commerciales adressées aux particuliers, aux institutions d'assurance, aux institutions publiques, aux parastataux et autres. Pour ses projets, l'IRM perçoit également des revenus de l'ESA, de la Communauté Européenne et de la Loterie Nationale. Les coûts sont répartis par projet, par division et par département.







Cette nuit, le temps restera très nuageux, brumeux et orageux. Une éclaircie sera possible plus tard à la côte ou sur l'extrême ouest du pays. Les températures n'évolueront guère ou pas du tout. Le vent soufflera un peu plus fort de direction sud-ouest à ouest.

# Aperçu climatologique 2007

## 1/ Des records de température ont une nouvelle fois été battus

En 2007, la température annuelle moyenne a de nouveau battu un record. Elle a atteint à Uccle une valeur de 11,5 °C, battant ainsi le récent record de 11,4 °C qui ne datait que de 2006. Des records thermométriques (janvier et avril) ainsi que des records saisonniers (hiver et printemps) ont également été largement battus en 2007. Les premières observations régulières faites à Bruxelles-Uccle remontent à 1833.

Le mois d'avril a été un mois extrême avec des records de température, un ensoleillement généreux et de longue durée, une vitesse de vent faible et aucune précipitation. C'est même la toute première fois au cours d'un mois calendrier qu'aucune goutte de pluie n'est mesurée par les pluviomètres. Le printemps a par ailleurs été marqué par un nouveau record, celui de la période la plus longue sans précipitation : il n'est rien tombé à Uccle entre le 31 mars et le 5 mai, ce qui correspond donc à 36 jours consécutifs sans pluie (le précédent record datait de 1887 avec une période de sécheresse ininterrompue de 35 jours entre le 4 juin et le 8 juillet). Citons encore la vitesse moyenne du vent, exceptionnellement faible sur l'ensemble de l'année.

Quelques unes des valeurs caractéristiques de l'année 2007 sont reproduites dans le tableau 8.1. Le tableau 8.2 précise la valeur des degrés d'anormalité qui sont appliqués dans le tableau 8.1 ainsi que dans le texte.

**TABLEAU 8.2 : Définition du degré d'anormalité d'un paramètre climatologique, exprimé en périodes de récurrence moyennes.**

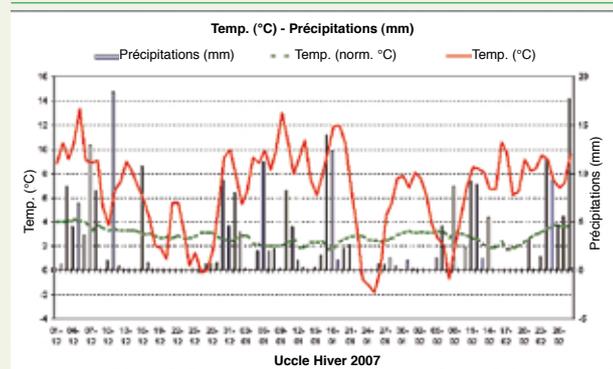
Symbole	Degré d'anormalité	Phénomène atteint ou dépassé
n	normal	-
a	anormal	6 ans
ta	très anormal	10 ans
e	exceptionnel	30 ans
ve	vraiment exceptionnel	100 ans

**TABLEAU 8.1. Valeurs 2007 et valeurs normales pour divers paramètres météorologiques relevés à Uccle. La colonne « Caractéristiques statistiques » fournit une indication du degré d'anormalité du paramètre concerné en 2007, exprimé en période de récurrence (cf. définition du tableau 8.2).**

	2007	Normales*	Caractéristiques statistiques
Pression atmosphérique (réduite au niveau de la mer) (hPa)	1017,0	1015,7	n
Vitesse moyenne du vent (m/s)	3,3	3,7	e
Durée d'ensoleillement (h)	1472	1554	n
Température moyenne (°C)	11,5	9,7	ve
Température maximale moyenne (°C)	15,3	13,8	ve
Température minimale moyenne (°C)	7,8	6,7	ve
Température maximale absolue (°C)	30,9	31,7	n
Température minimale absolue (°C)	-6,8	-8,9	n
Nombre de jours de gel (min. < 0°C)	27	46,8	ta
Nombre de jours hivernaux (max. < 0°C)	1	7,8	a
Nombre de jours estivaux (max. ≥ 25 °C)	23	24,6	n
Nombre de jours de chaleur extrême (max. ≥ 30°C)	2	3,3	n
Humidité relative de l'air moyenne (%)	80	81	n
Pression de vapeur moyenne (hPa)	11,0	10,3	ta
Total des précipitations (mm)	879,5	804,8	n
Nombre de jours avec précipitations mesurables (≥ 0,1 mm)	204	207,2	n
Nombre de jours orageux dans le pays	94		

\* Les normales et les caractéristiques ont été calculées pour les observations réalisées au cours de la période 1901-2000, à l'exception des températures extrêmes (maximales et minimales) et des paramètres qui en résultent (valeurs absolues et nombre de jours) pour lesquels la période de référence est 1968-2000 (début des relevés en cabane fermée). Étant donné que la méthode d'observation des orages a évolué, la série d'observations du nombre de journées orageuses dans notre pays n'est pas homogène. Les valeurs statistiques n'ont donc pas été calculées.

**ILLUSTRATION 8.1.** Températures et quantités journalières de précipitations à Uccle au cours de l'hiver 2007.



**L'HIVER** (de décembre 2006 à février 2007, voir illustration 8.1) a été exceptionnellement doux, dans la lignée du record de chaleur de l'automne 2006. La température moyenne a atteint la valeur vraiment exceptionnelle de 6,6 °C, soit 3,5 °C de plus que la valeur normale (3,1 °C). Cette valeur a également établi un nouveau record écrasant le précédent, observé en 1990 avec une valeur de 6,1 °C.

À Uccle, tous les mois d'hiver ont enregistré des températures moyennes supérieures à la normale. La température du mois de janvier a été particulièrement remarquable. Le dernier mois record observé à Uccle en termes de douceur des températures hivernales, qui datait du 19<sup>e</sup> siècle, a été battu : la température moyenne a atteint 6,9°C en janvier 1834 mais à cette fois-ci été de 7,2 °C, soit également 4,6 °C de plus que la valeur normale pour un mois de janvier (2,6 °C).

Parallèlement à cette douceur des températures, on a également enregistré à Uccle une quantité vraiment anormale de précipitations : un total saisonnier de 270,7 mm pour une valeur normale de 186,8 mm. Nous sommes toutefois restés loin du record de 1995, lorsque la quantité de précipitations hivernales a atteint les 365,9 mm.

La durée d'ensoleillement de la saison hivernale a été très anormalement basse : nous n'avons en effet enregistré que 124 heures d'ensoleillement à Uccle alors que la valeur normale est de 168 heures (l'hiver le plus sombre a été celui de 1923 avec à peine 83 heures d'ensoleillement).

**LE PRINTEMPS** (de mars à mai, voir illustration 8.2) a été, tout comme l'automne 2006 et l'hiver 2007, caractérisé par des records de température moyenne. Une nouvelle fois, tout comme au cours des six mois précédents, les valeurs de température mensuelles moyennes ont été nettement supérieures à la normale.

À Uccle, le printemps 2007 s'est hissé en première place des printemps les plus chauds depuis le début des observations en 1833, avec une température moyenne de 12,3 °C, soit 2,8 °C de plus que la valeur printanière normale (9,5 °C). Tout comme pour l'automne 2006, la différence avec le précédent record (1,1 °C) est impressionnant, par comparaison avec l'ancien record de 1993 (11,2 °C). Selon les paramètres statistiques de la série des températures moyennes à Bruxelles-Uccle, un tel événement se produit en moyenne moins d'une fois tous les 500 ans (en supposant que le climat soit stable).

Pendant ce printemps, c'est surtout le mois d'avril qui s'est distingué en battant toute une série impression-



nante de records mensuels, dont celui de la température moyenne (avec 14,3 °C - pour une valeur normale de 9,0 °C), de la température maximale moyenne (20,5 °C contre 13,1 °C), de la durée d'ensoleillement (284,2 h contre 158 h) et de la vitesse moyenne du vent (2,8 m/s contre 3,7 m/s). Signalons encore la valeur très faible de l'humidité moyenne relative de l'air, avec en moyenne 62 % pour une valeur normale de 77 % (le record mensuel le plus bas reste toutefois celui de 1893 et de 1959 avec seulement 59 %).

Le nouveau record, et également le plus symbolique de ce mois d'avril 2007, reste néanmoins celui des précipitations : il s'agit en effet du premier mois calendaire à n'enregistrer aucune précipitation mesurable à Bruxelles-Uccle depuis 1833 (il tombe en moyenne pendant ce mois-là 53,1 mm en 17 jours). La carence en précipitations du mois le plus sec précédent remonte à avril 1893, lorsqu'on a enregistré que 0,5 mm de précipitations au total pendant trois jours. Il n'est en outre tombé aucune goutte de pluie entre le 31 mars et le 5 mai 2007, ce qui correspond à une période de 36 jours consécutifs, ce qui constitue à nouveau un record pour Bruxelles-Uccle.

Par le passé, Bruxelles-Uccle avait déjà connu d'autres longues périodes de sécheresse :

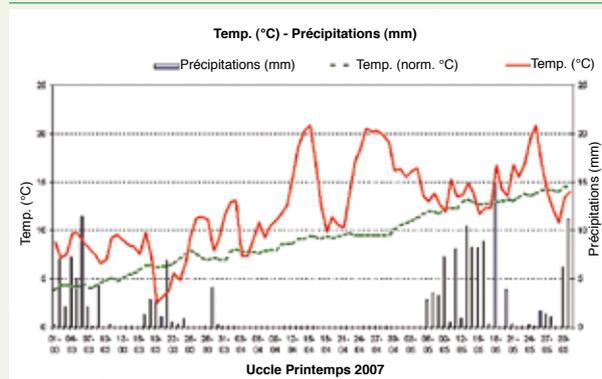
- en 1887 : aucune précipitation entre le 4 juin et le 8 juillet, soit 35 jours ;
- en 1834 : aucune précipitation entre le 11 septembre et le 10 octobre, soit 30 jours ;
- en 1959 : aucune précipitation entre le 22 août et le 20 septembre, soit ici encore 30 jours (il a ensuite plu moins de 5 mm sur deux jours, ceux-ci étant suivis d'une nouvelle période de sécheresse ininterrompue de 17 jours).

**L'ÉTÉ** (de juin à août, voir illustration 8.3) s'est caractérisé par une quantité anormalement élevée de précipitations. Nous avons enregistré 252,8 mm à Uccle pour une normale saisonnière de 210,4 mm. Pour le reste et contrairement à l'été 2006 (exceptionnel en termes de chaleur au cours du mois de juillet et de précipitations en août), l'été 2007 a été plutôt banal, comme un mois d'été typiquement belge.

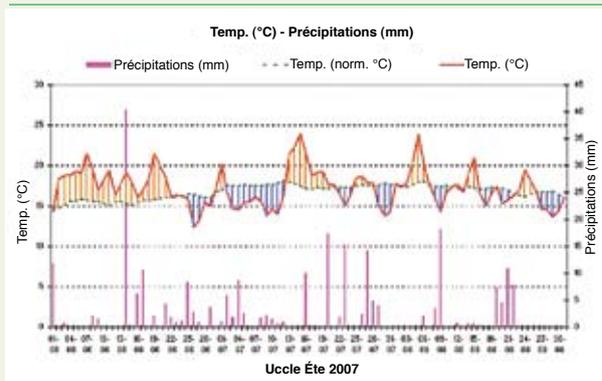
Dans le sillage de l'été, **L'AUTOMNE** (de septembre à novembre, voir illustration 8.4) est, lui aussi, resté dans des valeurs normales. Signalons tout de même que la vitesse moyenne du vent au cours du mois d'octobre a été exceptionnellement faible.

Reste enfin le dernier mois de l'année, avec un contraste important en ce qui concerne les quantités de précipi-

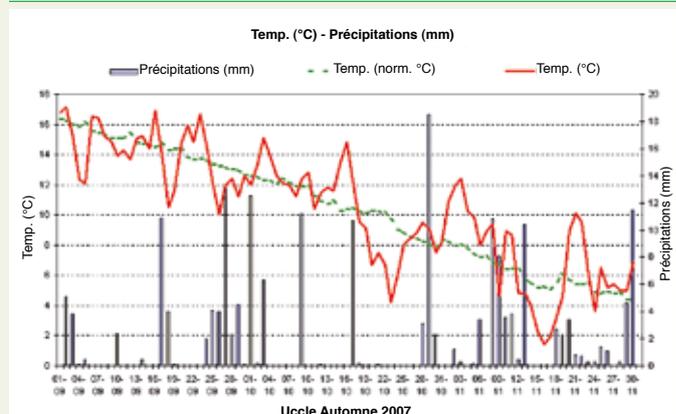
**ILLUSTRATION 8.2.** Températures et quantités de précipitations journalières à Uccle au cours du printemps 2007.



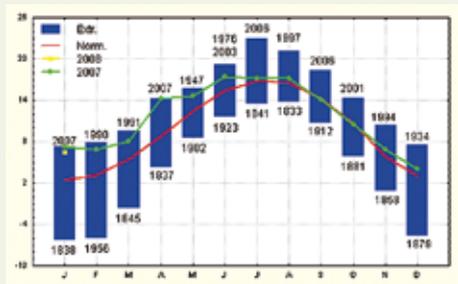
**ILLUSTRATION 8.3.** Températures et quantités journalières de précipitations à Uccle pendant l'été 2007.



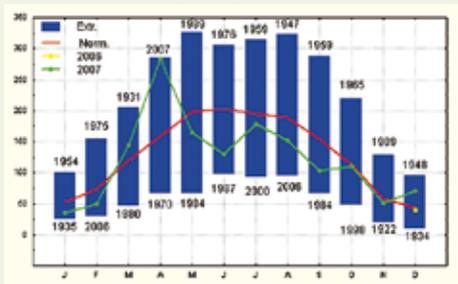
**ILLUSTRATION 8.4.** Températures et quantités journalières de précipitations à Uccle pendant l'automne 2007.



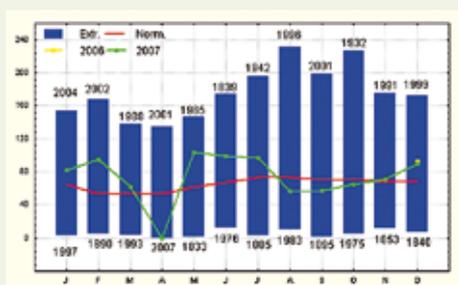
**ILLUSTRATION 8.5.** Températures mensuelles moyennes à Uccle (°C).



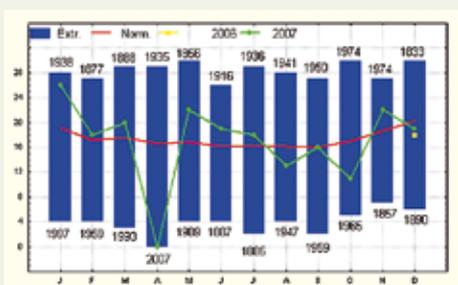
**ILLUSTRATION 8.6.** Durée d'ensoleillement mensuelle à Uccle (en heures).



**ILLUSTRATION 8.7.** Quantités mensuelles de précipitations à Uccle (en mm).



**ILLUSTRATION 8.8.** Nombre mensuel de jours de précipitations à Uccle.



tations. La première décade de décembre a été exceptionnellement humide avec 82,8 mm de précipitations. Le record datant de 1910 à Uccle a alors été battu (le précédent record datait de 1929 avec 69,6 mm). La deuxième décade a par contre été la plus sèche depuis le début de l'année 1901 avec un total de 0,9 mm alors que le précédent record datait de 1951 avec 1,1 mm.

Pour Uccle, les lignes vertes des illustrations 8.5 à 8.8 représentent respectivement les valeurs mensuelles de la température moyenne, de la durée d'ensoleillement, du total de précipitations et du nombre de jours de précipitations. Les illustrations montrent par ailleurs les valeurs mensuelles normales (courbe rouge) ainsi que les valeurs extrêmes observées à Bruxelles-Uccle depuis le début des mesures pour chaque paramètre (1833 pour la température et les précipitations et 1887 pour la durée d'ensoleillement).

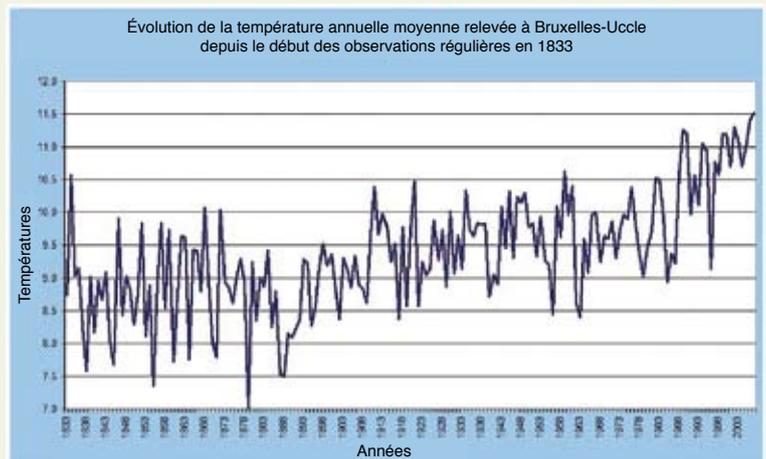
Nous pouvons conclure de tout ce qui précède que l'hiver très doux et le printemps très chaud expliquent le record de température moyenne annuelle enregistré en 2007 à Uccle (voir illustration 8.5). Le précédent record, très récent puisqu'il datait de 2006, a donc été battu. Cette succession de deux années record est due à la longue période de températures anormalement élevées, observée dans nos régions entre septembre 2006 et juin 2007.

Pour l'ancien record de 2006, il convient également de tenir compte de la température exceptionnellement élevée enregistrée durant tout l'été, malgré un mois d'août normal. En 2007, la température annuelle moyenne a été de 11,5 °C (normale : 9,7 °C), alors que le précédent record de 2006 était de 11,4 °C (voir illustration 8.9).

Nous avons par ailleurs constaté qu'entre les mois de mai et de novembre, la durée mensuelle d'ensoleillement a été inférieure à la normale et que la vitesse moyenne du vent était exceptionnellement basse, en raison du très faible vent enregistré en avril et en octobre ainsi que, dans une moindre mesure, en novembre.

La période de 36 jours sans précipitations en plein cœur du printemps 2007 restera un phénomène notoire. Le mois d'avril entrera dans l'histoire comme étant le premier mois calendrier sans la moindre goutte de pluie à Uccle depuis 1833. Pour les autres mois, les quantités de précipitations ont oscillé autour des valeurs normales et pour l'ensemble de l'année, le total de précipitations a été normal, avec un total de 879,5 mm pour 204 jours de précipitations (normales : 804,8 mm en 207 jours).

**ILLUSTRATION 8.9.** *Évolution de la température annuelle moyenne relevée à Bruxelles-Uccle depuis le début des observations régulières en 1833. Notons que les deux années consécutives les plus chaudes ont été celles de 2006 et 2007 et que les 14 années les plus chaudes ont été observées au cours de ces 19 dernières années (depuis 1989).*





# Comité Scientifique, Commission de Gestion, Commission de Recrutement et de Promotion et Comité Directeur de l'IRM

## 1/ Comité Scientifique

### PRÉSIDENT :

Prof. Dr Ch. Bouquegneau

### CHEF DE L'INSTITUTION, MEMBRE D'OFFICE :

Dr H. Malcorps

### MEMBRES DU PERSONNEL DE CADRE DE L'INSTITUTION :

Dr D. De Muer

Dr J. Rasson

Prof. Dr E. Rouvas-Nicolis

Dr A. Joukoff

### ÉMINENTS SCIENTIFIQUES CHOISIS EN DEHORS DE L'INSTITUTION :

Prof. Dr Cl. Buess-Herman

Prof. Dr J. Cornelis

Prof. Dr H. Dejonghe

Prof. Dr Ch. De Mol

## 2/ Commission de Gestion

### MEMBRES BÉNÉFICIAIRE DU DROIT DE VOTE :

Monsieur W. De Smet, président

Dr H. Malcorps, vice-président

Dr R. Van der Linden, vice-président

Monsieur N. Parmentier, vice-président

Monsieur R. Renier, attaché

Monsieur le vicomte D. Frimout

Monsieur P. Debouverie

Monsieur M. Praet

Monsieur T. Mary

## 3/ Commission de Recrutement et de Promotion

### PRÉSIDENT :

Monsieur L. Grauls

### CHEF DE L'INSTITUTION, MEMBRE D'OFFICE :

Dr H. Malcorps

### ÉMINENTS SCIENTIFIQUES CHOISIS EN DEHORS DE L'INSTITUTION :

Prof. Dr J. Paredaens

Prof. Dr F. Ronday

Prof. Dr G. Schayes

## 4/ Comité Directeur

### CHEF DE L'INSTITUTION, PRÉSIDENT D'OFFICE :

Dr H. Malcorps

### MEMBRES DU PERSONNEL DE CADRE DE L'INSTITUTION :

Dr D. De Muer

Dr J. Rasson

Prof. Dr C. Rouvas-Nicolis

Dr Ch. Tricot

### SECRÉTAIRE

Madame E. Honnay

# Publications scientifiques et Conférences

## 1/ Publications avec comité de lecture

BEHEYDT D., POLDERS C., DE BACKER H., VAN HOOSTE H., MIRA, *Aantasting van de ozonlaag, in Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergrond-document 2007*, Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieurapport.be/AG>, 2007.

DELOBBE L., *Schatting van de neerslag met behulp van een meteorologische radar*, Wetenschappelijke en technische publicatie van het KMI - Nr 47, 1-51.

DE PAEPE B., IGNATOV A., DEWITTE S., *Aerosol retrieval over ocean from SEVIRI for the use in GERB Earth's radiation budget analyses*, Remote Sensing of Environment, Vol. 112 No 5, pp 2455-2468, DOI 10.1016/j.rse.2007.11.005.

DE WIT M. J. M., VAN DEN HURK B., WARMERDAM P. M. M., TORFS P. J. J. F., ROULIN E., VAN DEURSEN W. P. A., *Impact of climate change on low-flows in the river Meuse*, Climatic Change, 82, 2007, p. 351-372.

GERARD L., *An integrated package for subgrid convection, clouds and precipitation compatible with the meso-gamma scales*, Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 133, 2007, pp 711-730.

JIANG, Y.B., FROIDEVAUX L., LAMBERT A., LIVESEY N.J., READ W.G., WATERS J.W., BOJKOV B., LEBLANC T., MCDERMID I.S., GODIN-BEEKMANN S., FILIPIAK M.J., HARWOOD R.S., FULLER R.A., DAFFER W.H., DROUIN B.J., COFIELD R.E., CUDDY D.T., JARNOT R.F., KNOSP B.W., PERUN V.S., SCHWARTZ M.J., SNYDER W.V., STEK P.C., THURSTANS R.P., WAGNER P.A., ALLAART M., ANDERSEN S.B., BODEKER G., CALPINI B., CLAUDE H., COETZEE G., DAVIES J., DE BACKER H., DIER H., FUJIWARA M., JOHNSON B., KELDER H., LEME N. P., KÖNIG-LANGLO G., KYRO E., LANEVE G., FOOK L. S., MERRILL J., MORRIS G., NEWCHURCH M., OLTMANS S., PARRONDOS M.C., POSNY F., SCHMIDLIN F., SKRIVANKOVA P., STUBI R., TARASICK D., THOMPSON A., THOURET V., VIATTE P., VÖMEL H., VON DER GATHEN P., YELA M., ZABLOCKI G., *Validation of Aura Microwave Limb Sounder Ozone by*

*Ozonesonde and Lidar Measurements*, J. Geophys. Res., 112, D24S34, doi:10.1029/2007JD008776, 2007.<http://www.agu.org/journals/jd/jd0723/2007JD008776/2007JD008776.pdf>.

HAMDI R., SCHAYES G., *Validation of Martilli's urban boundary layer scheme with measurements from two mid-latitude European cities*, Atmospheric Chemistry and Physics - Vol 7, 2007, p.4513-4526.

HENRY B., JORDANOVA D., JORDANOVA N., HUS J., BASCOU J., FUNAKI M., DIMOV D., *Alternating field-impressed AMS in rocks*, Geophysical Journal International, 168, 2007, p. 533-540.

HUS J., ECH-CHAKROUNI S., *Etude archéomagnétique de trois installations à feu de Chagar Bazar (Syrie)*. Dans : Chagar Bazar (Syrie) II. Les vestiges « Post-Akkadiens » du chantier D et études diverses, Publications de la Mission archéologique de l'Université de Liège en Syrie. Editeurs. Önhan Tunca, A. McMahon et Abd el-massih Baghdo, 2007, p. 268-284.

JORDANOVA D., HUS J., GEERAERTS R., *Palaeoclimatic implications of the magnetic record from loess/palaeosol sequence Viatovo (NE Bulgaria)*, Geophysical Journal International, 171, 3, 2007, p.1036-1047.

KOREPANOV V., KLYMOVYCH YE., KUZNETSOV O., PRISTAY A., MARUSENKOV A., RASSON J., *New INTERMAGNET Fluxgate Magnetometer*, Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences C-99(398), 2007, 291-298.

KOZAK, J., NICOLIS C., NICOLIS G., *Modeling the early stages of self-assembly in nanophase materials*, J. Chem. Phys., 2007, 126, 154701(8).

NICOLIS, C., *Dynamics of model error: the role of the boundary conditions*, J. Atmos. Sci., 64, 2007, 204-215.

NICOLIS C., NICOLIS G., *Dynamics of switching in nonlinear kinetics*, J. Phys.:Condens., Matter 19, 2007, 065131(13).

NICOLIS C., NICOLIS S., *Return time statistics of extreme events in deterministic dynamical systems*, Europhysics Lett. 80, 2007, 40003 1-6.

NICOLIS G., NICOLIS C., *Complex systems*, Scholarpedia, [http://www.scholarpedia.org/article/Complex\\_Systems](http://www.scholarpedia.org/article/Complex_Systems), 2007, p. 25053.



NICOLIS C., NICOLIS G., *Stochastic resonance*, *Scholarpedia*, [http://www.scholarpedia.org/article/Stochastic\\_Resonance](http://www.scholarpedia.org/article/Stochastic_Resonance), 2007, p. 26389.

RASSON J.L., VAN LOO S., *New concepts in Geomagnetic Observatories Operation*, PUBLICATIONS of the INSTITUTE of GEOPHYSICS, POLISH ACADEMY of SCIENCES, 2007, 69-76.

ROULIN E., *Skill and relative economic value of medium-range hydrological ensemble predictions*, *Hydrology and Earth System Science*, 11, 2007, p. 725-737.

ROULIN E., DEMARÉE G., *Onzekerheidsanalyse van overstromingen met behulp van hydrologische ensemble voorspellingen*, *Water*, 32, 2007, p.29-34.

SCHOEBERL M., ZIEMKE J.R., BOJOKV B., LIVESSEY N., DUNCAN B., STRAHAN S., FROIDEVAUX L., KULAWIK S., BARTHIA P.K., CHANDRA S., LEVELT P.F., WITTE J.C., THOMPSON A.M., CUEVAS E., REDONDAS A., TARASICK D.W., DAVIES J., BODEKER G., HANSEN G., JOHNSON B.J., OLTMANS S.J., VÖMEL H., ALLAART M., KELDER H., NEWCHURCH M., GODIN-BEEKMANN S., ANCELLET G., CLUDE H., ANDERSON S.B., KYRÖ, PARRONDOS M., YELA M., ZABLOCKI G., MOORE D., DIER H., VON DER GATHEN P., VIATTE P., STÜBI R.E., CALPINI B., SKRIVANKOVA P., DOROKHOV V., DE BACKER H., SCHMIDLIN F.J., COETZEE G., FUJIWARA M., THOURET V., POSNY F., MORRIS G., MERRILL J., LEONG C.P., KOENIG-LANGLO G., JOSEPH E., *A trajectory-based estimate of the tropospheric ozone column using the residual method*, *Journal of Geophysical Research*, vol 112, D24S49, doi:10.1029/2007JD008773, 2007.

TERMONIA P., DECKMYN A., *Model-Inspired Predictors for Model Output Statistics (MOS)*, *Mon. Wea. Rev.* 135, 2007, 3496-3505.

TERMONIA, P., HAMDI R., *Stability and accuracy of the physics-dynamics coupling in spectral models*, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 133, 2007, 1589-1604.

VAN LOO S., RASSON J.L., *Presentation of the prototype of an automated DIFlux*, PUBLICATIONS of the INSTITUTE of GEOPHYSICS, POLISH ACADEMY of SCIENCES C-99 (398), 2007, 77-86.

VANNITSEM S., *Statistical properties of the temperature maxima in an intermediate order Quasi-Geostrophic model*, *Tellus*, 59, 2007, p. 80-95.

VANNITSEM S., NAVEAU P., *Spatial dependences among precipitation maxima over Belgium*, *Nonlin. Proc. Geophys.*, 14, 2007, p. 621-630.

WARNANT R., KUTIEV I., MARINOV P., BAVIER M., LEJEUNE S., *Ionospheric and geomagnetic conditions during periods of degraded GPS position accuracy: 1. Monitoring variability in TEC which degrades the accuracy of Real Time Kinematic GPS applications*, *Adv. Space Res.*, Vol. 39, 5, pp. 875-880.

WHEELER D., DEMARÉE G., *Blev historien aendret? Vejrets rolle under Slaget ved Waterloo 16. til 18. juni 1815.*, *Vejret*, Nr. 2 (111), 2007, p. 1-9.

## 2/ Proceedings

BERTRAND C., IPE A., GONZALEZ L., CASANOVA G., CLERBAUX N., CAPRION D., DEWITTE S., *Diurnal radiative forcing of biomass burning aerosols over Africa from merged GERB and SEVIRI data. In Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XII*, A. Comerón, R.H. Picard, K. Schäfer, J.R. Slusser, A. Amodeo (Editors). *Proceedings of SPIE*, Vol. 6745, 67451U, (2007), 0277-786X/07/\$18 . doi: 10.1117/12.731218.

BIDAINE, B., WARNANT, R., *Assessment of the NeQuick Model at Mid-latitudes using GPS TEC and Ionosonde Data*, *Proceedings of the First Colloquium Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme* [CD-Rom], Toulouse, France, 1- 4 October 2007.

CASANOVA G., BERTRAND C., DE RIDDER K., *Measuring Urban Surfaces' Thermal Inertia*, In P.50 *Proceedings of the Joint 2007 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference and the 15th Satellite Meteorology & Oceanography Conference of the American Meteorological Society*, Amsterdam, The Netherlands, 24-28 September 2007.

CHEYMOL A., DE BACKER H., *Impact of aerosol particle concentration on UV index prediction*, *Proceedings of the UV conference "One century of UV radiation research"*, Edited by J. Gröbner, PMOD, Davos, Switzerland, 2007, p 81-82.

CLERBAUX N., DEWITTE S., BERTRAND C., CAPRION D., DE PAEPE B., GONZALEZ L., IPE A., *GERB like data from Meteosat first generation*, *Proceedings of the 2007 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference (P48)*, Amsterdam, 2007.

CLERBAUX N., BERTRAND C., CAPRION D., DE PAEPE B., DEWITTE S., GONZALEZ L., IPE A., *GERB-like data from Meteosat First Generation*, In P.50 Proceedings of the Joint 2007 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference and the 15th Satellite Meteorology & Oceanography Conference of the American Meteorological Society, Amsterdam, The Netherlands, 24-28 September 2007.

DELICLOO A.W., BRASSEUR O., *Evaluation of an operational ensemble prediction system for ozone concentrations over Belgium using the CTM Chimere*, Aveiro, Portugal, 23-30 September, 2007.

DEMARÉE G.R., CHUINE I., *A concise History of the phenological Observations at the Royal Meteorological Institute of Belgium*, Proceedings of the HAICTA2006 Conference, Vol. III, Phenology-Agrometeorology, Volos, Greece, 20-23 September 2006, p.815-824

DEMARÉE G., NORDLI O., *The Lisbon Earthquake of 1755 vs. Volcano Eruptions and Dry Fogs*, O Terramoto de 1755 - Impactos Historicos. Livros Horizonte, Lisboa, Portugal, 2007, p.113-126.

DECKMYN A., GERARD L., HAMDI R., TERMONIA P., VANDERBORGH T., *Limited area modelling activities at the RMI*, EWGLAM newsletter, 29th EWGLAM and 14th SRNWP Meetings, 8th-11th October 2007, Dubrovnik, 2007.

DE PAEPE B., DEWITTE S., *Dust aerosol optical depth retrieval over desert surface using the SEVIRI window channels*, In Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XII, A. Comeron, R.H. Picard,

K. SCHAFFER, J. R. SLUSSER, AND A. AMODEO (Eds.), *Proceedings of SPIE Vol. 6745, 67450B*, (2007) . 0277-786X/07/\$18 . doi: 10.1117/12.731734.

DEWITTE S., CAPRION D., CLERBAUX N., GONZALEZ L., IPE A., BERTRAND C., DE PAEPE B., *The European climate anomaly in 2006 as seen by the Geostationary Earth Radiation Budget instrument*, In P.50 Proceedings of the Joint 2007 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference and the 15th Satellite Meteorology & Oceanography Conference of the American Meteorological Society, Amsterdam, The Netherlands, 24-28 September 2007, available online as <http://gerb.oma.be/gerb/Publications/2006climateanomaly.pdf>.

GELLENS-MEULENBERGHS F., ARBOLEDA A., GHILAIN, N., *Towards a continuous monitoring of evapotranspiration based on MSG data*, In "Remote Sensing for Environmental Monitoring and Change Detection", M. OWE AND CH. NEALE EDS., IAHS Publ. 316, 2007, 228-234.

HAMID K., DELOBBE L., *F3-Tornado in Belgium*, In Proceedings of the 4th European Conference on Severe Storms, 2007, Trieste, Italy.

HOLLEMAN I, DELOBBE L., *The European Weather Radar Network (OPERA)*, In Proceedings of the 4th European Conference on Severe Storms, 2007, Trieste, Italy.

IPE, A., BERTRAND C., CLERBAUX N., DEWITTE S., GONZALEZ L., *The GERB Edition 1 products SEVIRI scene identification*, In Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XII, A. Comeron, R.H. Picard, K. Schäfer, J.R. Slusser, A. Amodeo (Editors). Proceedings of SPIE, Vol. 6745, 674512, (2007), 0277-786X/07/\$18 . doi: 10.1117/12.737309.

SPITS J., WARNANT R., *Real time TEC monitoring using triple frequency GNSS data: a three step approach*, Proceedings of the First Colloquium Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme [CD-Rom], Toulouse, France, 1- 4 October 2007.

VELAZQUEZ-BLAZQUEZ A., ..., CLERBAUX N., DEWITTE S., GONZALEZ L., ..., *Simulation of CERES and GERB TOA products over the Valencia anchor station for GERB validation purposes*, Eumetsat conference proceedings, 2007.

### 3/ Rapports internes et externes

BAGUIS P., BOUKHRIS O., ROULIN E., WILLEMS P., *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems*, I.Literature review, Interim report, K.U.Leuven - Hydraulics Section & Royal Meteorological Institute of Belgium, May 2007, 57 p.

BOUKHRIS O., BAGUIS P., WILLEMS P., ROULIN E., *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems*. II.Study of climate change scenarios, Interim report, K.U.Leuven - Hydraulics Section & Royal Meteorological Institute of Belgium, May 2007, 92 p.



**BROUYAUX F., TRICOT CH.,** *Contribution à l'analyse des composantes climatologiques et météorologiques de la Région de Bruxelles-Capitale*, in « Etude en support au 'Plan Pluies' pour la Région de Bruxelles-Capitale », Rapport final pour l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/Brussels Instituut voor Milieubeheer, 68 p., Janvier 2007.

**LATINNE O.,** *Guide d'utilisation des produits PEPS a l'IRM*, Publication IRM, 1-16.

**NEMÉGHAIRES, J. ET LINDEN, J.-M.,** *Formation de ver-  
glas perturbant la circulation des trains*, Rapport SNCB-  
Février 2007.

**WARNANT R.,** *Project Office - First synthetic report, Technical Report*, WP100, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

**WARNANT R.,** *Project Office - Mid-term progress report, Technical Report*, WP100, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

#### 4/ Résumés des conférences et affiches

**CHEYMOL A., DE BACKER H.,** *Impact of aerosol parti-  
cle concentrations on UV index prediction*, EGU General Assembly, Vienna, Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 06427, 2007. SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2-007-A-06427.

**CHI X., MAENHAUT W., WANG W., RAES N.,  
DE BACKER H., CHEYMOL A.,** *Seasonal variability in  
atmospheric aerosol levels and composition during 2006  
at Uccle*, Belgium, European Aerosol Conference 2007,  
Salzburg, Abstract T01A037 (published on CD-rom),  
2007.

**DELCCLOO A.W., BRASSEUR O.,** *Evaluation of an ope-  
rational ensemble prediction system for ozone concen-  
trations over Belgium using the CTM Chimere*, Aveiro,  
Portugal, 23-30 September, 2007. <ftp://ftp.kmi.be/dist/  
meteo/hugo/posters/delccloo/ITM2007.pdf>

**DELCCLOO A., DE BACKER H.,** *Seasonal trends in ozone  
concentrations in the planetary boundary layer and  
the free troposphere at Uccle*, Geophysical Research  
Abstracts, Vol. 9, 03243, 2007, SRef-ID: 1607-7962/  
gra/EGU2007-A-03243, Vienna, Austria, 15-20 April,  
2007. <ftp://ftp.kmi.be/dist/meteo/hugo/posters/delccloo/  
EGU2007.pdf>

**GELLENS-MEULENBERGHS F., WAGNER W., ARBOLEDA  
A., GHILAIN N., KUENZER C., HASENAUER S.,** *Toward  
assimilation of METOP-ASCAT derived superficial soil  
moisture into a MSG-SEVIRI driven land surface model:  
a first LSA-SAF-H-SAF activity*. EGU assembly, Geophy-  
sical Research Abstracts (9) 06072, 2007.

**GERARD L., BROZKOVA R., GELEYN J.F., BANCIU D.,** *Progress with the 3MT scheme in Alaro-0*. Poster for the  
28th EWGLAM meeting, Dubrovnik, October 2007. Also  
included in EWGLAM Newsletter, « ALARO-0 Physics  
developments in 2007 » summarized by Neva Pristov, RC  
LACE working group leader for physics, July 2007.

**GHILAIN N., ARBOLEDA A., GELLENS -  
MEULENBERGHS F.,** *Using MSG-SEVIRI derived vege-  
tation parameters in an energy balance model: methodo-  
logy and impact on surface heat fluxes*. EGU assembly,  
Geophysical Research Abstracts (9) 03523, 2007.

**HAMDI R., MASSON V.,** *Amélioration du modèle TEB  
(Town Energy Balance) : Validation offline sur le centre  
ville de Bâle (Suisse)*. Atelier de Modélisation de l'atmos-  
phère AMA2007. 16-18 Janvier 2007, Toulouse, France.

**HAMDI R., SCHAYES G.,** *Improving the Martilli's urban  
boundary layer scheme: Validation in the Basel region*.  
6th International Conference on Urban Air Quality.  
Cyprus, 27-29 March 2007.

**HAMID K., DELOBBE L.,** *F3-Tornado in Belgium*. In  
Proceedings of the 4th European Conference on Severe  
Storms, 2007, Trieste, Italy.

**HOLLEMAN I., DELOBBE L.,** *The European Weather Ra-  
dar Network (OPERA)*. In Proceedings of the 4th Euro-  
pean Conference on Severe Storms, 2007, Trieste, Italy.

**LITYNSKA Z., DE BACKER H., KOEPKE P.,  
SCHMALWIESER A.W., GRÖBNER J. AND +40  
MEMBERS,** *COST726: Long term changes and climatology  
of UV radiation over Europe*, EGU General Assembly,  
Vienna, Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 08151,  
2007, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2007-A-08151.

**MANGOLD A., DE PAEPE B., DE WITTE S., DE BACKER  
H., MORCRETTE J.J.,** *Evaluation of the GEMS aerosol  
model with aerosol data retrieved from SEVIRI*, Abstracts  
of the A-Train-Lille symposium, 22-25 October 2007, p  
120, 2007.

**MANGOLD A., GROOSS J.-U., RUHNKE R., KIRNER O., DE BACKER H., MÜLLER R.,** *A model study of the January 2006 low total ozone episode over Western Europe and comparison with ozone sonde data*, Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 03744, EGU General Assembly, 15.-20 april 2007, Vienna, Austria.

**SPASSOV S., HUS J., GEERAERTS R.,** *Absolute palaeointensity determinations on baked materials from a large Roman tile kiln at Hermalle-sous-Huy (Belgium) - a case study*, XXIVth General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, session ASI004, Perugia, Italie, du 2. au 13. 07. 2007. (présentation orale)

**SPASSOV S., HUS J.,** *Thermochemical alteration of magnetic minerals - exploiting the undesirable*, XXIVth General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, session ASI009, Perugia, Italie, du 2. au 13. 07. 2007. (présentation invitée )

**VANNITSEM S., NAVEAU, P. PAIRWISE,** *Spatial dependences of precipitation extremes over Belgium*. Assemblée générale de l'EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol 9, 01846, 2007.

**VANNITSEM S., NICOLIS C.,** *Dynamical properties of model output statistics forecasts (solicited)*. Assemblée générale de l'EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol 9, 02787, 2007.

## 5/ Conférences et affiches sans résumé

**BIDAINE B., WARNANT R.,** *Assessment of the NeQuick model at mid-latitudes using GPS-TEC and ionosonde data*, Presented at COST296/IRI Meeting, Prague, 10-14 July 2007.

**BRASSEUR O.,** *Prévision des épisodes de pollution à l'aide du modèle Chimère*, KMI séminarie/Séminaire IRM, 25 April 2007.

**BRENOT H., LEJEUNE S., WAUTELET G., BAVIER M., SPITS J., WARNANT R.,** *Quantification of Tropospheric Activity according to Double Differences Analysis of GNSS Phases Records*, 1st Colloquium Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo, 1-4 October 2007, Cité de l'Espace, Toulouse, France.

**CLERBAUX N.,** *Presentation of the EUMETCast system and the data made available on this system for research and operational tasks*, KMI séminarie/Séminaire IRM, 28 November 2007.

**DEBACKER H.,** *OZONE, UV and aerosol observations with Brewer Instruments at Uccle (Belgium)*, poster, 10th Brewer user group meeting, Northwich, United Kingdom, 4-8 June 2007.

**DEBACKER H.,** *Impact of aerosol particle concentration on UV index prediction*, poster, One century of UV radiation research, Davos, Switzerland, 18-20 September.

**DECKMYN A.,** *ERA-40 downscaling for Belgium*. Presentation at 17th ALADIN Workshop, Oslo (Norway), 23-26 April 2007.

**DECKMYN A.,** *Rfa: Interactive analysis of ALADIN files in R*. Presentation at 17th ALADIN Workshop, Oslo (Norway), 23-26 April 2007.

**DECKMYN A.,** *Downscaling the ERA-40 re-analysis: a 10 km climatology for Belgium*. KMI séminarie/Séminaire IRM, 17 October 2007.

**DECKMYN A., GERARD L., HAMDI R., TERMONIA P., VANDERBORGH T.,** *ALADIN team: National poster*. 29th EWGLAM and 14th SRNWP Meetings, 8th-11th October 2007, Dubrovnik, 2007.

**DEHENAUX D.,** *Voorspellingstechnieken voor het risico op zware rukwinden en hagelsteen tijdens onweders*, KMI séminarie/Séminaire IRM, 6 June 2007.

**DELCLIOU A.,** *Five day 3D back trajectory clusters and trends of the Uccle ozone sounding time series in the troposphere*, KMI séminarie/Séminaire IRM, 20 June 2007.

**DELOBBE L.,** *Weather radars: research and applications*. 10 October 2007, MeteoClim Symposium, KULeuven.

**DEWITTE S.,** *Analyse van de zonnestraling te Ukkel vanuit het oogpunt van klimaatsveranderingen*, KMI séminarie/Séminaire IRM, 2 May 2007.

**FRAPPEZ L.,** *Atmospheric deep convection 2D model: some dynamical aspects study*, KMI séminarie/Séminaire IRM, 14 March 2007.



**GERARD L.**, *Clouds and precipitation forecast with grid-box length between 9 and 2km*. Poster at the Seventh International SRNWP-Workshop on Non-Hydrostatic Modeling, 5 - 7 November 2007, Bad Orb (Germany).

**GÉRARD L.**, *The Alaro-0 project: on-going research, status of the 4-km resolution forecasts at the RMI*, KMI seminarie/Séminaire IRM, 21 November 2007 .

**GHILAIN N., ARBOLEDA A., GELLENS - MEULENBERGHS F.**, *Estimation de l'évapotranspiration par télédétection*. Poster presented at RMI open doors on 6 and 7 October 2007, Brussels.

**HAMDI R., MASSON V.**, *Improving the SURFEX/TEB scheme: 1-D validation in a street canyon*. Presentation at 17th ALADIN Workshop, Oslo (Norway), 23-26 April 2007.

**HAMDI R., MASSON V.**, *Including atmospheric layers in vegetation and urban offline surface schemes*. presentation at the 1st MeteoClim symposium, Leuven (Belgium), 10 October 2007.

**KUTIEV I., MARINOV P., FIDANOVA S., WARNANT R.**, *Modelling the medium-scale TEC structures, observed by Belgian GPS receiver network*, Presented at COST296/IRI Meeting, Prague, 10-14 July 2007.

**KUTIEV I., ANDONOV B., MUHTAROV P., WARNANT R., BAVIER M.**, *Hybrid Model for Kp prediction, combining solar wind and magnetometer data*, Presented at the 4th European Space Weather Week, Royal Library, Brussels, 5-9 November 2007.

**LEJEUNE S., WARNANT R.**, *Effect of small-scale variability in TEC on high accuracy GNSS applications which require ambiguity resolution*, Presented at COST296/IRI Meeting, Prague, 10-14 July 2007.

**MANGOLD A.**, *A model study of the January 2006 low total ozone episode over Western Europe and comparison with ozone sonde data*, KMI seminarie/Séminaire IRM, 27 June 2007.

**RASSON, J.**, *Short course 4: "Instrument practices for magnetic observatories"*, Luiz Muniz Barreto -VI Latin American School of Geomagnetism -ELAG, 25th - 30 November 2007 - Vassouras - Rio de Janeiro - Brazil (Invited).

**ROULIN E.**, *H-SAF: un centre d'applications satellitaires consacré à l'hydrologie opérationnelle et à la gestion des ressources en eau*, KMI seminarie/Séminaire IRM, 14 November 2007.

**SPASSOV, S.** *Archaeomagnetic dating and absolute palaeointensity determination of burned archaeological structures: An example from a High Middle Age iron working site in Belgium*, conférence donnée à Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Japon, le 29 août 2007. (conférence invitée)

**SPASSOV, S.**, *Environmental magnetic proxy data - gateway for reconstructing the climate of the past: Loess/palaeosol formation on the Chinese Loess Plateau*, conférence donnée à Lake Biwa Summer school for Japanese palaeomagnetists, Kitakomatsu, Japon, le 2 septembre 2007. (conférence invitée)

**SPITS J., WARNANT R.**, *Real time TEC monitoring using triple frequency GNSS data : a three step approach*, Presented at COST296/IRI Meeting, Prague, 10-14 July 2007.

**TERMONIA P.**, *Dynamics: report and plans on time step organisation, LBC's and MCLUF*, ALADIN workshop/HIRLAM ASM, Oslo 23 April 2007.

**TERMONIA P.**, *The RMI ALADIN model*, 23 May, 2007, Kennisoverdrachten, Hydrologisch Informatie Centrum.

**TERMONIA P.**, *Research in NWP at the RMI*, 10 October 2007, MeteoClim Symposium, KULeuven.

**VAN HAUTEGHEM H., DEKEYZER S.**, *An overview of the data available in the Oracle database and of the new possibilities thanks to Crystal Reports*, KMI seminarie/Séminaire IRM, 12 September 2007.

**VAN MALDEREN R.**, *Exploitation of radiosonde relative humidity measurements at Uccle*, KMI seminarie/Séminaire IRM, 12 December 2007.

**WARNANT R.**, *COST 296 Working Group 3 "Space-based systems" activities and results*, Invited paper, Presented at COST296/IRI Meeting, Prague, 10-14 July 2007.

**WAUTELET G., WARNANT R.**, *Statistical study of ionospheric small-scale irregularities at mid-latitudes using GPS measurements*, Presented at COST296/IRI Meeting, Prague, 10-14 July 2007.

## 6/ Livres

**NICOLIS, G., NICOLIS C.**, 2007. *Foundations of Complex Systems : nonlinear dynamics, statistical physics, information and prediction*, World Scientific Publishing, ISBN-13 978-981-270-043-8, ISBN-10 981-270-043-9, 2007, 328 p.

**RASSON J.**, *Observatories in Benelux countries*, Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism ISBN 13:978-1-4020-3992-8, 2007, 725-726.

**RASSON J.**, *Observatories*, INTERMAGNET, Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism ISBN 13:978-1-4020-3992-8, 2007, 715-717.

**RASSON J.**, *Observatories, instrumentation*, Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism ISBN 13:978-1-4020-3992-8, 2007, 711-713.

**TURNER G.M., RASSON J.L., REEVES C.**, *Observation and Measurement Techniques*, Vol 5 Geomagnetism, Treatise on Geophysics, ISBN: 9780444519283, 2007, p. 2-55.

**SCHOTT J.J., RASSON J.**, *Observatories in Antarctica*, Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism ISBN 13:978-1-4020-3992-8, 2007, 723-724.

**WARNANT R., LEJEUNE S., BAVIER M.**, *Space Weather influence on satellite based navigation and precise positioning*, In: Space Weather - Research towards Applications in Europe, Astrophysics and Space Science Library series, Vol. 344, pp. 129-146, Ed. J. Liliensten, Springer.

## 7/ Thèses en vue de l'obtention du grade de docteur

**FRAPPEZ L.**, *Modèle bidimensionnel de convection profonde atmosphérique: étude de certains aspects dynamiques*. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en Sciences, UCL- Louvain-la-Neuve, 2007, 318 p.

## 8/ Avis pour le Fonds des Calamités

Date de l'événement	Nature de l'événement	Provinces touchées
<b>Janvier 2007</b>		
11 (1 avis)	Tempête	Toute la Belgique
18 (1 avis)	Tempête	Toute la Belgique
17-18 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Anvers (2 communes) Flandre occidentale (1 commune) Limbourg (2 communes) Luxembourg (10 communes)
<b>Avril 2007</b>		
28 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Namur (1 commune)
<b>Mai 2007</b>		
13 (2 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle et vent violent	Brabant flamand (1 commune) Luxembourg (2 communes)
<b>Juin 2007</b>		
01 (2 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (3 communes)
08 (3 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Anvers (7 communes) Liège (6 communes) Limbourg (2 communes) Luxembourg (1 commune)
09 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Flandre occidentale (1 commune)
10 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Hainaut (7 communes) Liège (10 communes)
11 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Brabant flamand (4 communes) Liège (3 communes) Limbourg (3 communes) Namur (1 commune)



14 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Anvers (7 communes) Brabant flamand (11 communes) Brabant wallon (2 communes) Flandre occidentale (5 communes) Flandre orientale (11 communes) Hainaut (2 communes) Liège (5 communes) Luxembourg (2 communes) Namur (3 communes) Région bruxelloise (11 communes)
15 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (1 commune)
16 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (4 communes)
19–20 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (15 communes)
21 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (2 communes)
22 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (4 communes)
25–26 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (1 commune)
27–28 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (1 commune)
<b>Juillet 2007</b>		
16 (3 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle et vent violent	Anvers (7 communes) Flandre orientale (25 communes) Hainaut (1 commune)

20 (3 avis)	Orages avec pluies abondantes	Hainaut (5 communes) Flandre orientale (22 communes) Flandre occidentale (32 communes)
23–24 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (41 communes) Hainaut (2 communes)
<b>Août 2007</b>		
08 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (5 communes)
<b>Octobre 2007</b>		
03 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Hainaut (3 communes)

## Liste des acronymes et abréviations

<b>ACRIM</b>	Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor
<b>ADAPT</b>	Towards an integrated decision tool for ADAPTation measures. Case study: floods
<b>AGACC</b>	Advanced exploitation of Ground based measurements for atmospheric Chemistry and Climate applications
<b>ALADIN</b>	Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational
<b>AMSU</b>	Advanced Microwave Sounding Unit
<b>AOD</b>	Aerosol Optical Depth
<b>ASCAT</b>	Advanced SCATterometer
<b>AUTODIF</b>	Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite
<b>AWS</b>	Automatic Weather Station
<b>CCI-HYDR</b>	Climate Change Impact on HYDRological extremes along rivers and urban drainage systems
<b>CELINE</b>	Cellule Interrégionale de l'Environnement
<b>CPG</b>	Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes (Viroinval)
<b>CTM</b>	Chemical Transport Model
<b>DIARAD</b>	Differential Absolute Radiometer
<b>DISSCO</b>	Document management Integrated System for Scientific Organisations
<b>ECMWF</b>	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
<b>ECOCLIMAP</b>	A global database of land surface parameters at 1 km resolution in meteorological and climate models
<b>EPS</b>	Ensemble Prediction System
<b>ERS</b>	European Remote Sensing Satellite
<b>ESA</b>	European Space Agency
<b>EU</b>	European Union
<b>EUMETSAT</b>	European Meteorological Satellites
<b>EUMETNET</b>	European Meteorological Network
<b>GALOCAD</b>	GAliileo LOcal Component for the nowcasting and the forecasting of Atmospheric Disturbances
<b>GCM</b>	Global Climate Models
<b>GEMS</b>	Global Environment Monitoring System
<b>GERB</b>	Geostationary Earth Radiation Budget
<b>GLDAS</b>	Global Land Data Assimilation System
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite Systems
<b>GTS</b>	Global Telecommunication System
<b>HEPDO</b>	Hydrological Ensemble Prediction for the Demer and the Ourthe
<b>H-SAF</b>	Satellite Application Facility on support to operational Hydrology
<b>IAS</b>	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
<b>INTERLATAM</b>	INTERMAGNET to Latin America and other continents
<b>INTERMAGNET</b>	International Real-time Magnetic Observatory Network
<b>IRM</b>	Institut Royal Météorologique de Belgique
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>LAMA</b>	Latin American Magnetometer
<b>LSA-SAF</b>	Land Surface Analysis – Satellite Application Facility
<b>METOP</b>	Polar orbiting meteorological satellites
<b>MODIS</b>	MODerate resolution Imaging Spectroradiometer
<b>MOS</b>	Model Output Statistics
<b>MSG</b>	Meteosat Second Generation
<b>OMM</b>	Organisation Météorologique Mondiale
<b>Opera</b>	Operational Programme for the Exchange of weather RAdar information



<b>ORB</b>	Observatoire Royal de Belgique
<b>RA VI</b>	Regional Association VI of the World Meteorological Organisation
<b>PMOD</b>	Physikalisches Observatorium Davos
<b>PRUDENCE</b>	Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects
<b>RCM</b>	Regional Climate Models
<b>RMDCN</b>	Regional Meteorological Data Communication Network
<b>SAF</b>	Satellite Applications Facilities
<b>SAFIR</b>	Surveillance et Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique
<b>SEVIRI</b>	Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager
<b>SOHO</b>	Solar and Heliospheric Observatory
<b>SOVAP</b>	Solar Variability - Picard
<b>SPP</b>	Service Public de Programmation
<b>SUPARCO</b>	Space and Upper Atmosphere Research Commission
<b>SVAT</b>	Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer
<b>TELECLIM</b>	TELEphone for the transfer of data from the CLIMatological network
<b>TESSEL</b>	Tiled ECMWF Scheme for Surface Exchanges over Land
<b>TST-TU</b>	True Solar Time – Temps Universel
<b>UE</b>	Union Européenne
<b>UTC</b>	Coordinated Universal Time
<b>UV</b>	Ultraviolet
<b>VIRGO</b>	Variability of solar IRradiance and Gravity Oscillations
<b>VOC</b>	Volatile Organic Compounds
<b>WMO</b>	World Meteorological Organization

IRM



**INSTITUT ROYAL MÉTÉOROLOGIQUE DE BELGIQUE**  
Avenue Circulaire, 3B-1180 Bruxelles  
[www.meteo.be](http://www.meteo.be)

