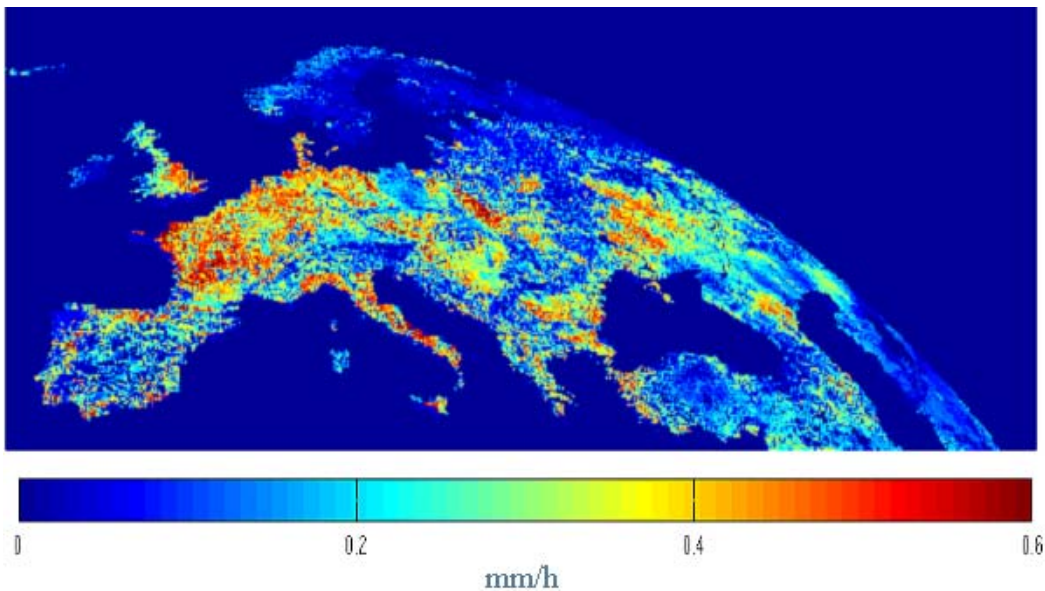


JAAERVERSLAG

2003

RAPPORT ANNUEL



Institut Royal Météorologique
Avenue Circulaire 3
B-1180 Bruxelles
tel.: 32 (0) 2.373.0611
fax: 32 (0) 2.375.1259
Dr. H. Malcorps - Éditeur responsable
ISSN/1377-2406

Koninklijk Meteorologisch Instituut
Ringlaan 3
B-1180 Brussel
tel.: 32 (0) 2.373.0611
fax: 32 (0) 2.375.1259
Dr. H. Malcorps - Verantwoordelijke uitgever
ISSN/1377-2406

Evapotranspiratiekaart (mm/u) voor het Europees venster, gebruikmakend van de eerste beschikbare oppervlaktestralingsfluxen afgeleid van MSG en gegevens van het model van het ECMWF - 28 juli 2003 om 12u UT - Bijdrage van het KMI tot de EUMETSAT LSA-SAF (Land Surface Analysis - System Application Facility).

Carte de l'évapotranspiration (mm/h) pour la fenêtre Europe obtenue en utilisant les premiers flux radiatifs de surface disponibles déduits de MSG et des données du modèle du CEPMT - 28 juillet 2003 à 12 h TU - Contribution de l'IRM à la LSA-SAF ("Land Surface Analysis - System Application Facility") d'EUMETSAT.

Inhoudstafel

Voorwoord	1
1 Opmerkelijke feiten	3
1.1 Bezoek van Zijne Majesteit (Z.M.) de Koning Albert II aan de Pool Ruimte	3
1.2 Viering van de honderdvijftigste verjaardag van de Mariene Conferentie van 1853 en workshop CLIMAR II, onder de Hoge Bescherming en in aanwezigheid van Z.M. de Koning Albert II, Brussel, 17-22 november 2003	4
1.3 Opmerkelijk weer tijdens het eerste semester van het jaar 2003 te Ukkel	5
1.4 De George Sarton Leerstoel	6
2 Meer Veiligheid door Kennis over het Weer en het Klimaat	7
2.1 Verbeteren van de meteorologische voorspellingen en waarschuwingen boven land en op zee	7
2.1.1 Evaluatie en verbetering van de waarschuwingsprocedure voor winterse meteorologische toestanden die ongunstig zijn voor de dispersie van polluenten	7
2.1.2 Bekomen resultaten en kwaliteitscontrole	9
2.1.2.1 Voorspellingen en waarschuwingen van het KMI betreffende gevaarlijke weerfenomenen	9
2.1.2.1.1 Waarschuwingen in verband met zware onweders	9
2.1.2.1.2 Voorspellingen en waarschuwingen betreffende overvloedige neerslag	12
2.1.2.1.3 Voorspellingen en waarschuwingen van krachtige wind	13
2.1.2.1.4 Voorspellingen en waarschuwingen voor sneeuw en ijzel	14
2.1.2.2 Mariene voorspellingen	15
2.1.3 Verbetering van het model ALADIN-België	16
2.1.3.1 Het convectieschema	16
2.1.3.2 Het probleem van de lage tijdsresolutie van de koppelingsgegevens	17
2.1.3.3 Gebruik van wavelets voor data assimilatie	18
2.1.3.4 Aanpassingen aan het operationele model	19
2.1.3.5 Alternatieve formulering van de randvoorwaarden	19
2.2 Uitbreiding en toepassing van de kennis over het weer en het klimaat	20
2.2.1 Niet-lineair gedrag van de atmosfeer	20
2.2.1.1 Overgangsevolutie van de elektrische activiteit gedurende een onweersperiode	20
2.2.1.2 De klimaateigenschappen van regionale modellen	21
2.2.1.3 De rol van de niet-vaste schalen in de modelfouten	22
2.2.1.4 Extremale eigenschappen van de dissipatie in oceanografische processen	23
2.2.1.5 Nucleatie en groei van colloïdale aggregaten in een omgeving van micrograviteit	23
2.2.1.6 Statistische analyse van tijdreeksen	24
2.2.2 Schatting van de hydrologische risico's	25
2.2.2.1 Hydrologische modellering	25
2.2.2.2 Analyse van hydrologische risico's	26
2.2.3 Schatting van de evapotranspiratie over Europa	28
2.2.4 Studies van atmosferisch ozon	29
2.2.4.1 Ozon SAF	29
2.2.4.2 Onderzoek van ozonprofielen	30
2.2.4.3 Bepaling van de optische dikte aerosolen in het UV - B	30
2.2.4.4 Voortzetting van de ENVISAT-1 validatie activiteiten	31
2.2.4.5 Ontwikkeling van een meervoudig lineair regressiemodel voor ozon in de troposfeer	33
2.2.4.6 Studie van ozon in de troposfeer met behulp van trajectanalyse	33
2.2.5 Zonneconstante en energiebalans	34

2.2.5.1	Meting van de zonneconstante	34
2.2.5.2	Energiebalans van de aarde	35
2.3	Verbeteren van de waarnemingen	35
2.3.1	Invoeren van nieuwe waarnemingen en uitbreiding van bestaande systemen	35
2.3.1.1	Meetnetten	35
2.3.1.2	Teledetectie	36
2.3.1.3	Omgevingsmagnetisme	37
2.3.1.4	Geomagnetische waarnemingen	38
2.3.1.5	Ionosferische profielen	39
2.3.2	Verhogen van de betrouwbaarheid	40
2.3.2.1	Meetnetten	40
2.3.2.2	IJklaboratorium	41
2.3.2.3	Ozonwaarnemingen	42
2.3.2.4	Radiopeilingen	43
2.3.2.5	Teledetectie	43
2.3.2.6	Omgevingsmagnetisme	44
2.3.2.7	Magnetische waarnemingen te Dourbes en Manhay	45
2.3.3	Onderzoek naar nieuwe waarnemingstechnieken	46
2.3.3.1	Hageldetectie	46
2.3.3.2	Magnetisme	48
3	Vergemakkelijken van de Toegang tot de Informatie	49
3.1	Informatieverwerking	49
3.2	Verkorten van de antwoordtijd voor het leveren van informatie	49
3.3	Informatica-infrastructuur	50
3.4	Informatietechnologie	51
3.4.1	Evolutie van het Intranet naar de webapplicaties-server	51
3.4.2	Geïntegreerd systeem van informatiebeheer	51
3.4.3	DISSCO-project	52
3.5	Magnetisme: INTERMAGNET-vergadering te Dourbes	52
4	Diensten en Producten voor de Verschillende Gebruikersgroepen	53
4.1	Overheden	53
4.1.1	Waarschuwingen en voorspellingen	53
4.1.1.1	Een grafisch waarschuwingssysteem voor gevaarlijk weer	53
4.1.1.2	Een waarschuwingssysteem voor atmosferisch transport van verontreiniging	54
4.1.1.3	Waarschuwing van ongunstige meteorologische omstandigheden voor de dispersie van pollutanten in de grote steden	55
4.1.2	Klimatologische informatie	57
4.2	Het grote publiek	57
4.2.1	Internet	57
4.3	Socio-economische entiteiten	58
5	Het Weer in 2003	59
6	Wetenschappelijke Publicaties en Conferenties	67
7	Lijst van Afkortingen	71

Table des Matières

Préface	1
1 Faits marquants	3
1.1 Visite de Sa Majesté (S.M.) le Roi Albert II au Pôle Espace	3
1.2 Célébration du cent cinquantième anniversaire de la Conférence maritime de 1853 et atelier CLIMAR-II, sous le haut Patronage et en présence de S.M. le Roi Albert II, Bruxelles, 17-22 novembre 2003	4
1.3 Temps remarquable au cours du premier semestre 2003 à Uccle	5
1.4 Chaire George Sarton	6
2 Plus de Sécurité Grâce à la Connaissance du Temps et du Climat	7
2.1 Amélioration des prévisions et avertissements météorologiques sur terre et en mer	7
2.1.1 Evaluation et amélioration de la procédure d'avertissement de conditions météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants	7
2.1.2 Résultats obtenus et contrôle de qualité	9
2.1.2.1 Prévisions et avertissements de l'IRM en cas de phénomènes météorologiques dangereux	9
2.1.2.1.1 Avertissements en cas de fort orage	9
2.1.2.1.2 Prévisions et avertissements météorologiques relatifs aux événements de précipitations abondantes	12
2.1.2.1.3 Prévisions et avertissements de vents forts	13
2.1.2.1.4 Prévisions et avertissements en cas de neige et verglas	14
2.1.2.2 Prévisions maritimes	15
2.1.3 Amélioration du modèle ALADIN-Belgique	16
2.1.3.1 Le schéma convectif	16
2.1.3.2 Le problème de la faible résolution temporelle des données de couplage	17
2.1.3.3 Utilisation d'ondelettes pour l'assimilation de données	18
2.1.3.4 Adaptation du modèle opérationnel	19
2.1.3.5 Formulation alternative des conditions aux bords	19
2.2 Élargissement et applications de la connaissance du temps et du climat	20
2.2.1 Comportement non-linéaire de l'atmosphère	20
2.2.1.1 Evolution transitoire de l'activité électrique durant une période orageuse	20
2.2.1.2 Les propriétés climatologiques des modèles régionaux	21
2.2.1.3 Le rôle des échelles mobiles dans les erreurs dues aux modèles	22
2.2.1.4 Propriétés extrêmes de la dissipation dans les processus océanographiques	23
2.2.1.5 Nucléation et croissance d'agrégats colloïdaux dans un milieu en microgravité	23
2.2.1.6 Analyse statistique des séries de données	24
2.2.2 Estimation des risques hydrologiques	25
2.2.2.1 Modélisation hydrologique	25
2.2.2.2 Analyse des risques hydrologiques	26
2.2.3 Estimation de l'évapotranspiration en Europe	28
2.2.4 Étude de l'Ozone atmosphérique	29
2.2.4.1 SAF Ozone	29
2.2.4.2 Recherche sur des profils d'ozone	30
2.2.4.3 Détermination de l'épaisseur optique des aérosols dans l'UV - B	30
2.2.4.4 Poursuite des activités de validation de ENVISAT-1	31
2.2.4.5 Développement d'un modèle de régression linéaire multiple pour l'ozone présent dans la troposphère	33
2.2.4.6 Etude de l'ozone dans la troposphère à l'aide de l'analyse de trajectoires	33
2.2.5 Constante solaire et bilan énergétique	34

2.2.5.1	Mesure de la constante solaire	34
2.2.5.2	Bilan énergétique de la Terre	35
2.3	Amélioration des systèmes d'observation	35
2.3.1	Nouvelles observations et élargissement des systèmes existants	35
2.3.1.1	Réseaux d'observation	35
2.3.1.2	Télédétection	36
2.3.1.3	Magnétisme environnemental	37
2.3.1.4	Observations géomagnétiques	38
2.3.1.5	Profils ionosphériques	39
2.3.2	Augmenter la fiabilité	40
2.3.2.1	Les réseaux d'observation	40
2.3.2.2	Laboratoire d'étalonnage	41
2.3.2.3	Observations d'ozone	42
2.3.2.4	Radiosondages	43
2.3.2.5	Télédétection	43
2.3.2.6	Magnétisme environnemental	44
2.3.2.7	Observations magnétiques à Dourbes et Manhay	45
2.3.3	A la recherche de nouvelles techniques d'observation	46
2.3.3.1	Détection de la grêle	46
2.3.3.2	Magnétisme	48
3	Faciliter l'Accès à l'Information	49
3.1	Traitement de l'information	49
3.2	Réduction du temps de réponse pour fournir l'information	49
3.3	Infrastructure informatique	50
3.4	Technologie de l'information	51
3.4.1	Évolution de l'Intranet vers le Serveur d'Applications Web	51
3.4.2	Système Intégré de Gestion d'Information	51
3.4.3	Projet DISSCO	52
3.5	Magnétisme: réunion INTERMAGNET à Dourbes	52
4	Services et Produits pour les Différents Groupes d'Utilisateurs	53
4.1	Les autorités	53
4.1.1	Avertissements et prévisions	53
4.1.1.1	Avertissement graphique en cas de temps dangereux	53
4.1.1.2	Avertissement pour le transport atmosphérique de la pollution	54
4.1.1.3	Avertissement de conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants dans les grandes villes	55
4.1.2	Information climatologique	57
4.2	Le grand public	57
4.2.1	Internet	57
4.3	Les entités socio-économiques	58
5	Le Temps en 2003	59
6	Publications Scientifiques et Conférences	67
7	Liste des Acronymes et Abréviations	71

Lijst van Figuren

Figuur 1.1.	Z.M. de Koning Albert II ontmoette in aanwezigheid van de Heer Minister Dewael en Dr Mettens, voorzitter van wetenschapsbeleid, verscheidene vooraanstaanden op het gebied van de internationale meteorologie. Van rechts naar links naast Z.M. de Koning: Dr Philippe Mettens, Dr Henri Malcorps, Minister Patrick Dewael, Prof. Dr G.O.P. Obasi, Rear Admiral Steven Tomaszewski, M. Michel Jarraud, M. Peter Ewins, M. René Morin, Dr Udo Gärtner, M. François Gérard en Dr R. Spinrad.	5
Figuur 1.2.	Dr Gaston Demarée, laureaat leerstoel George Sarton, 2003-2004	6
Figuur 2.1.	Overzicht van onweerschade op 8 juni 2003	10
Figuur 2.2.	Evolutie van de elektrische activiteit gegeven in het aantal impacts op de grond per 30 seconden, gemiddeld over 70 onweersactiviteiten waargenomen van 1997 tot 2001. Het tijdstip t=0 komt overeen met het ogenblik van het maximum van de activiteit van de verschillende onweersperiodes	21
Figuur 2.3.	Ensemble voorspellingen: (links) gecumuleerde neerslagen geïntegreerd over het stroombekken van de Demer (1775 km ²) op basis van de neerslagen gemeten met de pluviometers (continue lijn), berekend op basis van de controle voorspelling van het ECMWF (streepjeslijn) en berekend op basis van ieder van de 50 leden van de Ensemble voorspelling van het ECMWF (stipjeslijn); (rechts) debieten van de Demer te Diest gesimuleerd op basis van de waargenomen neerslagen, de controle voorspelling en de 50 leden van de Ensemble voorspelling.	26
Figuur 2.4.	Verdeling over het Belgisch grondgebied van de extreme neerslaghoeveelheden (in mm) met een terugkeerperiode van 20 jaren en een aggregatieduur van 24 uren. Deze kansverdeling is niet gelijk over het ganse Belgische grondgebied en varieert van ongeveer 60 à 65 mm in Vlaanderen tot ongeveer 95 mm op de Hoge Venen.	27
Figuur 2.5.	De verdeling van de extreme neerslaghoeveelheden (in mm) over het Belgische grondgebied voor een terugkeerperiode van 25 jaren en een aggregatietijd van 3 uren. Ook uit deze figuur blijkt dat de kansverdeling voor extreme neerslaghoeveelheden niet overal dezelfde is in België.	28
Figuur 2.6.	Tijdsevolutie van de jaarlijkse en seizoensgemiddelden van de optische dikte van de aërosolen (AODs) bij 306.3 nm te Ukkel, afgeleid uit waarnemingen met een spectrofotometer.	31
Figuur 2.7.	Radiosonde stations gebruikt voor MIPAS validatie.	32
Figuur 2.8.	Boxplot van maandelijks gemeten ozonconcentraties gedurende 1990-2001 te Ukkel. 50% van de waarnemingen vallen in de blauwe rechthoek; 80 % binnen de lijnstukken. Het kruisen geven het gemiddelde, terwijl de horizontale streepjes de mediaan aangeven	33
Figuur 2.9.	Coercivity spectrometer, J-meter voor het bepalen van magnetische hysteresisparameters van gesteenten.	38
Figuur 2.10.	Procentuele verschillen tussen individuele directe zonwaarnemingen met Brewer spectrofotometers 016 en 178 te Ukkel. De rode lijn geeft is een glijdend maandgemiddelde, de blauwe een glijdend jaargemiddelde.	42
Figuur 2.11.	Verticale doorsnede van de atmosfeer die zich uitstrekt van Wideumont in België tot De Bilt in Nederland, vastgesteld door de radar te Wideumont (boven) en deze van De Bilt (onder). De afstand tussen de twee radars bedraagt 244 km. Het betreft hier de situatie van 30 juli 2003 omstreeks 15h15 UTC. Tussen de twee radars worden 3 onweerscellen waargenomen.	44
Figuur 2.12.	Geschatte waarschijnlijkheid van hagel voor 8 juni 2003 om 12 uur (Belgische tijd), uitgaande van de reflectiviteitsgegevens van de meteorologische radar te Wideumont.	47
Figuur 2.13.	Hagelbollen geobserveerd op 8 juni 2003 omstreeks 12 uur te Oostham in de provincie Limburg. De grootste bollen hebben een diameter van 4 cm. Foto genomen door de heer Van Caneghem van Oostham.	47
Figuur 4.1.	Als illustratie wordt een grafische voorstelling getoond van een tijdsgeïntegreerde pluim van pollutanten ten gevolge van een fictieve lozing in Doel, gebaseerd op de voorspellingen van het ETA- model. De pijlen stellen de windvectoren voor, dewelke rood gekleurd worden in de pluim.	54
Figuur 4.2.	Voorspellingen welke geïnitieerd werden op 8 december 2003 om 0 uur UTC. De grafiek stelt de tijdsevolutie voor van de transportlengte (L) en toont, met behulp van een blauwe streeplijn, de tijdspanne gedurende dewelke aan het waarschuwingscriterium voldaan werd.	56
Figuur 4.3.	NO ₂ concentraties (µg/m ³) gemeten in de loop van 7 tot en met 11 december 2003 in het Brussels Gewest. Bron: CELINE (niet-gevalideerde gegevens).	57
Figuur 5.1.	Ukkel winter 2003	63

Figuur 5.2. Ukkel lente 2003	64
Figuur 5.3. Ukkel zomer 2003	64
Figuur 5.4. Ukkel herfst 2003	65
Figuur 5.5. Gemiddelde maandelijkse temperaturen te Ukkel (in °C)	65
Figuur 5.6. Maandelijkse zonnenschijnduur te Ukkel (in uren)	66
Figuur 5.7. Maandelijkse neerslaghoeveelheid te Ukkel (in mm)	66
Figuur 5.8. Maandelijks aantal dagen met neerslag (≥ 1 mm) te Ukkel (in dagen)	66

Liste des Figures

Figure 1.1. S.M. le Roi Albert II a rencontré plusieurs personnalités éminentes dans le domaine de la météorologie internationale, en compagnie du Ministre Dewael et du Dr Mettens, Président de la Politique Scientifique. De droite à gauche autour de S.M. le Roi Albert II: Dr Philippe Mettens, Dr Henri Malcorps, Ministre Patrick Dewael, Prof. Dr G.O.P. Obasi, Rear Admiral Steven Tomaszewski, M. Michel Jarraud, M. Peter Ewins, M. René Morin, Dr Udo Gärtner, M. François Gérard et Dr R. Spinrad.	5
Figure 1.2. Dr Gaston Demarée, lauréat de la chaire George Sarton, 2003-2004.	6
Figure 2.1. Aperçu des dégâts dus à l'orage survenu le 8 juin 2003	10
Figure 2.2. Evolution de l'activité électrique, donnée en nombre d'impacts au sol par 30 secondes, moyennée sur 70 périodes orageuses enregistrées de 1997 à 2001. Le temps t=0 correspond au moment du maximum d'activité des différentes périodes orageuses.	21
Figure 2.3. Prévisions d'ensemble: (gauche) précipitations cumulées intégrées sur le bassin versant du Demer (1775 km ²) sur base des données des pluviomètres (ligne continue), calculée sur base de la prévision de contrôle du CEPMMT (tirets) et calculée sur base de chacun des 50 membres de l'ensemble du CEPMMT (pointillés); (droite) débits du Demer à Diest simulés sur base des précipitations observées, de la prévision de contrôle et des 50 membres des prévisions d'ensemble.	26
Figure 2.4. Répartition sur le territoire belge des quantités extrêmes de pluie (en mm) ayant une période de retour de 20 ans et une durée d'agrégation de 24 h. Cette probabilité d'occurrence n'est pas égale sur l'ensemble du territoire belge et varie d'approximativement 60 à 65 mm en Flandre jusqu'à approximativement 95 mm dans les Hautes-Fagnes.	27
Figure 2.5. Répartition sur le territoire belge des quantités extrêmes de pluie (en mm) ayant une période de retour de 25 ans et une durée d'agrégation de 3 heures. Cette figure montre aussi que la probabilité d'occurrence des précipitations extrêmes n'est pas la même en Belgique. ...	28
Figure 2.6. Evolution temporelle des moyennes annuelles et saisonnières des épaisseurs optiques des aérosols (AODs) dérivées des observations avec un spectrophotomètre à 306.3 nm entre 1984 et 2003 à Uccle.	31
Figure 2.7. Des stations de radiosondage utilisées pour la validation des profils d'ozone MIPAS.	32
Figure 2.8. Moyennes mensuelles de la concentration d'ozone dans la couche limite planétaire durant la période 1990-2001 à Uccle. 50% des observations sont compris dans les rectangles, 80 % dans les lignes. La croix indique la moyenne, tandis que la ligne horizontale représente la médiane.	33
Figure 2.9. Spectromètre Coercivity, J-mètre pour déterminer les paramètres d'hystérésis magnétiques des roches	38
Figure 2.10. Différences exprimées en pourcentage entre les observations directes du soleil individuelles réalisées à l'aide des spectrophotomètres 016 et 178 à Uccle. La ligne rouge représente la moyenne mensuelle mobile et la ligne bleue la moyenne mobile annuelle.	42
Figure 2.11. Coupe verticale de l'atmosphère s'étendant de Wideumont en Belgique à De Bilt aux Pays-Bas, vue par les radars de Wideumont (en haut) et de De Bilt (en bas). La distance entre les 2 radars est de 244km. Il s'agit de la situation du 30 juillet 2003 vers 15h15 UTC (Coordinated Universal Time). Trois cellules orageuses sont observées entre les deux radars.	44
Figure 2.12. Probabilité de grêle pour le 8 juin 2003 à 12h (heure belge) estimée à partir des données de réflectivité du radar météorologique de Wideumont.	47
Figure 2.13. Grêlons observés le 8 juin 2003 vers 12h à Oostham dans la province du Limbourg. Les plus gros grêlons atteignent un diamètre de 4 cm. Photo prise par Mr. Van Caneghem de Oostham.	47
Figure 4.1. En guise d'illustration, voici une présentation graphique d'un plumet, intégré dans le temps, de polluants, à la suite d'une émission fictive à Doel. Cette présentation est basée sur les prévisions du modèle ETA. Les flèches représentent les vecteurs de vent, lesquels sont en couleur rouge dans le plumet.	54
Figure 4.2. Prévisions initialisées le 8 décembre 2003 à 0 h (GMT). Ce graphique présente l'évolution temporelle de la longueur de transport (L). Il montre, à l'aide de barrettes bleues, les instants auxquels le critère d'alerte est satisfait.	56
Figure 4.3. Concentrations de NO ₂ (µg/m ³) mesurées au cours du 7 au 11 décembre 2003 en Région bruxelloise. Source : CELINE (données non validées).	57
Figure 5.1. Uccle hiver 2003	63

Figure 5.2. Uccle printemps 2003	64
Figure 5.3. Uccle été 2003	64
Figure 5.4. Uccle automne 2003	65
Figure 5.5. Températures moyennes mensuelles à Uccle (en °C)	65
Figure 5.6. : Durées d'ensoleillement mensuelles à Uccle (en heures)	66
Figure 5.7. Précipitations mensuelles à Uccle (en mm)	66
Figure 5.8. Nombres mensuels de jours de précipitations (≥ 1 mm) à Uccle (en jours)	66



Voorwoord

Préface

De realisatie van de objectieven van ons strategisch plan 2001-2005 werd verder gezet.

In het kader van het objectief "Meer veiligheid door kennis over weer en klimaat" werd veel aandacht besteed aan de controle van de kwaliteit van de voorspellingen en waarschuwingen voor gevaarlijke weerfenomenen. In overleg met de Gewesten werden waarschuwingsprocedures ontwikkeld of verbeterd voor meteorologische omstandigheden die ongunstig zijn voor de dispersie van luchtverontreiniging. Het model voor de fijnmazige numerieke weersvoorspellingen (Aladin-België) werd verder verbeterd door het aanpassen van het convectieschema, het verbeteren van de assimilatie van de gegevens en het invoeren van een alternatieve formulering van de randvoorwaarden.

Indien het KMI het fijnmazig model verder wil blijven ontwikkelen om beter de gevaarlijke kleinschalige fenomenen te voorspellen en gelijke tred houden met de ontwikkelingen in onze buurlanden, zal de rekencapaciteit van het Instituut de komende jaren met een factor van honderd moeten vermenigvuldigd worden. Dit vraagt een substantiële verhoging van het budget voor computerinfrastructuur.

In het kader van het geïntegreerd automatisch meetnet werden bijkomende stations opgericht, 14 van de in totaal 25 voorziene stations werden eind 2003 geïnstalleerd. Op de ministerraad van 4 april 2003 werd beslist dat een toren voor een meteorologische radar in Vlaanderen zou gebouwd worden. Deze radar zal toelaten om de neerslag over het westen van België (in hoofdzaak West-Vlaanderen) in reële tijd te volgen. Dit is het enige deel van ons land dat op die manier nog niet bewaakt wordt.

De eerste beelden van de nieuwe generatie van meteorologische satellieten, werden ontvangen en verwerkt. Hierdoor zijn nu de energieflux aan de top van de atmosfeer in quasi reële tijd beschikbaar. Deze fluxen

La réalisation des objectifs de notre plan stratégique 2001-2005 a été poursuivie.

Dans le cadre de l'objectif " Plus de sécurité par la connaissance du temps et du climat ", on a consacré beaucoup d'attention au contrôle de qualité des prévisions et des avertissements en cas de phénomènes météorologiques extrêmes.

En concertation avec les Régions, des procédures ont été développées ou améliorées pour lancer des avis d'alerte lorsque les circonstances météorologiques sont défavorables à la dispersion de la pollution atmosphérique. Le modèle numérique de prévisions météorologiques à mailles fines (Aladin-Belgique) a encore été amélioré par l'adaptation du schéma de convection, l'amélioration de l'assimilation des données et l'introduction d'une formulation alternative pour les conditions aux limites.

Si l'IRM souhaite poursuivre l'amélioration du modèle à mailles fines, afin de mieux prévoir les phénomènes dangereux sur une petite échelle, et rester au même niveau de développement que celui des pays voisins, la capacité de calcul de l'Institut devrait être multipliée d'un facteur cent dans les années à venir. Cela requiert une augmentation substantielle du budget pour l'infrastructure informatique.

Dans le cadre du réseau automatique intégré, de nouvelles stations automatiques ont été érigées. 14 des 25 stations prévues au total ont été installées fin 2003. Lors du Conseil des Ministres du 4 avril 2003, la construction d'une tour pour installer un radar météorologique en Flandre a été approuvée. Ce radar permettra de suivre en temps réel les précipitations sur l'ouest de la Belgique (principalement en Flandre occidentale). Il s'agit de l'unique partie du pays qui ne soit pas encore surveillée par radar.

worden door het KMI, voor rekening van Eumetsat, berekend en ter beschikking gesteld van de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Zij zijn fundamenteel voor de studie van de klimaatsveranderingen.

Bij gebrek aan middelen moesten de radiopeilingen, die het KMI dagelijks uitvoert sedert maart 1945 in het kader van de Meteorologische Wereldorganisatie, stopgezet worden.

De goede werking van het Instituut werd bedreigd door het uitblijven van de toepassing van de Copernicus hervorming. Hierdoor worden vooral de vervangingen van departementshoofden, die met rust vertrekken, belemmerd. Dit zal vooral in 2004 tot moeilijke werkomstandigheden leiden gezien dan nog slechts twee van de vijf departementshoofden in actieve dienst zullen zijn.

Dr Henri Malcorps
Directeur van het KMI

Les premières images de la nouvelle génération de satellites météorologiques ont été réceptionnées et traitées. L'on peut désormais connaître le flux d'énergie au sommet de l'atmosphère en temps quasi réel. Ces flux sont calculés à l'IRM, pour le compte d'EUMETSAT, et mis à la disposition de la communauté scientifique internationale. Ils jouent un rôle fondamental dans l'étude des changements climatiques.

Par manque de moyens, nous avons dû mettre fin aux radiosondages que l'IRM effectuait quotidiennement depuis 1945 dans le cadre de l'Organisation Météorologique Mondiale.

Le bon fonctionnement de l'Institut est menacé par le report de l'application de la réforme Copernic. Plus particulièrement, le remplacement des chefs de département, partis à la retraite, a été entravé. Cette situation crée des conditions de travail difficiles, spécialement en 2004, puisque qu'il ne restera que deux chefs de département en service actif sur cinq.

Dr Henri Malcorps
Directeur de l'IRM



Opmerkelijke feiten

Faits marquants

1.1 Bezoek van Zijne Majesteit (Z.M.) de Koning Albert II aan de Pool Ruimte

Z.M. de Koning Albert II werd op 15 mei 2003 hartelijk ontvangen door het personeel van de Pool Ruimte (Koninklijke Sterrenwacht van België, Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie en het Koninklijk Meteorologisch Instituut), waar hij heeft deelgenomen aan een werkvergadering. De Minister van Wetenschappelijk Onderzoek, Charles Picqué, de Regeringscommissaris belast met het Wetenschapsbeleid, Yvan Ylieff, en de burgemeester van Ukkel, Claude Desmedt vergezelden hem op dit bezoek.

Het personeel van elk Instituut van de Pool Ruimte heeft de gelegenheid gehad om hun voornaamste activiteiten voor te stellen aan Z.M. de Koning Albert II. Vooral de uitwerking van een meteorologische voorspelling trok de aandacht van Zijne Majesteit.

In de loop van de werkvergadering die daarop aansloot, hadden de drie Directeurs van de wetenschappelijke instellingen van de Pool Ruimte de gelegenheid Hem het specifieke karakter en de missies van de federale wetenschappelijke instellingen voor te stellen. De verschillende onderzoeksprogramma's die momenteel lopen in de 3 instellingen zijn een toonbeeld van hoogstaand wetenschappelijk onderzoek, uitgevoerd door de Pool Ruimte. Tenslotte was er ook sprake van concrete voorstellen voor de vernieuwing van de federale wetenschappelijke instellingen.

1.1 Visite de Sa Majesté (S.M.) le Roi Albert II au Pôle Espace

S.M. le Roi Albert II a été joyeusement accueilli le 15 mai 2003 par le personnel du Pôle Espace (Observatoire Royal de Belgique, Institut d'Aéronomie Spatiale Belge et Institut Royal Météorologique de Belgique) où il est venu participer à une réunion de travail. Le Ministre de la Recherche Scientifique, Charles Picqué, le Commissaire du Gouvernement chargé de la Politique Scientifique, Yvan Ylieff et le Bourgmestre d'Uccle, Claude Desmedt l'accompagnaient pour cette visite.

Le personnel de chaque Institut du Pôle Espace a eu l'occasion de présenter ses activités principales à S.M. le Roi Albert II. L'élaboration d'une prévision météorologique a particulièrement retenu l'attention de Sa Majesté.

Au cours de la réunion de travail qui a suivi, les trois Directeurs des établissements scientifiques du Pôle Espace ont pu lui présenter la spécificité et les missions des établissements scientifiques fédéraux. Les différents programmes de recherche en cours dans les 3 établissements ont illustré la recherche scientifique de haut niveau menée par le Pôle Espace. Il a aussi été question de propositions concrètes pour la modernisation des établissements scientifiques fédéraux.

1.2 Viering van de honderdvijftigste verjaardag van de Mariene Conferentie van 1853 en workshop CLIMAR II, onder de Hoge Bescherming en in aanwezigheid van Z.M. de Koning Albert II, Brussel, 17-22 november 2003

Het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België heeft van 17 tot 22 november 2003, in samenwerking met de POD (Federaal Wetenschapsbeleid) Wetenschapsbeleid, de Administratie Waterwegen en Zeewegen, de Wereld Meteorologische Organisatie en de 'National Oceanic and Atmospheric Administration USA' een internationale conferentie georganiseerd om de 150^{ste} verjaardag te vieren van de eerste internationale conferentie over meteorologie ooit gehouden, die plaatsvond in Brussel in 1853.

Deze verjaardag werd gevierd in combinatie met de tweede internationale workshop over de vooruitgang in de maritieme klimatologie (CLIMAR-II).

Z.M. de Koning Albert II heeft ons vereerd met zijn aanwezigheid op de openingszitting en heeft tevens aanvaard de conferentie onder zijn Hoge Bescherming te plaatsen. De Vice-Eerste Minister en Minister van Binnenlandse Zaken, de heer P. Dewael, was eveneens aanwezig op de openingszitting.

Een tentoonstelling van historische meteorologische instrumenten trok de aandacht van alle deelnemers. Het boordjournaal van Matthew Fontaine Maury, twee octanten uit de 18^{de} eeuw, maar van een type dat nog gebruikt werd in 1853, originele brieven in verband met deze conferentie en de kostbare astronomische kijker van Adolphe Quetelet, stichter van de Koninklijke Sterrenwacht van België, werden tentoongesteld voor het publiek.

Enkele bedrijven hebben van de gelegenheid gebruik gemaakt om hun activiteiten of instrumenten tentoon te stellen.

Meer dan 100 wetenschappers van over de hele wereld hebben deelgenomen aan de conferentie en nog eens 70 anderen aan de workshop CLIMAR-II. De organisatie van zulk een internationaal evenement was voor het KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut van België) de ideale gelegenheid om de internationale zichtbaarheid van zijn wetenschappelijke activiteiten te verhogen en contacten aan te knopen om zijn methodes en technologieën te verbeteren voor de veiligheid van de bevolking op meteorologisch gebied.

1.2 Célébration du cent cinquantième anniversaire de la Conférence maritime de 1853 et atelier CLIMAR-II, sous le haut Patronage et en présence de S.M. le Roi Albert II, Bruxelles, 17-22 novembre 2003

L'Institut Royal Météorologique de Belgique a organisé du 17 au 22 novembre 2003, en collaboration avec le SPP Politique scientifique, l'AWZ (abréviation en néerlandais de l'Administration des Voies Navigables et des Voies Maritimes), l'Organisation Météorologique Mondiale et le 'National Oceanic and Atmospheric Administration USA' une conférence internationale pour célébrer le 150^e anniversaire de la première conférence mondiale ayant trait à la météorologie jamais organisée qui s'est tenue à Bruxelles en 1853.

Cet anniversaire a été célébré en association avec le deuxième Atelier international sur les progrès de la climatologie maritime (CLIMAR-II).

S.M. le Roi Albert II nous a fait l'honneur d'être présent à la séance inaugurale et a accepté de placer la conférence sous son haut Patronage. Le Vice-premier Ministre et Ministre de l'Intérieur, Monsieur P. Dewael, était également présent à la séance inaugurale.

Une exposition d'instruments météorologiques historiques a attiré l'attention de tous les participants. Le journal de bord de Matthew Fontaine Maury, deux octants du 18^e siècle mais d'un type encore en usage en 1853, des correspondances originales concernant cette conférence ainsi que la précieuse lunette astronomique d'Adolphe Quetelet, fondateur de l'Observatoire Royal de Belgique, ont été exposés au public.

Quelques sociétés ont saisi l'occasion pour exposer leurs activités ou instruments.

Plus de 100 scientifiques du monde entier ont participé à la conférence et encore 70 autres à l'atelier CLIMAR-II. L'organisation d'un tel événement international est l'occasion idéale pour l'IRM d'augmenter la visibilité internationale de ses activités scientifiques et de nouer des contacts afin d'améliorer ses méthodes et technologies pour la sécurité de la population dans le domaine de la météorologie.



Figuur 1.1. Z.M. de Koning Albert II ontmoette in aanwezigheid van de Heer Minister Dewael en Dr Mettens, voorzitter van wetenschapsbeleid, verscheidene vooraanstaanden op het gebied van de internationale meteorologie. Van rechts naar links naast Z.M. de Koning: Dr Philippe Mettens, Dr Henri Malcorps, Minister Patrick Dewael, Prof. Dr G.O.P. Obasi, Rear Admiral Steven Tomaszeski, M. Michel Jarraud, M. Peter Ewins, M. René Morin, Dr Udo Gärtner, M. François Gérard en Dr R. Spinrad.

Figure 1.1. S.M. le Roi Albert II a rencontré plusieurs personnalités éminentes dans le domaine de la météorologie internationale, en compagnie du Ministre Dewael et du Dr Mettens, Président de la Politique Scientifique. De droite à gauche autour de S.M. le Roi Albert II: Dr Philippe Mettens, Dr Henri Malcorps, Ministre Patrick Dewael, Prof. Dr G.O.P. Obasi, Rear Admiral Steven Tomaszeski, M. Michel Jarraud, M. Peter Ewins, M. René Morin, Dr Udo Gärtner, M. François Gérard et Dr R. Spinrad.

1.3 Opmerkelijk weer tijdens het eerste semester van het jaar 2003 te Ukkel

In het jaar 2003 valt het eerste semester vooral op vanuit klimatologisch oogpunt dankzij de combinatie van de zéér uitzonderlijk hoge zonneshijnduur, een zéér abnormaal hoge gemiddelde temperatuur en een quasi uitzonderlijk laag aantal neerslagdagen.

De zonneshijnduur gemeten tijdens de eerste zes maanden van dit jaar bedroeg 1043 uren. Deze waarde is de hoogste waarde waargenomen sinds het begin van de heliografische waarnemingen te Ukkel in 1887.

Voor de eerste zes maanden van het jaar bedroeg de gemiddelde temperatuur 9.6°C, wat zéér abnormaal hoog is.

Het aantal neerslagdagen bedroeg 74 voor de eerste helft van het jaar. Deze waarde is uitzonderlijk laag: tussen 1833 en 2003 waren er slechts zes jaren met een aantal neerslagdagen dat lager of gelijk was aan de waarde van

1.3 Temps remarquable au cours du premier semestre 2003 à Uccle

Le premier semestre 2003 se distingue avant tout d'un point de vue climatologique par la combinaison du caractère très exceptionnellement élevé de la durée d'ensoleillement, de celui, très anormalement élevé de la température moyenne et d'un nombre de jours de pluie quasi exceptionnellement bas.

La durée d'ensoleillement mesurée durant les six premiers mois de l'année s'élève à 1043 heures. Cette valeur constitue la valeur la plus élevée observée depuis le début des observations héliographiques à Uccle en 1887.

La température moyenne observée durant la même période est de 9.6°C, ce qui est très anormalement élevé.

La première moitié de l'année comporte 74 jours de pluie. Cette valeur est exceptionnellement basse : en effet, entre 1833 et 2003, l'on compte seulement six années

2003. Bovendien is het reeds 110 jaar geleden dat de neerslagfrequentie zo laag was.

1.4 De George Sarton Leerstoel

De George Sarton Leerstoel voor het academiejaar 2003 - 2004 werd toegekend aan Dr. Gaston Demarée, afdelingshoofd "Risico Analyse en Duurzaamheid" van het KMI. Deze internationale prijs wordt jaarlijks uitgereikt door de Universiteit Gent in herinnering aan George Sarton (1884-1956), de grondlegger van de geschiedenis van de wetenschappen, stichter en uitgever van het gezaghebbende internationale tijdschrift "Isis". George Sarton promoveerde in 1911 tot Dr. in de Fysica en de Wiskunde aan de Gentse Universiteit en vertrok in het oorlogsjaar 1915 naar de Verenigde Staten van Amerika. Hij werd later hoogleraar aan het Carnegie Institution te Washington en aan Harvard Universiteit [Biographie Nationale, t. 38]. Elk jaar wordt door de Universiteit Gent een leerstoellaureaat verkozen om zijn verdienste, in het wetenschappelijk onderzoek rond de geschiedenis van de wetenschap in de geest van George Sarton, te bekronen.

De leerstoellaureaat gaf een publieke lezing in aanwezigheid van de academische overheden in de Aula van de Universiteit Gent op donderdag 20 november 2003 getiteld "De Ancien Régime instrumentele meteorologische waarnemingen in België of de geneesheer met lancet en thermometer in het spoor van Hippocrates". Een tweede lezing getiteld "De moderne instrumentele meteorologische waarnemingen te Brussel / Ukkel (1833-2003) of de problemen inherent aan een lange waarnemingsreeks" greep plaats op de Faculteit Letteren en Wijsbegeerte op vrijdag 21 november 2003.

avec un nombre de jours de pluie plus bas ou égal à la valeur relevée pour 2003. Bien plus, il faut remonter 110 ans en arrière pour rencontrer une fréquence de précipitations aussi basse.

1.4 Chaire George Sarton

La chaire George Sarton pour l'année académique 2003-2004 a été octroyée au Dr. Gaston Demarée, chef de la Section "Analyse de risques et durabilité" à l'IRM. Ce prix international est remis annuellement par l'Université de Gand en mémoire de George Sarton (1884-1956), le fondateur de l'histoire des sciences, fondateur et éditeur d'"Isis", la revue la plus accréditée sur le sujet de l'histoire des sciences. George Sarton fut promu en 1911 Docteur en sciences physiques et mathématiques à l'Université de Gand et partit en l'année de guerre 1915 aux Etats-Unis d'Amérique. Il y devint plus tard professeur au Carnegie Institution à Washington et à l'Université de Harvard [Biographie Nationale, t. 38]. Chaque année, l'Université de Gand élit un titulaire de la chaire George Sarton sur base de ses mérites dans le cadre de l'histoire des sciences dans l'esprit de George Sarton.

Le lauréat donna une leçon publique dans l'Aula de l'Université en présence des autorités académiques de l'Université le jeudi 20 novembre 2003 intitulée "De Ancien Régime instrumentele meteorologische waarnemingen in België of de geneesheer met lancet en thermometer in het spoor van Hippocrates". Une deuxième leçon eut lieu le vendredi 21 novembre 2003 et porta le titre suivant: "De moderne instrumentele meteorologische waarnemingen te Brussel / Ukkel (1833-2003) of de problemen inherent aan een lange waarnemingsreeks".



Figuur 1.2. Dr Gaston Demarée, laureaat leerstoel George Sarton, 2003-2004

Figure 1.2. Dr Gaston Demarée, lauréat de la chaire George Sarton, 2003-2004.



Meer Veiligheid door Kennis over het Weer en het Klimaat

Plus de Sécurité Grâce à la Connaissance du Temps et du Climat

“Meer veiligheid door kennis over het weer en het klimaat” is ongetwijfeld het belangrijkste thema van het strategisch plan van het KMI voor de periode 2001-2005. Voor het bereiken van dit objectief wordt zowel aandacht besteed aan de verbetering van de meteorologische voorspellingen en waarschuwingen en aan de uitbreiding van de kennis over het klimaat, als aan het verbeteren van de waarnemingen.

2.1 Verbeteren van de meteorologische voorspellingen en waarschuwingen boven land en op zee

Hier werd vooral aandacht besteed aan de kwaliteitscontrole van de voorspellingen en waarschuwingen voor gevaarlijke weerfenomenen zoals: onweders, overvloedige neerslag, krachtige wind, sneeuw, ijzel. Deze controles vormen de basis voor verdere verbeteringen van de gebruikte voorspellingsmethodes.

2.1.1 Evaluatie en verbetering van de waarschuwingsprocedure voor winterse meteorologische toestanden die ongunstig zijn voor de dispersie van pollutanten

Op vraag van de Brusselse regio heeft het KMI een procedure ontwikkeld voor de voorspelling van meteorologische voorwaarden die nadelig zijn voor de dispersie van pollutanten. Deze procedure was reeds getest en geëvalueerd voor Brussel in de loop van de winter 2002 - 2003, en bracht een tiental situaties aan het licht die aan de oorsprong lagen van een aanzienlijke stijging van de concentratie van pollutanten. Deze situaties zijn op meteorologisch gebied in detail geanalyseerd. Bovendien heeft deze analyse de goede werking van het voorspellingsmodel ALADIN-België onderstreept.

“Plus de sécurité par la connaissance du temps et du climat” est sans conteste le thème le plus important du plan stratégique de l'IRM pour la période 2001-2005. Pour atteindre cet objectif, on accorde autant d'attention à l'amélioration des prévisions et avertissements météorologiques qu'à l'approfondissement de nos connaissances sur le climat et à l'amélioration de nos observations.

2.1 Amélioration des prévisions et avertissements météorologiques sur terre et en mer

Notre attention est ici principalement concentrée sur le contrôle de qualité des prévisions et des avertissements en cas de phénomènes météorologiques dangereux tels les orages, les précipitations à l'origine d'inondations, le vent fort, la neige, le verglas. Ces contrôles nous permettent d'améliorer les méthodes utilisées.

2.1.1 Evaluation et amélioration de la procédure d'avertissement de conditions météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants

Développée par l'IRM à la demande de la Région bruxelloise, la procédure de prévision des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants avait déjà été testée et évaluée pour Bruxelles au cours de l'hiver 2002-2003. Elle avait permis de mettre en évidence une dizaine de situations à l'origine d'une augmentation significative des concentrations de polluants. Ces situations ont été analysées de façon détaillée sur le plan météorologique. Cette analyse avait également souligné les bonnes performances du modèle de prévision ALADIN-Belgique.

Op basis van voorstellen en suggesties van de Brusselse regio leek het ons nuttig een aantal criteria van de alarmprocedure te herzien en een tweede voorspellingsmethode te ontwikkelen, die de naam waarschuwingsprocedure kreeg. Deze laatste procedure liet ons toe de pollutie-evenementen op te sporen die minder verstrekkende gevolgen hebben dan wanneer het om een alarm gaat.

Deze twee procedures zijn sinds december 2003 van kracht, en hun toepassingsgebied zal weldra uitgebreid worden met twee steden in de Waalse regio.

a) Voorspelling van alarm voor pollutie

De alarmsignalen voor pollutie komen overeen met een luchtkwaliteitindex van minstens 8 op een schaal van 1 tot 10 (een hoge index betekent een slechte luchtkwaliteit). Vergeleken met de versie die in de loop van de winter 2002 - 2003 gebruikt werd, hebben we de voorspellingsprocedure voor alarm enigszins aangepast om de opsporingscapaciteit van grootschalige pollutie-evenementen te verbeteren, zonder daarom de basisprincipes opnieuw in vraag te stellen. De voornaamste wijzigingen betreffen het criterium voor de minimale duur van evenementen (herleid van 24 naar 17 uur) en de definitie van de laag in de atmosfeer waarin de evaluatie tot stand moet komen. De aldus geherdefinieerde procedure maakt dat we met een zeer hoge betrouwbaarheid tegenover situaties behandeld in de loop van de winter 2003 - 2004 de episodes kunnen voorspellen die gekarakteriseerd worden door hoge concentraties stikstofoxides en zwevende deeltjes in de atmosfeer.

b) Voorspelling van waarschuwingen voor pollutie

De waarschuwingen voor pollutie stemmen overeen met een luchtkwaliteitindex van 6 of 7 op een schaal van 1 tot 10. Bij de hierboven beschreven alarmprocedure werd bijkomend een voorspellingsprocedure voor pollutie ontwikkeld. Gebaseerd op dezelfde fysische principes als de voorspellingprocedure voor alarm, bevat zij verschillende waarschuwningsniveaus die uitgedrukt worden op een schaal van 1 tot 6. De opsporing van evenementen gebeurt dus door de waarschuwningsniveaus te bepalen op die uren van de dag die gekarakteriseerd worden door een grotere uitstoot van pollutanten (i.e. piekuren).

Door deze waarschuwningsprocedure toe te passen hebben we een groot aantal situaties kunnen opsporen die aanleiding hebben gegeven tot een aanzienlijke stijging van de pollutentenconcentratie. Vergeleken met de alarmprocedure is de waarschuwningsprocedure minder betrouwbaar en misschien is ze - in een uitzonderlijk geval - de oorzaak van een vals alarm. Bijgevolg moeten de resultaten van de voorspellingsprocedure vervolledigd worden door een gedetailleerde meteorologische analyse van de

Sur base de propositions et suggestions formulées par la Région bruxelloise, il semblait utile de revoir certains critères de la procédure d'alerte et de développer une seconde procédure de prévision, appelée procédure d'avertissement, permettant de détecter les événements de pollution caractérisés par un niveau de gravité moindre que les alertes.

Ces deux procédures de prévisions sont en application depuis décembre 2003 ; leur utilisation sera prochainement étendue à deux villes supplémentaires en Région wallonne.

a) Prévision des alertes à la pollution

Les alertes à la pollution correspondent à un indice de qualité de l'air au moins égal à 8 sur une échelle allant de 1 à 10 (un indice élevé signifiant une mauvaise qualité de l'air). Comparativement à la version utilisée au cours de l'hiver 2002-2003, la procédure de prévision des alertes à la pollution a reçu quelques aménagements visant à améliorer sa capacité de détection des événements majeurs de pollution, sans pour autant remettre en cause ses principes de bases. Les principaux changements concernent le critère relatif à la durée minimale des événements (ramenée de 24 à 17 heures) et la définition de la couche de l'atmosphère dans laquelle l'évaluation doit être réalisée. La procédure ainsi redéfinie a permis de prévoir, avec une très bonne fiabilité en regard des situations traitées au cours de l'hiver 2003-2004, les épisodes caractérisés par des concentrations élevées en oxydes d'azote et en particules en suspension dans l'atmosphère.

b) Prévision des avertissements à la pollution

Les avertissements à la pollution correspondent à un indice de qualité de l'air valant 6 ou 7 sur une échelle allant de 1 à 10. En complément à la procédure d'alerte évoquée ci-dessus, une procédure de prévision d'avertissements à la pollution a été développée. Fondée sur les mêmes principes physiques que la procédure de prévision des alertes, elle comporte différents niveaux d'avertissements définis sur une échelle allant de 1 à 6. La détection des événements est alors réalisée en déterminant les niveaux d'avertissement aux heures de la journée caractérisées par des émissions de polluant plus élevées (c-à-d. heures de pointes).

L'application de cette procédure d'avertissement a permis de détecter un nombre important de situations qui ont donné lieu à une augmentation notable des concentrations de polluants. Comparativement à la procédure d'alerte, la procédure d'avertissement présente toutefois une fiabilité moindre et peut être - très occasionnellement - à l'origine de fausses alertes. Les résultats de la procédure de prévision doivent donc être complétés par une analyse météorologique détaillée des

atmosferische voorwaarden, meer bepaald wat de eigenschappen van de turbulente grenslaag betreft.

Praktisch gezien worden deze waarschuwingen -of alarmprocedures twee keer per dag verstuurd naar het kabinet van de regionale minister van milieu en naar de regionale administratie verantwoordelijk voor milieukwesties. De waarschuwingen voor pollutie impliceren alleen de verspreiding van informatie aan de bevolking via de media, om op die manier de bevolking aan te moedigen zich als een "goede burger" te gedragen om de concentratie van pollutanten binnen de perken te houden. Tijdens periodes van alarm voor vervuiling kan de overheid bovendien overgaan tot een versterking van het openbaar vervoer en, afhankelijk van de ernst van de situatie, tot restrictieve maatregelen om het autoverkeer in de steden te beperken.

2.1.2 Bekomen resultaten en kwaliteitscontrole

2.1.2.1 Voorspellingen en waarschuwingen van het KMI betreffende gevaarlijke weerfenomenen

Elk jaar versturen de voorspellers van het weerbureau een aantal waarschuwingen in verband met gevaarlijke weersituaties per fax en/of e-mail naar een ganse reeks gebruikers. Hieronder vallen ondermeer het Crisiscentrum van de regering, de Civiele Bescherming, de VRT (Vlaamse Radio Televisie), RTBF (Radio Télévision Belge Francophone), RTL (Radio Télévision Luxembourgeoise),... Ook de KMI-website wordt dan voorzien van een waarschuwing. Die gevaarlijke weersituaties zijn divers: rukwinden vanaf 80 km/uur, hevige neerslag met gevaar voor wateroverlast, sneeuw, ijzel, hagel en zware onweders.

2.1.2.1.1 Waarschuwingen in verband met zware onweders

Onweer kan gepaard gaan met verschillende gevaarlijke en schadeveroorzakende weerfenomenen, met als belangrijkste:

- Grote hoeveelheden neerslag op korte tijd
- Hagel
- Zware windstoten met eventueel windhozen
- Blikseminslagen.

Problemen bij het voorspellen van hevig onweer

In vergelijking met de andere extreme weersituaties (wateroverlast, stormen,...) is het maken van een

conditions atmosphériques, notamment en ce qui concerne les propriétés de la couche limite turbulente.

Sur un plan pratique, ces prévisions d'avertissement ou d'alerte à la pollution sont transmises deux fois par jour au cabinet du ministre régional de l'environnement et à l'administration régionale en charge des questions liées à l'environnement. Les avertissements à la pollution impliquent seulement une diffusion d'informations à la population via les médias afin d'encourager les comportements " citoyens " permettant de limiter les concentrations de polluants. Lors des alertes à la pollution, les autorités peuvent être en plus amenées à renforcer les transports en commun et, suivant la gravité de la situation, à prendre des mesures contraignantes pour limiter le trafic automobile dans les villes.

2.1.2 Résultats obtenus et contrôle de qualité

2.1.2.1 Prévisions et avertissements de l'IRM en cas de phénomènes météorologiques dangereux

Chaque année, les prévisionnistes du bureau du temps envoient, par fax et/ou par e-mail, un certain nombre d'avertissements, en cas de situations météorologiques dangereuses, à toute une série d'utilisateurs. Au nombre de ceux-ci, l'on répertorie, entre autres, le Centre de Crise du gouvernement, la Protection Civile, la RTBF (Radio Télévision Belge Francophone), RTL (Radio Télévision Luxembourgeoise), la VRT (Vlaamse Radio Televisie),... Le site Web de l'IRM affiche, lui aussi, ce type d'avertissements. Les situations météorologiques dangereuses sont diverses : rafales de vent à partir de 80 km/heure, fortes pluies avec risque de dégâts des eaux, neige, verglas, grêle et orages violents.

2.1.2.1.1 Avertissements en cas de fort orage

L'orage peut aller de pair avec différents phénomènes météorologiques qui peuvent s'avérer dangereux et qui sont à l'origine de dégâts. Citons, au nombre des plus importants:

- Fortes quantités de pluie dans un court laps de temps
- Grêle
- Fortes rafales de vent accompagnées éventuellement de tornades
- Foudre.

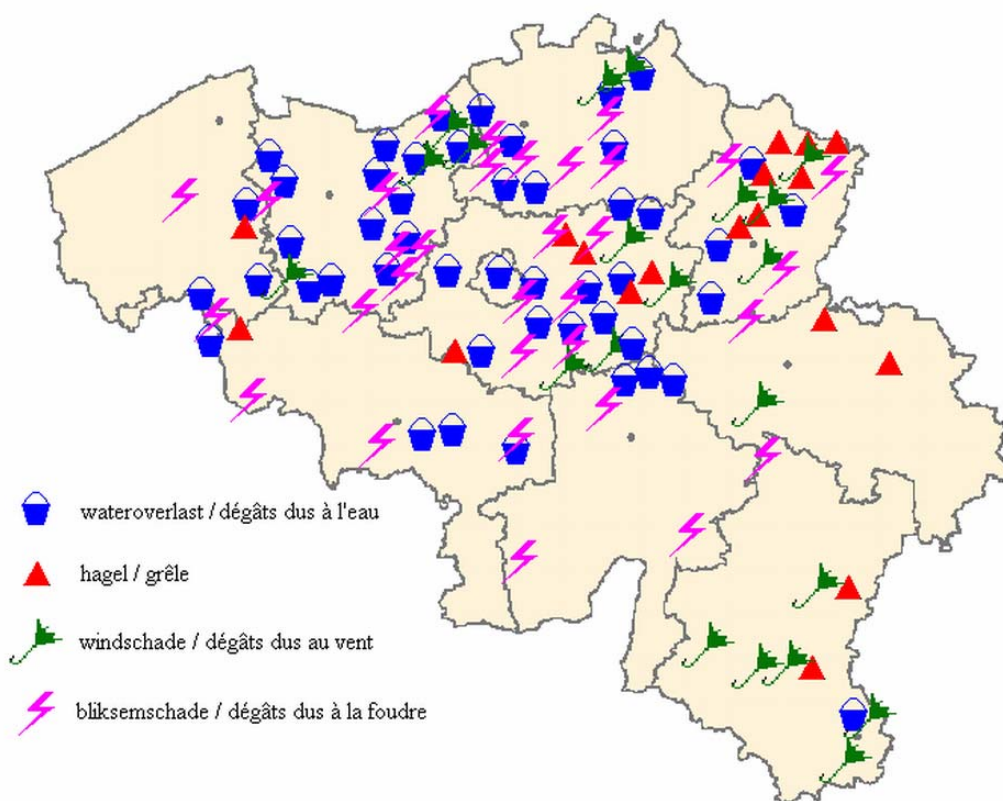
Problèmes survenus lors de la prévision d'orages violents

waarschuwing voor hevig onweer nog complexer. Hevige onweerscellen hebben immers vaak beperkte horizontale afmetingen. Het is dus best mogelijk dat het onweer net buiten de grenzen van ons land voorbyschuift. Dit zal niet meteen het geval zijn met een uitgebreid stormcomplex, een intens frontaal neerslaggebied of een belangrijke ijzel- of sneeuwzone.

Het opstellen van waarschuwingen in verband met onweer is dus delicaat. Het is ook niet onlogisch dat voorspellers, afgezien van grootschalige en duidelijke weersystemen, in de gewone bulletins de nadruk leggen op "kans op hevig onweer" of "lokaal hevig onweer met mogelijk hagel". Alle belangrijke onweders werden op die manier in de gewone berichten aangekondigd en dit meestal 1 dag op voorhand.

Par rapport aux autres situations météorologiques extrêmes telles que dégâts des eaux, tempêtes ou autres, établir un avertissement en cas de fort orage se révèle encore plus complexe. Les cellules orageuses intenses ont souvent des dimensions horizontales limitées. Il est donc parfaitement possible que la zone orageuse glisse juste hors de nos frontières et évite donc ainsi notre pays. Ce qui n'est pas toujours le cas avec un vaste complexe de tempête, une intense zone de précipitations frontale ou encore à une importante zone de verglas ou de neige.

La tâche d'établir des avertissements en cas d'orage est donc particulièrement délicate. Il n'est par conséquent pas illogique que des prévisionnistes, même en cas de systèmes météorologiques à grande échelle et bien structurés, mettent l'accent, dans leurs bulletins quotidiens, sur le "risque d'orage violent" ou parlent d'un "orage localement violent avec risque de grêle". Tous les orages importants ont donc été annoncés de cette manière dans les bulletins quotidiens et ceci, généralement un jour à l'avance.



Figuur 2.1. Overzicht van onweerschade op 8 juni 2003

Figure 2.1. Aperçu des dégâts dus à l'orage survenu le 8 juin 2003

Onweerswaarschuwingen voor het jaar 2003

Het jaar 2003 was een opvallend rustig jaar qua onweer. Tijdens de typische onweersmaanden juli en augustus bleef het overwegend droog en bijzonder warm. Enkel juni was een normale maand wat onweders betreft.

Avertissements en cas d'orage pour l'année 2003

L'année 2003 s'est distinguée comme une année calme pour ce qui est des orages. En effet, durant les mois traditionnellement orageux que sont juillet et août, le temps est resté essentiellement sec et particulièrement

Een onweersdag die meer dan 5.000 ontladingen laat optekenen, wordt als voldoende belangrijk beschouwd. De kans op schade vergroot dan aanzienlijk.

Volgende tabel geeft een overzicht van de dagen in 2003 waarop meer dan 5.000 bliksems werden geregistreerd. Merk op dat er altijd sprake was van onweer in de weerberichten die vijf maal per dag worden opgesteld, en dat bij de zwaarste onweders hierbij nog een waarschuwing werd verstuurd. Al deze onweders werden dus vooraf aangekondigd.

Tabel 2.1: Onweerswaarschuwingen voor het jaar 2003

Datum	Aantal ontladingen	Voorspelling
2/5	7.306	weerberichten
30/5	5.822	weerberichten
3/6	5.915	weerberichten + waarschuwing
8/6	49.031	weerberichten + waarschuwing
10/6	13.731	weerberichten + waarschuwing
14/6	5.230	weerberichten
23/6	8.358	weerberichten + waarschuwing

Op slechts 7 dagen werden er meer dan 5.000 ontladingen genoteerd. Voor de voorbije jaren waren er dat 16 in 2000, 10 in 2001 en 13 in 2002.

Volgende conclusies kunnen getrokken worden voor 2003:

- Het jaar 2003 telde maar één echt zware onweersdag, met name 8 juni. Dit onweer, dat reeds vroeg in de voormiddag over het land trok, werd correct voorspeld. De waarschuwing was reeds daags voordien gemaakt. Op Figuur 2.1 is te zien dat de schade verspreid was over het ganse land.
- Ook voor de vrij zware onweders van 10 en 23 juni werden er waarschuwingen gemaakt.
- De vier andere onweersdagen waren eerder van secundair belang. Nergens was er van echte schade sprake. In drie van de vier gevallen was er geen waarschuwing opgesteld, maar werd in de gewone weerberichten gewezen op een gevaar voor hevig onweer, hagel of rukwinden. Dit gebeurde altijd minstens één dag op voorhand.

Onterechte waarschuwingen

In een drietal gevallen werd het onweersgevaar overschat en werd ten onrechte een waarschuwing verstuurd.

chaud. Seul, le mois de juin a été un mois normal en ce qui concerne les orages.

Un jour d'orage au cours duquel plus de 5000 décharges sont enregistrées est considéré comme suffisamment important. Le risque de dégâts augmente alors considérablement.

Le tableau suivant donne un aperçu pour 2003 des jours pour lesquels plus de 5000 éclairs ont été comptabilisés. Notons qu'il a toujours été question d'orage dans les bulletins du temps, établis cinq fois par jour, et que, dans les cas d'orages très sévères, un avertissement avait également été envoyé. Tous ces orages ont donc été annoncés au préalable.

Tableau 2.1: Avertissements en cas d'orage pour l'année 2003

Date	Nombre d'éclairs	Prévision
2/5	7.306	bulletin du temps
30/5	5.822	bulletin du temps
3/6	5.915	bulletin du temps + avertissement
8/6	49.031	bulletin du temps + avertissement
10/6	13.731	bulletin du temps + avertissement
14/6	5.230	bulletin du temps
23/6	8.358	bulletin du temps + avertissement

7 Jours seulement ont été notés qui comptabilisaient plus de 5000 éclairs. Les années précédentes en avaient compté 16 en 2000, 10 en 2001 et 13 en 2002.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées pour 2003 :

- L'année 2003 a enregistré seulement un jour d'orage particulièrement intense, survenu le 8 juin. Cet orage, qui quittait déjà le pays, tôt dans la matinée, a été correctement prévu. L'avertissement avait déjà été établi le jour d'avant. À la Figure 2.1, on peut constater que les dégâts étaient éparpillés sur l'ensemble du pays.
- Des avertissements pour les orages assez violents des 10 et 23 juin ont été émis.
- Les quatre autres jours d'orage étaient plutôt d'importance secondaire. Nulle part, il n'a vraiment été question de dégâts. Pour trois cas sur quatre, aucun avertissement n'a été émis mais les bulletins quotidiens attiraient l'attention sur un risque d'orage violent, de grêle ou de rafales de vent. Et ceci toujours au moins un jour à l'avance.

Avertissements erronés

Dans trois cas, le danger d'orage a été surestimé et un avertissement a donc été envoyé à tort.

2.1.2.1.2 Voorspellingen en waarschuwingen betreffende overvloedige neerslag

Wanneer overvloedige neerslag voorzien is, zendt het KMI een waarschuwingbulletin uit, bedoeld om de aandacht van de bevolking te trekken. In het algemeen informeert dit type van communiqué over de aard van de neerslag (regen, stortbuien), eventueel de ruimtelijke verdeling ervan (getroffen gebieden) en, wanneer enigszins mogelijk, de orde van de omvang van de verwachte neerslaghoogtes. De volgende paragrafen geven een evaluatie weer van de aankondigingen van hevige neerslag, verspreid in de loop van 2003.

1) De evaluatie werd gerealiseerd door het opzoeken van de dagen waarvoor schade, te wijten aan hevige neerslag, was waargenomen in het land.

In het geval geen enkele waarschuwing werd uitgezonden en indien geen enkele aankondiging van hevige neerslag is verschenen in het weerbulletin van 6 uur, dan wordt het evenement van intense neerslag als "gemist" beschouwd, anders gezegd niet-geanticipeerd door het weerbureau.

2) Dezelfde procedure werd toegepast, uitsluitend rekening houdend met de schadegevallen waargenomen in een uitgestrekt gebied of op talrijke plaatsen van het land.

Resultaten

In het jaar 2003 is er gedurende 25 dagen schade waargenomen, veroorzaakt door intense neerslag, waarvan gedurende 17 dagen de schade geregistreerd werd in een uitgestrekt gebied (of op talrijke plaatsen in het land).

Over het geheel van 25 evenementen (lokale inbegrepen) van intense neerslag, zijn er op die manier 20, zijnde 80 %, correct voorspeld door het KMI.

Over het geheel van 17 evenementen van intense neerslag die schade hebben veroorzaakt in een uitgestrekt gebied (anders gezegd geen gelocaliseerde schade), zijn er 16, zijnde 94 %, correct geanticipeerd door de voorspellers van het KMI.

Conclusies

In 2003 was het slaagpercentage van voorspellingen aangaande intense neerslag, die schade heeft berokkend over een uitgestrekt gebied of in talrijke plaatsen van het land, 94 %. Dit percentage is 80 % als de evaluatie gelocaliseerde evenementen omvat.

Evenementen van intense neerslag die in staat is om schade te veroorzaken werden dus zeer goed geanticipeerd door de voorspellers van het KMI.

2.1.2.1.2 Prévisions et avertissements météorologiques relatifs aux événements de précipitations abondantes

Lorsque des précipitations importantes sont prévues, l'IRM émet un bulletin d'avertissement destiné à attirer l'attention de la population. De manière générale, ce type de communiqué renseigne sur la forme des précipitations (pluie, averses), éventuellement leur répartition spatiale (régions touchées) et, lorsque cela est possible, l'ordre de grandeur des cumuls attendus. Les paragraphes suivants illustrent la manière dont l'évaluation des avis de fortes précipitations, lancés durant l'année 2003, a été pratiquée.

1) L'évaluation a été réalisée en répertoriant les jours pour lesquels des dégâts dus à de fortes précipitations ont été observés dans le pays.

Si aucun avertissement n'a été émis et si aucune annonce de précipitations importantes n'apparaît dans le bulletin de prévision de 6h, l'événement de précipitations intenses est alors considéré comme "manqué", c-à-d non anticipé par le bureau du temps.

2) De plus, cette même procédure a également été appliquée en ne considérant que les cas de dégâts observés sur une région étendue ou en de nombreux endroits du territoire.

Résultats

Pour l'année 2003, des dégâts dus à des précipitations intenses ont été observés durant 25 jours, dont 17 durant lesquels des dégâts ont été enregistrés sur une région étendue (ou en de nombreux endroits du pays).

Sur l'ensemble des 25 événements (y compris locaux) de précipitations intenses, 20 ont été correctement prévus par l'IRM, soit 80 %.

Sur l'ensemble des 17 événements de précipitations intenses ayant provoqués des dégâts sur une région étendue (c-à-d autres que des dégâts localisés), 16 ont été correctement anticipés par les prévisionnistes de l'IRM, soit 94 %.

Conclusions

Pour cette année 2003, le taux de réussite de prévisions relatives à des événements de précipitations intenses, ayant provoqué des dégâts sur une zone étendue ou en de nombreux endroits du territoire, est de 94 %. Ce taux est de 80 % si l'évaluation inclut les événements localisés.

Les événements de précipitations intenses susceptibles d'entraîner des dégâts ont donc très bien été anticipés par les prévisionnistes de l'IRM.

De evolutie van het slaagpercentage van waarschuwingen (of voorspellingen) aangaande belangrijke neerslag wordt in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2.2: Slaagpercentage

	Slaagpercentage [in percent](aantal evenementen)			
	2000	2001	2002	2003
Gelocaliseerde en uitgebreide schade	45% (31)	34% (58)	61% (49)	80% (25)
Uitsluitend uitgebreide schade	89% (9)	100% (7)	90% (20)	94% (17)

2.1.2.1.3 Voorspellingen en waarschuwingen van krachtige wind.

Soorten situaties

We beschouwen twee types van zeer verschillende situaties.

- Krachtige winden die geassocieerd worden met winterse situaties waarin we stormdepressies terugvinden met een diameter die in het algemeen meer dan honderden kilometers omvat en die een levensduur kennen van meerdere dagen. Zulke situaties worden normaal gezien goed voorspeld door de modellen en kunnen meestal meerdere dagen op voorhand opgemerkt worden. De winden die geassocieerd worden met zulke situaties treffen in het algemeen grote gebieden en de maximale rukwinden waargenomen door ons meetnet kunnen dus beschouwd worden als representatief voor de werkelijke situatie.
- Krachtige winden die geassocieerd worden met zomerse situaties waarin we geconfronteerd worden met onweerskernen van een veel kleinere afmetingen en een veel kortere levensduur. Deze kernen zijn veel moeilijker te voorspellen en zijn ook minder goed te vatten door de modellen en kunnen bijgevolg slechts zeer kort op voorhand voorspeld worden (soms zelfs alleen nadat ze al gevormd zijn). In zulke situaties is het te begrijpen dat we in de waarschuwingen voor krachtige wind en in het weerbulletin, de windsnelheid niet vermelden als we praten over rukwinden of windstoten. In sommige gevallen spreken we zelfs van hevig onweer waarmee we impliciet krachtige rukwinden associëren.

Het jaar 2003

Het jaar 2003 was relatief kalm betreffende winterse stormen van grote omvang. Het merendeel van de gevallen waarin we schade waarnemen, veroorzaakt door de wind, zijn situaties waarin er sprake is van sterk onstabiele lucht, dus situaties waarin de door de wind

L'évolution du taux de réussite d'avertissements (ou de prévisions) relatifs(ives) à des précipitations importantes, durant les 4 dernières années, est reportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2.2: Taux de réussite

	Taux de réussite [en pour cent] (nombre d'évènements)			
	2000	2001	2002	2003
Dégâts localisés ET étendus	45% (31)	34% (58)	61% (49)	80% (25)
Dégâts uniquement étendus	89% (9)	100% (7)	90% (20)	94% (17)

2.1.2.1.3 Prévisions et avertissements de vents forts.

Types de situations

Deux types de situations bien distinctes doivent être envisagées.

- Les vents forts associés à des situations hivernales dans lesquelles on retrouve des dépressions de tempête dont le diamètre excède généralement plusieurs centaines de kilomètres et dont la durée de vie est de plusieurs jours. Ces situations sont d'habitude bien prévues par les modèles et la plupart du temps détectables plusieurs jours à l'avance. Les vents associés à de telles situations touchent en général de vastes régions et les rafales maximales observées par notre réseau de mesure peuvent donc être considérées comme représentatives de la situation réelle.
- Les vents forts associés à des situations estivales dans lesquelles on est confronté à des noyaux orageux de dimension beaucoup plus petite et de durée de vie nettement plus réduite. Ces cas de figure sont beaucoup moins faciles à prévoir. Ces situations sont moins bien appréhendées par les modèles et ne sont donc prévisibles que peu de temps à l'avance (parfois même seulement après leur formation). Dans de telles situations, on comprendra qu'on parlera dans les avis de vents forts et dans les bulletins de prévisions, de rafales ou de coups de vent violents sans mentionner de valeurs de vitesse de vent. Dans certains cas, on parlera même d'orages violents auxquels on associera implicitement la notion de rafales violentes.

L'année 2003

L'année 2003 est une année relativement calme concernant les tempêtes hivernales de grande échelle. La plupart des cas de figure où l'on observe des dégâts dus au vent sont des situations dans lesquelles on se trouve dans de l'air fort instable, donc des situations dans

berokkende schade, geassocieerd wordt met cumulo-nimbi en zich dus in relatief kleine regio's voordoen (enkele tientallen kilometers). De waargenomen rukwinden zijn vaak lager dan 100 km/u, terwijl veel grotere rukwinden zich misschien hebben gevormd buiten de waarnemingsites en tot uiting komen door de waargenomen schade. De waarden van het meetnet zijn dus niet altijd representatief voor de werkelijke pieken van de windsnelheid. Bovendien zal de voorspeller, gezien de complexiteit van de mechanismen die meespelen, in vele gevallen niet in staat zijn om de maximale rukwinden te berekenen. Hij moet zich dus tevreden stellen met termen als hevige rukwinden of sterke rukwinden.

Laten we ook even terugdenken aan de storm van 2 januari 2003, waarin de wind snelheden bereikte van 100 km/u. Tot 48 uur op voorhand werden de voorziene rukwinden sterk onderschat (we hadden rukwinden van 60 km/u voorspeld). Reeds 24 uur op voorhand werden rukwinden van 75 km/u voorspeld, maar het is dankzij de fijnmazige korte termijnmodellen, waaronder Aladin-België, dat we uiteindelijk rukwinden van 100 km/u hebben kunnen voorspellen 12 uur op voorhand. Er werd eveneens een speciale flash uitgezonden in de late namiddag van 2 januari die rukwinden aankondigde van bij 100 km/u.

Conclusie

- We kunnen vermelden dat de storm van 27 oktober, die de sterkste was met rukwinden tot 133 km/u, bijzonder goed voorspeld werd tot op 5 % nauwkeurig.
- Gezien het vrij klein aantal winterstormen op grote schaal gedurende het jaar 2003 kunnen we geen significante evolutie onderscheiden wat betreft het voorspellen van stormen.

2.1.2.1.4 Voorspellingen en waarschuwingen voor sneeuw en ijzel

De gevolgen van schade door sneeuw en ijzel concentreren zich vooral op het wegverkeer. Sneeuw en ijzel op de weg kunnen het verkeer lamleggen wat uiteraard ook grote schade of verlies berokkent aan de economie.

Ook in deze context werd getracht, op basis van krantenartikels, zich een beeld te vormen van de toestanden waar ijzel en sneeuw problemen hebben veroorzaakt.

IJzel in 2003

In het jaar 2003 waren er slechts 2 dagen waarop er ijzel werd genoteerd in de waarnemingsstations. Ook in de kranten was er geen melding van ijzel die het wegverkeer ernstig hinderde. Dit sluit niet uit dat er nog andere plaatselijke gebeurtenissen waren.

lesquelles les dégâts dus au vent sont associés à des cumulo-nimbus et se situent donc dans des régions de relativement petite échelle (quelques dizaines de kilomètres). Les rafales observées sont souvent inférieures à 100 km/h, alors que des rafales beaucoup plus importantes se sont peut-être produites hors des sites d'observations du réseau de mesure et sont alors mises en évidence par les dégâts observés. Les valeurs du réseau de mesure ne sont donc pas toujours représentatives des pointes maximales réelles de la vitesse du vent. De même, vu la complexité des mécanismes mis en jeu, le prévisionniste ne sera, la plupart du temps, pas en mesure de quantifier les rafales maximales. Il devra alors se contenter de parler en termes de rafales violentes ou de fortes rafales.

Relevons tout de même la tempête du 02/01/2003 pendant laquelle le vent a atteint des pointes de 100 km/h. Les rafales prévues 48 heures à l'avance étaient fortement sous-estimées (rafales prévues de 60 km/h). Les rafales prévues 24 heures à l'avance étaient de 75 km/h, mais c'est grâce aux modèles à maille fine de prévisions à court terme, dont Aladin-Belgique, qu'on a pu finalement prévoir des rafales de 100 km/h 12 heures à l'avance. Notons également qu'un flash spécial annonçant des rafales proches de 100 km/h a été émis le 02/01 en fin d'après-midi.

Conclusion

- Relevons que la tempête du 27 octobre, qui est la plus forte avec des pointes de 133 km/h fut particulièrement bien prévue avec un écart de seulement 5%.
- Vu le nombre relativement peu important de tempêtes hivernales à grande échelle durant l'année 2003, on ne peut pas distinguer d'évolution significative de la qualité des prévisions des tempêtes.

2.1.2.1.4 Prévisions et avertissements en cas de neige et verglas

Les conséquences des dégâts occasionnés par la neige et le verglas se concentrent surtout sur le trafic routier. Neige et verglas peuvent en effet paralyser celui-ci, ce qui, tout naturellement, cause aussi de graves préjudices ou des pertes au niveau économique.

Aussi, dans ce contexte, l'on a tenté de se faire une opinion, - sur base des articles de journaux -, des situations pour lesquelles verglas et neige ont engendré des problèmes.

Verglas en 2003

En 2003, seuls 2 jours de verglas ont été notés dans les stations d'observations. Dans les journaux eux-mêmes, aucune mention de verglas pouvant perturber considérablement le trafic routier n'était faite. Ceci

Tabel 2.3: IJzel in 2003

Datum	Lokale ijzel	
12/02	lokale ijzel	niet tijdig voorspeld, ook niet de dag ervoor
24/12	lokale ijzel	tijdig voorspeld

Tenslotte werd op 24 oktober een waarschuwing uitgegeven voor tijdelijke aanvriezende regen aan de kust en in het noorden van het land, maar die echter niet voorkwam in de mate waarin dit voorzien was.

Sneeuw in 2003

De evaluatie bleef beperkt tot de dagen waarop de sneeuw problemen of schade veroorzaakte in het land.

Tabel 2.4: Sneeuw in 2003

Datum	Verschijsel	Voorspelling/ Waarschuwing
30/01	sneeuw	voorspeld
31/01	sneeuw	voorspeld
01/02	sneeuw, blikshade/ overlast	voorspeld
04/02	sneeuw, blikshade/ overlast	waarschuwing
22/12	sneeuw, blikshade/ overlast	waarschuwing
23/12	sneeuw	waarschuwing, perfect voorspelde sneeuwhoogte

Enkel op 24 december werd nog 's morgens eerder onterecht een waarschuwing uitgegeven voor gladheid ten zuiden van Samber en Maas en kans op lichte sneeuwval in de Ardennen.

2.1.2.2 Mariene voorspellingen

De belangrijkste taak van het OMS, het maken van betrouwbare mariene weerberichten, werd ook in 2003 succesvol uitgevoerd. Zo bedroeg de gemiddelde fout op de voorspelde windsnelheid 0,8 Beaufort en op de windrichting 30°, waarmee de manuele voorspellingen het nog steeds beter doen dan de computervoorspellingen.

n'exclut toutefois pas que d'autres événements locaux ne puissent s'être produits.

Tableau 2.3: Verglas en 2003

Date	Verglas local	
12/02	verglas local	non prévu à temps, le jour d'avant non plus
24/12	verglas local	prévu à temps

En fin de compte, un avertissement a été émis le 24 octobre annonçant de la pluie temporairement verglaçante à la Côte et dans le Nord du pays. Celle-ci a toutefois été beaucoup moins intense que prévu.

Neige en 2003

L'évaluation a été limitée aux jours durant lesquels la neige occasionnait des problèmes ou des dégâts dans le pays.

Tabel 2.4: Neige en 2003

Date	Phénomène	Prévision Avertissement
30/01	neige	prévu
31/01	neige	prévu
01/02	neige, dommages aux véhicules / routes surchargées	prévu
04/02	neige, dommages aux véhicules / routes surchargées	avertissement
22/12	neige, dommages aux véhicules / routes surchargées	avertissement
23/12	neige	avertissement, hauteur de neige parfaitement prévue

C'est seulement le 24 décembre au matin qu'un avertissement plutôt inopportun a été émis pour du verglas au Sud du sillon Sambre et Meuse, de même qu'un risque de neige légère était annoncé en Ardenne.

2.1.2.2 Prévisions maritimes

La tâche la plus importante de l'OMS, qui est d'élaborer des prévisions maritimes fiables, a aussi été accomplie avec succès en 2003. Ainsi, l'erreur moyenne relative à la vitesse de vent prévue s'élève à 0,8 Beaufort et à 30° pour ce qui concerne la direction du vent, ce qui prouve que les prévisions établies manuellement sont encore toujours supérieures aux prévisions informatisées.

2.1.3 Verbetering van het model ALADIN-België

Sinds 1996 neemt het KMI in het kader van een consortium actief deel aan het Aladin project, een internationale samenwerking op het gebied van operationele modellering met hoge resolutie dat momenteel een vijftiental landen groepeerd op initiatief van Météo-France.

Het ondertekende "Memorandum of Understanding" beslaat essentieel twee complementaire luiken:

(a) wetenschappelijk onderzoek uit te voeren in het domein van de numerieke weersvoorspelling met hoge resolutie. Resultaten van dit onderzoek worden vervolgens geïntegreerd in de modellen die door het consortium in gemeenschap gerund worden.

(b) de operationele runs van het numerieke weersvoorspellingsmodel Aladin-België te doen draaien, deze ter beschikking te stellen van de weerbureau van het KMI en afgeleide producten te ontwikkelen voor een breed gamma van gebruikers.

Het Aladin-België model voert twee maal per dag voorspellingen uit met een horizon van 60 uren op een domein van 1600 X 1600 km omheen België. De horizontale resolutie is 7 km terwijl er 41 verticale niveaus zijn. Talrijke afgeleide producten voor verscheidene eindgebruikers worden bekomen uit de voorspellingsvelden. De beginvoorwaarden maar ook de randvoorwaarden worden bekomen uit modellen op grotere schaal, namelijk de modellen Aladin-France en Arpège van Météo-France.

Het KMI is actief op het gebied van het wetenschappelijk onderzoek in verband met onze specificiteit ten einde de prestaties van het Aladin-België model te optimaliseren. Dit werk maakt vervolgens deel uit van een internationale samenwerking waarin de bijdragen van allen geïntegreerd worden in de nieuwe codes van de modellen.

Vanuit de operationele kant gezien neemt het KMI de taak op zich van regelmatig nieuwe versies van de code op onze computers te implementeren, de keten van voorspellingen te beheren, de kwaliteit van de resultaten te bewaken en resultaten van het Aladin-België voorspellingsmodel te archiveren.

De activiteiten van de Aladin onderzoeksgroep worden hieronder belicht volgens de lopende onderzoeksprojecten.

2.1.3.1 Het convectieschema

In de atmosferische modellering vertegenwoordigen de convectieve processen een bijzonder probleem. Deze

2.1.3 Amélioration du modèle ALADIN-Belgique

Depuis 1996, l'IRM participe activement dans le cadre d'un Consortium, au projet Aladin. Il s'agit d'une collaboration internationale dans le domaine de la modélisation opérationnelle à haute résolution, regroupant actuellement 15 pays à l'initiative de Météo-France.

Le "Memorandum of Understanding" signé comporte essentiellement deux volets complémentaires:

(a) effectuer de la recherche dans le domaine de la prévision numérique du temps à haute résolution. Des résultats de cette recherche sont ensuite intégrés dans les modèles opérationnels mis en commun par le consortium.

(b) effectuer de façon opérationnelle les prévisions numériques du temps par le modèle Aladin-Belgique ; les mettre ensuite à la disposition du bureau du temps de l'IRM et développer des produits dérivés pour une large gamme d'utilisateurs.

Le modèle Aladin-Belgique effectue des prévisions deux fois par jour jusqu'à une échéance de 60 heures, sur un domaine de 1600 x 1600 km autour de la Belgique.

La résolution horizontale est de 7 km, et il y a 41 niveaux sur la verticale. De nombreux produits dérivés sont obtenus à partir de ces champs de prévision, pour les différents utilisateurs finaux. Les conditions initiales, mais aussi les conditions aux bords sont produites par des modèles à plus grande échelle: le modèle Aladin-France et le modèle Arpège de Météo-France.

Les activités de l'IRM se concentrent d'abord sur des domaines de recherches en liaison avec nos spécificités et ce, dans le but d'optimiser les performances d'Aladin-Belgique; cet effort s'inscrit ensuite dans une collaboration internationale où les contributions de tous sont intégrées aux nouvelles versions du code.

Côté opérationnel, l'IRM prend en charge la mise à jour régulière des nouvelles versions du code sur ses machines, gère la chaîne de prévisions du modèle Aladin-Belgique, surveille la qualité des résultats et archive ceux-ci.

Les activités du groupe de recherche Aladin sont développées ci-dessous selon les projets de recherche en cours.

2.1.3.1 Le schéma convectif

Dans le domaine de la modélisation atmosphérique, les processus convectifs représentent un problème

processen berekenen de effecten van bijvoorbeeld onweerssystemen die zich typisch een paar kilometer horizontaal uitstrekken. Aangezien de maas van het modelrooster groot is, moeten die processen geparametriseerd worden omdat ze neerslag en verscheidene thermodynamische effecten zullen genereren terwijl ze niet direct in de modelveranderlijken (de gemiddelde waarden over elke maas van het rooster) verschijnen. Aan de andere kant worden die processen totaal opgelost bij een zeer hoge resolutie van 2 km. Het gebruik van zulke hoge resoluties is echter op dit ogenblik nog te duur om ze te kunnen gebruiken voor de operationele weersvoorspelling. Middenin bevindt zich een "grijze zone" waar de convectie gedeeltelijk opgelost wordt in het modelrooster.

Een ander aspect, dat ook een belangrijke rol speelt bij de hoge resoluties, is de behandeling van water in de wolken, waarbij we meer rekening zouden moeten houden met de verscheidene microfysische processen (nucleatiefenomenen, condensatie, verzameling van druppeltjes in neerslag, verdamping enz).

We hebben dus drie verschillende fenomenen die feitelijk verbonden zijn: de microfysische processen die wolken en neerslag genereren, en de twee oorsprongen van de condensatie, namelijk de opgeloste (stratiforme) condensatie en de convectieve of subgrid processen.

Een geïntegreerd ensemble van parametrisaties voor vochtige processen werd ontwikkeld met prognostische veranderlijken voor convectieve massafluxen, en voor ijs en water in de wolken.

De prognostische benadering beschrijft beter de evolutie van de fenomenen en maakt het mogelijk om bepaalde fenomenen (wolken, neerslag) en hun oorsprong (bijvoorbeeld convectieve instabiliteit) gescheiden te houden, zowel in de tijd als in de ruimte. De neerwaartse vochtige stromingen hebben in dit schema een eigen levenscyclus die onafhankelijk is van de convectieve opwaartse stroming.

Dit nieuwe schema wordt nu getest en zou substantiële verbeteringen kunnen teweegbrengen; zelfs bij de huidige modelresolutie van 7 km, terwijl het een essentiële component zou zijn om een rooster met een maas tussen 6 en 2 km te kunnen gebruiken.

2.1.3.2 Het probleem van de lage tijdsresolutie van de koppelingsgegevens

Naar aanleiding van de kerststormen van 1999 werd een onderzoek verricht naar de beperkingen in gegevensoverdracht van de randvoorwaarden van het ALADIN-model van Météo France naar het KMI. Dit werd

particulier. Il s'agit de calculer, par exemple, les effets des systèmes orageux qui s'étendent horizontalement sur quelques kilomètres. Tant que la taille de la grille du modèle est grande (par exemple, 10 km), ces processus nécessitent une "paramétrisation" puisqu'ils vont générer de la pluie et divers effets thermodynamiques, alors qu'ils n'apparaissent pas directement dans les variables du modèle (qui sont les valeurs moyennes sur chaque maille de la grille). Ils sont par contre complètement résolus dans le cas d'une "très haute" résolution (2 km) et ne nécessitent alors pas de paramétrisation. Actuellement, l'utilisation de pareille haute résolution reste encore trop onéreuse (en mémoire et temps de calcul) pour qu'on puisse en faire usage dans la prévision opérationnelle. Entre les deux se trouve une "zone grise" où la convection est partiellement résolue par la grille du modèle.

Un autre aspect, qui joue également un rôle important dans le cas d'une haute résolution, est le traitement de l'eau nuageuse pour laquelle il faut améliorer la prise en compte des divers processus microphysiques (phénomènes de nucléation, condensation, collecte des gouttelettes par les précipitations, évaporation, etc....).

Nous avons dans l'ensemble trois phénomènes différents qui interagissent ou sont reliés entre eux : les processus microphysiques qui génèrent les nuages et la pluie ainsi que les deux sources de la condensation, c'est-à-dire la condensation résolue (stratiforme) et les processus convectifs ou sous-maille.

Un ensemble intégré de paramétrisations des processus humides a été développé sur base de variables pronostiques pour les flux de masse convectifs ainsi que pour la glace et l'eau dans les nuages.

L'approche pronostique a l'avantage de mieux décrire l'évolution des phénomènes. Elle rend aussi possible le fait de maintenir dissociés des phénomènes spécifiques (comme les nuages ou les précipitations) de leur origine (par exemple, l'instabilité convective) et cela, aussi bien dans le temps que dans l'espace. Les courants humides descendants ont, dans ce schéma, un cycle de vie propre, indépendant du courant convectif ascendant.

Ce nouveau schéma est pour l'instant en phase de test et pourrait entraîner de substantielles améliorations, même à l'actuelle résolution de 7 km. Par ailleurs, il devrait se révéler être une composante essentielle si l'on en vient à pouvoir utiliser une grille avec une maille entre 6 et 2 km.

2.1.3.2 Le problème de la faible résolution temporelle des données de couplage

A la suite des tempêtes de décembre 1999, une recherche a été entreprise concernant les limitations dans le transfert des données des conditions initiales du modèle ALADIN-France vers l'IRM. Cette recherche a été

in 2003 verdergezet, en tevens werd een nieuwe benadering ontwikkeld. Eventueel verlies in de gegevensoverdracht kan daarbij geanticipeerd worden door het betreffende veld te filteren met een hoge doorlaatfilter. De norm van het gefilterde veld kan dan geïnterpreteerd worden als een maat voor het verlies van informatie in de gegevensoverdracht.

Deze nieuwe techniek is voldoende betrouwbaar en goedkoop in termen van rekenkracht om nieuwe perspectieven te openen voor een robuuste oplossing voor het koppelen van extreme stormen. In het bijzonder laat hij toe om operationele programma's te ontwikkelen waar de gegevensoverdracht wordt aangepast aan de inhoud van de geleverde gegevens.

2.1.3.3 Gebruik van wavelets voor data assimilatie

Bij data assimilatie, het opstellen van de beginvoorwaarden van een computerweervoorspelling, wordt niet enkel gebruik gemaakt van waarnemingen. Er wordt eveneens uitgegaan van een "eerste gissing" of achtergrond. Dat is een voorspelling die eerder gemaakt is. Ze geeft een goede indicatie van de huidige toestand, die dan verbeterd kan worden aan de hand van de beschikbare waarnemingen.

Dat "verbeteren" van de begintoestand houdt rekening met de statistische eigenschappen van zowel de observaties als van de achtergrond. Zo zal de achtergrond, op plaatsen waar ze statistisch gezien minder betrouwbaar is, meer aangepast worden dan op plaatsen waar ze zeer betrouwbaar is.

Een groot probleem is dat de achtergrond de gehele atmosfeer van het domein beschrijft, dus in elk punt van het rooster en op alle hoogtes. Dit leidt al snel tot een totaal van meer dan een miljoen variabelen. Het is totaal onmogelijk om alle correlaties van die variabelen in rekening te brengen. Er moeten dus vereenvoudigingen doorgevoerd worden, waardoor een deel van de informatie verloren gaat.

Momenteel is die vereenvoudiging heel verregaand. De statistische structuur wordt immers verondersteld constant te zijn over het hele voorspellingsdomein. Nochtans wordt die structuur in werkelijkheid beïnvloed door b.v. kustlijnen en gebergten.

We hebben aangetoond dat door het gebruik van de wiskundige techniek van wavelet-transformaties, het mogelijk wordt om met slechts een beperkte toename van de rekencomplexiteit de representatie van lokale variaties in de foutstatistieken gevoelig te verbeteren. Hierdoor kunnen de foutstatistieken van de achtergrond veel beter aangepast worden aan plaatselijke eigenschappen van het domein, wat in de toekomst de kwaliteit van de beginvoorwaarden zal helpen verbeteren.

approfondie en 2003 en même temps qu'une nouvelle approche était également développée. C'est ainsi que l'on a pu déterminer qu'une perte éventuelle au cours du transfert peut être anticipée en filtrant le champ concerné à l'aide d'un filtre passant haut. La norme du champ filtré peut alors être interprétée comme une mesure de la perte d'information dans l'apport de données.

Cette nouvelle technique est suffisamment fiable et peu coûteuse en terme de puissance de calcul pour ouvrir de nouvelles perspectives vers une solution robuste du couplage en cas de tempêtes extrêmes. Elle permet, en particulier, de développer des suites opérationnelles où la charge de données à transmettre est ajustée au contenu météorologique des données de couplage.

2.1.3.3 Utilisation d'ondelettes pour l'assimilation de données

Dans l'assimilation de données, c'est-à-dire la détermination des conditions initiales pour une prévision numérique du temps, il n'est pas seulement fait usage d'observations. On utilise aussi une ébauche qui n'est autre qu'une prévision faite préalablement. Celle-ci donne une bonne indication de la situation actuelle qui peut alors être corrigée à partir des observations disponibles.

Cette correction des conditions initiales tient compte des propriétés statistiques aussi bien des observations que de l'ébauche. Ainsi, celle-ci sera davantage ajustée aux endroits où elle est statistiquement moins fiable que là où elle est très fiable.

Un problème considérable tient au fait que l'ébauche concerne toute l'atmosphère comprise dans le domaine considéré, soit en chaque point d'un maillage qui s'étend sur toute la hauteur du domaine. Ceci conduit rapidement à un nombre de variables dépassant le million. Il est absolument impossible de prendre en compte toutes les corrélations entre les variables. Il est donc nécessaire de procéder à des simplifications, ce qui conduit à une perte d'information.

Pour le moment, cette simplification est poussée à l'extrême. La structure statistique est donc supposée constante sur l'ensemble du domaine de prévision. Cependant, cette structure est, en réalité, influencée, par la présence des côtes et des montagnes.

Nous avons montré que le passage à une base orthogonale d'ondelettes permet, avec une modeste augmentation de la complexité du calcul, d'améliorer sensiblement la représentation de l'anisotropie locale et de la longueur de corrélation dans les statistiques d'erreurs. De la sorte, les déficiences statistiques dans l'ébauche sont beaucoup mieux ajustées aux propriétés locales du domaine ce qui, à l'avenir, aidera à améliorer la qualité des conditions initiales.

2.1.3.4 Aanpassingen aan het operationele model

Het voorspellingsmodel ALADIN-België werkt operationeel op een computer van het type SGI Origin 3400. Het domein werd in 2003 gevoelig uitgebreid, terwijl de roosterafstand van 7 km werd gehandhaafd. Door deze aanpassing, die tegemoetkwam aan de wensen van de departement "Operationele diensten en diensten aan de gebruikers", beschikken de voorspellers over een veel beter beeld van de meteorologische ontwikkelingen boven de Noordzee en het Kanaal.

Daarnaast werd ook de voorspellingstermijn verlengd van 48 tot 60 uur voor de voorspelling van vervuilingsspieken.

Om de minimumtemperatuur beter te voorspellen, wordt gebruik gemaakt van een betere gegevensbank voor vegetatie en bodem. Die gegevens worden gebruikt bij het opmaken van fysiografische bestanden voor ALADIN en Arpège.

2.1.3.5 Alternatieve formulering van de randvoorwaarden

De specificatie van de voorwaarden op de rand van het domein van het ALADIN model wordt momenteel gedaan aan de hand van een pragmatische oplossing die bekend staat onder de naam Davies-koppeling. Wat betreft de operationele toepassing is dit schema enorm krachtig en stabiel gebleken, maar heeft als klein nadeel dat het opleggen van de randvoorwaarden gebeurt met behulp van meer gegevens dan er strikt wiskundig nodig zijn. Dit doet de transmissiekosten van de koppelingsgegevens principieel toenemen. Daarom wordt er in de wetenschappelijke gemeenschap nog steeds onderzoek gedaan naar efficiëntere numerieke methodes die binnenkomende informatie correct in het domein binnenlaat en tegelijkertijd geen reflecties veroorzaakt van informatie die het domein verlaat. Met andere woorden men zoekt naar formuleringen van de randvoorwaarden die tegelijkertijd goed gedefinieerd en transparant zijn.

Een deel van het domein van een spectraal model - en ALADIN in het bijzonder - bestaat, naast het fysische domein, uit een artificiële uitbreidingszone die toelaat om de spectrale representatie van de velden te berekenen. Dit leidt tot een extra complicatie voor het invoeren van dergelijke transparante randvoorwaarden: informatie die het fysische domein verlaat wordt geaccumuleerd in de uitbreidingszone en maakt het model onstabiel. Ons onderzoek heeft aangetoond dat dit probleem het best opgelost kan worden door de velden periodiek te maken op elke tijdstap van de modelintegratie.

Daarmee is een belangrijke stap vooruit gezet die noodzakelijk is voor het implementeren van potentiële

2.1.3.4 Adaptation du modèle opérationnel

Le modèle de prévision ALADIN-Belgique fonctionne sur un ordinateur du type SGI Origin 3400.

En 2003, le domaine a été considérablement élargi tandis que la maille de 7 km était maintenue. Ce changement, souhaité par le Département "Services opérationnels et aux usagers", permet ainsi aux prévisionnistes de disposer d'une meilleure image des développements météorologiques sur la Mer du Nord et sur la Manche.

De plus, l'échéance des prévisions a été prolongée de 48 heures à 60 heures pour les pics de pollution.

Afin d'améliorer la prévision des températures minimales, une meilleure banque de données de végétation et de sol a été utilisée. Ces données ont alors servi à l'élaboration des fichiers physiographiques utilisés par ALADIN et Arpège.

2.1.3.5 Formulation alternative des conditions aux bords

La spécification des conditions aux bords du modèle ALADIN se fait actuellement par le biais d'une solution pragmatique connue sous le nom de couplage de Davies. En ce qui concerne l'application opérationnelle, ce schéma s'est avéré très puissant et stable. Il a cependant le désavantage qu'imposer les conditions aux bords s'effectue à l'aide de plus de données qu'il ne l'est strictement nécessaire d'un point de vue mathématique, ce qui, en principe, provoque l'accroissement des frais de transmission des données de couplage. Pour cette raison, la communauté scientifique continue à faire des recherches afin de mettre au point des méthodes numériques plus efficaces qui laissent entrer correctement l'information dans le domaine et qui, dans le même temps, ne causent pas de réflexions de celle-ci, au sortir du domaine. En d'autres termes, on est à la recherche de formulations des conditions aux bords qui soient à la fois parfaitement définies et transparentes.

Une partie du domaine d'un modèle spectral - et en particulier ALADIN - consiste, à côté du domaine physique, en une zone d'extension artificielle qui permet de calculer la représentation spectrale des champs. Ceci conduit à une complication supplémentaire en ce qui concerne l'insertion de telles conditions aux bords transparentes : l'information qui quitte le domaine physique est accumulée dans la zone d'extension et rend le modèle instable. La recherche a démontré que ce problème peut être résolu au mieux en rendant les champs, périodiques, à chaque pas de temps d'intégration du modèle.

Ainsi, une étape importante a été franchie avec succès qui se révèle être indispensable en ce qui concerne

toekomstige alternatieven voor de Davies koppeling.

2.2 Uitbreiding en toepassing van de kennis over het weer en het klimaat

2.2.1 Niet-lineair gedrag van de atmosfeer

Het is een vaststaand feit dat de evolutie van de atmosferische en de klimaatvelden een toevallig karakter draagt dat zich uit in de welgekende moeilijkheid om voorspellingen te doen die betrouwbaar zijn op langdurige schaal en dit in weerwil van het deterministisch karakter van de onderliggende evolutiewetten. Het onderzoek heeft tot doel de oorzaken van deze complexiteit te identificeren, van haar op een kwantitatieve manier te karakteriseren en van strategieën van modelbouw, van gegevensbehandeling en van voorspelling te ontwikkelen die meteen al dit essentieel feit integreert. Om deze uitdaging aan te gaan maken de onderzoekers gebruik van de technieken uit de wetenschap over het niet-lineaire, van de chaostheorie en van de waarschijnlijkheidstheorie.

2.2.1.1 Overgangsevolutie van de elektrische activiteit gedurende een onweersperiode

De elektrische activiteit geassocieerd met de wolk-grond ontladingen binnen de onweerscellen heeft een verhoging in de loop van de tijd tot aan een maximum waarna zij afneemt. Deze typische overgangsevolutie vindt men niet alleen in talrijke geofysische processen zoals de seismische activiteit maar ook binnen socio-economische fenomenen zoals de evolutie van het verkeer op het Internet of beurscrashes.

Deze evolutie werd geanalyseerd op een geheel van onweersperiodes gedurende vijf opeenvolgende jaren gaande van 1997 tot 2001 (Figuur 2.2) door een gelijkaardige aanpak aan te nemen zoals in de context van seismische activiteit, d.w.z. in de verschillende periodes het ogenblik van maximale activiteit te zoeken en het gedrag van de activiteit langs beide kanten te analyseren.

l'implémentation d'alternatives potentielles futures pour le couplage de Davies.

2.2 Élargissement et applications de la connaissance du temps et du climat

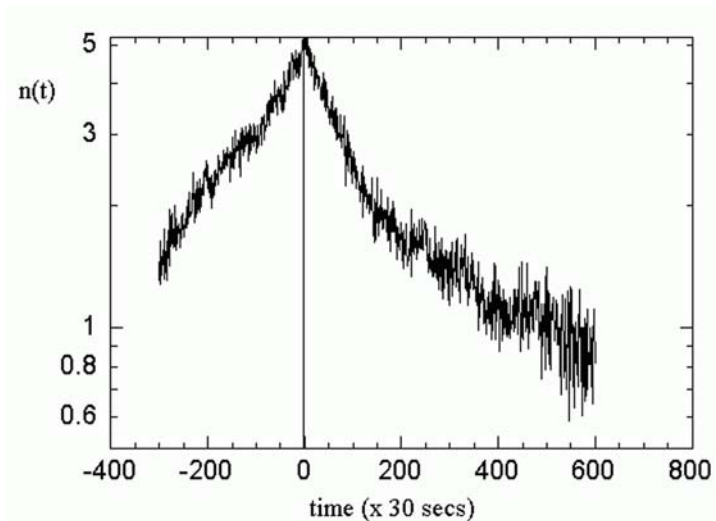
2.2.1 Comportement non-linéaire de l'atmosphère

C'est un fait bien établi que l'évolution des champs atmosphériques et climatiques revêt un caractère aléatoire marqué, traduit par la difficulté bien connue de faire des prévisions fiables à long terme, et ce en dépit du caractère déterministe des lois d'évolution sous-jacentes. Les recherches ont pour but d'identifier les causes de cette complexité, de la caractériser d'une manière quantitative et d'élaborer des stratégies de modélisation, de traitement de données et de prévision intégrant d'emblée ce fait essentiel. Pour relever ce défi les chercheurs font appel aux techniques de la science du non-linéaire, de la théorie du chaos et de la théorie des probabilités.

2.2.1.1 Evolution transitoire de l'activité électrique durant une période orageuse

L'activité électrique associée aux impacts nuage-sol au sein des cellules orageuses présente une augmentation au cours du temps jusqu'à un maximum à partir duquel elle décroît. Cette évolution transitoire typique se retrouve non seulement dans de nombreux processus géophysiques comme l'activité séismique mais encore dans des phénomènes socio-économiques tels que l'évolution du trafic sur Internet ou les crashes boursiers.

Cette évolution a été analysée sur un ensemble de périodes orageuses durant 5 années consécutives allant de 1997 à 2001 (Figure 2.2) en adoptant une approche similaire à celle développée dans le contexte de l'activité séismique, à savoir en cherchant dans ces différentes périodes le moment de l'activité maximum et en analysant le comportement de l'activité de part et d'autre de celui-ci.



Figuur 2.2. Evolutie van de elektrische activiteit gegeven in het aantal impacts op de grond per 30 seconden, gemiddeld over 70 onweersactiviteiten waargenomen van 1997 tot 2001. Het tijdstip $t=0$ komt overeen met het ogenblik van het maximum van de activiteit van de verschillende onweersperiodes

Figure 2.2. Evolution de l'activité électrique, donnée en nombre d'impacts au sol par 30 secondes, moyennée sur 70 périodes orageuses enregistrées de 1997 à 2001. Le temps $t=0$ correspond au moment du maximum d'activité des différentes périodes orageuses.

Deze resultaten tonen het bestaan, voor het maximum, van een snelle groei van het exponentiële type waarvan de karakteristieke tijd van de orde van twee uren is, met verderop, van een exponentiële daling met een karakteristieke tijd van één uur gevolgd door een daling volgens een machtswet. Deze laatste fase is waarschijnlijk verbonden met een re-intensificatie van de activiteit op het einde van de onweersperiode. Wat betreft de variabiliteit rondom deze gemiddelde tendens, schijnt zij deel uit te maken van een Compound Poisson verdeling.

Ces résultats montrent l'existence, avant le maximum, d'une croissance rapide de type exponentielle dont le temps caractéristique est de l'ordre de 2 heures et au-delà de ce maximum, d'une décroissance exponentielle avec un temps caractéristique d'une heure suivie par une décroissance en loi de puissance. Cette dernière phase est probablement liée à une ré-intensification de l'activité en fin de période orageuse. Quant à la variabilité autour de cette tendance moyenne, elle semble relever d'une distribution de Poisson composite.

2.2.1.2 De klimaateigenschappen van regionale modellen

De regionale klimaatmodellen werden ontwikkeld ten einde toe te laten de resolutie van de klimaatvoorspellingen te vergroten over bepaalde gevoelige gebieden. De meest courante benadering bestaat erin een regionaal model te integreren na op de rand ervan de output van een algemene circulatie klimaatmodel geïmponereerd te hebben. Zoals voor de weersvoorspellingen is de voortgebrachte oplossing voor zo een regionaal model sterk afhankelijk van de positie en de grootte van het integratiedomein.

2.2.1.2 Les propriétés climatologiques des modèles régionaux

Les modèles climatiques régionaux ont été développés afin de permettre d'accroître la résolution des prévisions climatiques sur certaines régions sensibles. L'approche la plus courante est d'intégrer un modèle régional après avoir imposé comme conditions aux bords les sorties d'un modèle climatique de circulation générale. Comme pour les prévisions du temps, la solution engendrée dans ce type de modèle régional est fortement dépendante de la position et de la taille du domaine d'intégration.

De effecten werden onderzocht van de grootte van het domein op de klimaatoplossingen die gegenereerd werden door het regionale Eta - model van het NCEP (National Centre for Environmental Prediction). Het model werd geïntegreerd over verschillende domeinen voor een periode van 40 dagen. Er werd bekomen dat de statistische eigenschappen op lange termijn (over de limieten die gefixeerd werden voor de weersvoorspellingen) sterk afhankelijk zijn van het

On a investigué les effets de la taille du domaine sur les solutions climatiques générées par le modèle régional Eta du National Centre for Environmental Prediction (NCEP). Le modèle a été intégré sur différents domaines pour une période de 40 jours. Il est apparu que les propriétés statistiques à long terme (au-delà des limites fixées par la prévision du temps) dépendent fortement du domaine choisi, avec une qualité médiocre pour les domaines les plus petits comparativement aux analyses et aux précipitations recueillies sur la région d'intérêt.

gekozen domein, met een middelmatige kwaliteit voor de kleinste domeinen in vergelijking met de analyses en de gevallen neerslag over het domein van belang. Deze resultaten tonen aan dat er een complexe relatie bestaat tussen de kwaliteit van de statistische eigenschappen voortgebracht door de regionale klimaatmodellen en de grootte van het domein.

2.2.1.3 De rol van de niet-vaste schalen in de modelfouten

De analyse van de "modelfouten" die voortkomen uit de benaderingen verbonden aan de voorstelling van de fysische processen inherent aan een voorspellingsmodel, trekt een groeiende aandacht wegens de impact van deze fouten op de kwaliteit van de voorspelling.

In de loop van het voorbije jaar werd een fundamentele studie ondernomen van de modelfouten die geassocieerd zijn aan de eliminatie van de "fijne" veranderlijken die zouden voorgesteld worden in een gedetailleerde beschrijving van een fenomeen. Een dergelijke eliminatie gebeurt, bij voorbeeld, wanneer men een grove ruimtelijke resolutie aanneemt en men op een empirische wijze de processen binnen de aangenomen maas parametrizeert.

Gewoonlijk worden de bronnen van de fouten afkomstig van niet-vaste schalen of meer algemeen van processen die niet direct uitdrukbaar zijn in termen van modelveranderlijken door Markoviaanse Gaussiaanse ruis gemodelleerd. De oorspronkelijkheid van de huidige benadering in vergelijking met de wijze van procederen bestond erin het deterministisch karakter van de volledige startdynamica en van de algemene relaties die deze dynamiek verbinden met de foutenbronnen die in de modelvergelijkingen aanwezig zijn af te leiden. Dit heeft toegelaten van de geldigheidslimieten van de voorstelling van de fouten in termen van Markoviaanse Gaussiaanse ruis te testen.

In het bijzonder:

- Een algemene uitdrukking van de gemiddelde kwadratische fout in termen van de integraal van de correlatiefunctie in de tijd van het excès van de fasesnelheid van het model ten opzichte van deze van de exacte toestand van de atmosfeer werd afgeleid.
- Door gebruik te maken van een formulering gebaseerd op de vergelijking van Liouville werd er aangetoond dat de kwadratische fout begint met een kwadratische wet ten opzichte van de tijd waarvan de coëfficiënt afhangt van de structuur van de atmosferische attractor, gevolgd door een kubiek regime dat de signatuur van de Lyapounov exponenten bevat. De levensduur van deze regimes wordt geconditioneerd door de meest negatieve Lyapounov exponent (en dus de meest stabiele).

Ces résultats indiquent qu'une relation complexe existe entre la qualité des propriétés statistiques produites par les modèles climatiques régionaux et la taille du domaine.

2.2.1.3 Le rôle des échelles mobiles dans les erreurs dues aux modèles

L'analyse des "erreurs de modélisation" provenant des approximations liées à la représentation des processus physiques inhérents à un modèle de prévision, attire un intérêt croissant en raison de l'impact de ces erreurs sur la qualité de la prévision.

Au cours de l'année écoulée on a entrepris une étude fondamentale des erreurs de modélisation associées à l'élimination de variables " fines " qui seraient présentes dans une description détaillée d'un phénomène. Une telle élimination se fait, par exemple, lorsqu'on adopte une résolution spatiale grossière et qu'on paramétrise de façon empirique les processus à l'intérieur de la grille adoptée.

Habituellement, les sources d'erreur provenant des échelles non-résolues ou plus généralement de processus qui ne sont pas directement exprimables en termes des variables du modèle sont modélisées par des bruits Gaussiens Markoviens. L'originalité de la présente approche par rapport à cette façon de procéder a été de rendre compte du caractère déterministe de la dynamique complète de départ et de dériver des relations générales rattachant cette dynamique aux sources d'erreurs présentes dans les équations du modèle. Ceci a aussi permis de tester les limites de validité de la représentation des erreurs en termes de bruits de Markov Gaussiens.

En particulier :

- Une expression générale de l'erreur quadratique moyenne en termes de l'intégrale de la fonction de corrélation temporelle de l'excès de la vitesse de phase du modèle par rapport à celle de l'état exact de l'atmosphère a été déduite.
- En utilisant une formulation basée sur l'équation de Liouville il a été montré que l'erreur quadratique démarre avec une loi quadratique par rapport au temps dont le coefficient dépend de la structure de l'attracteur atmosphérique, suivie d'un régime cubique qui contient la signature des exposants de Lyapounov. La durée de vie de ces régimes est conditionnée par l'exposant de Lyapounov le plus négatif (et dès lors le plus stable).
- L'analyse générale a été appliquée à des systèmes contenant des échelles de temps multiples ainsi qu'à

- De algemene analyse werd toegepast op systemen die veelvuldige tijdschalen bevatten evenals op ruimtelijk uitgebreide systemen. In het eerste geval liet deze analyse toe van het statuut van de diagnostische relaties veelvuldig gebruikt in de meteorologie te verduidelijken. In het tweede geval heeft de analyse naar de conclusie geleid dat de voorstelling van de niet-vaste schalen in termen van additief Gaussiaanse ruis streven naar het vermeerderen van de gemiddelde kwadratische fout in vergelijking van deze van een stochastisch niet-gedwongen model. Daarentegen heeft het gedwongen model een variabiliteit die dichter bij het referentiesysteem ligt.

Deze resultaten zouden nuttige indicaties moeten leveren over de manier om de prestaties van modellen gebruikt voor operationele doeleinden te optimaliseren.

2.2.1.4 Extremale eigenschappen van de dissipatie in oceanografische processen

Recentelijk hebben Shimokawa en Osawa (Q.J.R. Meteorol. Soc. 128, 2115 (2002)) de thermohaline circulatie geanalyseerd vanaf een algemeen oceanisch circulatiemodel. Zij hebben het bestaan van stationaire toestanden die simultaan stabiel zijn aangetoond en de transitie kinetica tussen deze toestanden onder de invloed van storingen bestudeerd. Zij besluiten dat de storingen het systeem leiden naar de toestand waar de dissipatie zijn grootste waarde bereikt en uit de hypothese dat deze trend zou moeten teruggevonden worden in elk niet-lineair systeem werkende in een domein van multistabiliteit.

Een meer systematische analyse heeft aangetoond dat de hypothese van Shimokawa en Osawa in het algemeen niet gewettigd is. Meer specifiek, de dissipatiefunctie van een dunne laag model van een afgeknotte versie van de Navier-Stokes vergelijkingen met twee dimensies, van het Charney-De Vore model met drie modes en, uiteindelijk, van een autokatalytisch model van chemische reacties werd geëvalueerd in functie van de tijd en van de parameters aanwezig in het probleem. Uit deze evaluatie volgt dat, volgens het geval, de dissipatie zowel kan vermeerderen als verminderen wanneer het systeem naar zijn meest stabiele toestand evolueert. Het blijkt dus dat er geen directe band bestaat tussen de dynamica en de extremale eigenschappen van de dissipatie.

2.2.1.5 Nucleatie en groei van colloïdale aggregaten in een omgeving van micrograviteit

Het model van de kristallisatie van proteïnen gezien als een transitie tussen twee stabiele toestanden (fasen) - vloeibare toestand en vaste toestand - uitgewerkt in 2002 werd uitgebreid in twee richtingen.

Langs de ene kant werd een kinetisch model uitgewerkt dat rekening houdt met de nucleatie, met competitieve

des systèmes spatialement étendus. Dans le premier cas, elle a permis de clarifier le statut des relations diagnostiques utilisées abondamment en météorologie. Dans le second cas, elle a conduit à la conclusion que la représentation des échelles non-résolues en termes de bruit Gaussien additif tend à augmenter l'erreur quadratique moyenne par rapport à celui d'un modèle non-forcé stochastiquement. En revanche, le modèle forcé présente une variabilité plus proche de celle du système de référence.

Ces résultats devraient fournir des indications utiles sur la manière d'optimiser la performance de modèles utilisés à des fins opérationnelles.

2.2.1.4 Propriétés extrêmes de la dissipation dans les processus océanographiques

Récemment, Shimokawa et Osawa (Q. J. R. Meteorol. Soc. 128, 2115 (2002)) ont analysé la circulation thermohaline à partir d'un modèle de circulation océanique générale. Ils ont mis en évidence l'existence d'états stationnaires simultanément stables et étudié la cinétique des transitions entre ces états sous l'action des perturbations. Ils concluent que les perturbations conduisent le système à l'état où la dissipation atteint sa plus grande valeur et émettent la conjecture que cette tendance devrait se retrouver dans tout système non-linéaire fonctionnant dans un domaine de multistabilité.

Une analyse plus systématique a montré que la conjecture de Shimokawa et Osawa n'est en général pas justifiée. Plus spécifiquement, la fonction de dissipation d'un modèle de couche mince, d'une version tronquée des équations de Navier Stokes à deux dimensions, du modèle de Charney-De Vore à trois modes et, enfin, d'un modèle auto catalytique de réactions chimiques a été évaluée en fonction du temps et des paramètres présents dans le problème. Il ressort de cette évaluation que, selon le cas, la dissipation peut augmenter aussi bien que diminuer lorsque le système évolue vers son état le plus stable. Il semble donc qu'il n'y a pas de lien direct entre la dynamique et les propriétés extrémales de la dissipation.

2.2.1.5 Nucléation et croissance d'agrégats colloïdaux dans un milieu en microgravité

Le modèle de la cristallisation des protéines vu comme une transition entre deux états (phases) stables - l'état fluide et l'état solide - élaboré en 2002 a été étendu dans deux directions.

D'une part, un modèle cinétique tenant compte de la nucléation, de la croissance compétitive de particules

groei van vaste deeltjes en de vorming van macroscopische motieven. Verschillende versies werden beschouwd achtereenvolgens corresponderende met een continue eendimensionale kristallisatie reactor, een discreet model met twee vakken en een model dat de evolutie beschrijft van de gemiddelde concentraties. De analyse heeft een grote veelzijdigheid van oplossingen aangetoond. De analyse heeft toegelaten van hun stabiliteit te bepalen evenals de kinetica van de transitie tussen de verschillende toestanden onder het effect van de fluctuaties.

Langs de andere kant heeft men in bepaalde problemen die interessant zijn in de materialenleer en in de omgevingswetenschappen te doen met systemen die zich voordoen onder de vorm van colloïdale oplossingen die dezelfde eigenschappen delen - zoals het bestaan van zwakke attractieve interacties en op korte draagwijdte - met een oplossing van proteïnen in kristallisatie. Een studie is in de maak die oogt om in deze context de hierboven beschreven resultaten te transponeren met betrekking namelijk tot de vorming en de structurele eigenschappen en het transport van atmosferische aerosolen.

2.2.1.6 Statistische analyse van tijdreeksen

In het kader van de 'Global Change' problematiek werden de statistische eigenschappen van tijdreeksen van de temperatuur bestudeerd. Deze analyse staat centraal in het onderzoek naar de detectie van een signaal van een mogelijke opwarming van de Aarde ten gevolge van het verhoogde broeikas effect. De temperatuur beschouwen we hier als een veranderlijke die het klimaat karakteriseert en die de mogelijke veranderingen van de straling aan het aardoppervlak typeert, zowel boven het land als boven de oceanen.

We hebben zowel de wereldwijde gezamenlijke reeks van de oppervlaktetemperatuur boven land als boven de oceanen als de afzonderlijke oppervlaktetemperaturen voor het Noordelijk Halfrond bestudeerd.

Naast de oorspronkelijke tijdreeksen hebben we de reeks van stijgende gerangschikte waarden van de temperatuursveranderlijke geplaatst. Op die manier construeerden we een dubbele ingangstabel, waardoor we een beter zicht kregen op de temporele en groei eigenschappen van de temperatuursveranderlijke. Dit impliceert het bestaan van drie blokken die gescheiden worden door abrupte opwarming van het klimaat in respectievelijk 1936-37 en 1986-87. De totale opwarming van 0.55 °C over de volledige periode sinds 1870 gaat tevens gepaard met een gradueel verlies aan klimaatdiversiteit.

Wanneer de waarden van de volledige en van de afzonderlijke temperatuurreeksen voor het Noordelijk Halfrond vergeleken worden blijkt er een residu te

solides et de la formation de motifs macroscopiques a été développé. Différentes versions ont été considérées correspondant successivement, à un réacteur de cristallisation continu à une dimension, un modèle discret à deux compartiments et un modèle décrivant l'évolution des concentrations moyennes. L'analyse a mis en évidence une grande multiplicité de solutions. Elle a permis de déterminer leur stabilité ainsi que la cinétique des transitions entre les différents états sous l'effet des fluctuations.

D'autre part, dans certains problèmes d'intérêt en sciences de matériaux et de l'environnement, on a affaire à des systèmes qui se présentent sous forme de suspensions colloïdales partageant les mêmes propriétés - telle que l'existence d'interactions attractives faibles et à courte portée - qu'une solution de protéines en voie de cristallisation. Une étude est en cours visant à transposer dans ce contexte les résultats décrits ci-dessus en rapport, notamment, avec la formation et les propriétés structurales et de transport d'aérosols atmosphériques.

2.2.1.6 Analyse statistique des séries de données

Dans le cadre de la problématique du "Global Change", les caractéristiques statistiques de séries temporelles de la température ont été étudiées. Cette analyse occupe une place centrale dans la recherche de la détection d'un signal d'un possible réchauffement de la planète, conséquence directe de l'augmentation de l'effet de serre. La température apparaît ici comme une variable qui détermine le climat de même qu'elle caractérise les éventuelles modifications du rayonnement à la surface de la Terre aussi bien sur le continent que sur les océans.

Les séries temporelles qui ont été examinées sont constituées, d'une part, par la série complète mondiale de la température de surface aussi bien sur terre que sur mer et, d'autre part, par les températures de surface spécifiques à l'Hémisphère Nord.

En regard de la première série temporelle a aussi été mise en place la série regroupant les valeurs des variables de la température classées de manière ascendante. Un double tableau d'entrée était ainsi créé qui allait autoriser d'émettre un jugement sur les caractéristiques temporelles ainsi que d'accroissement de la variable " température ". Les résultats montrent l'établissement de trois périodes, séparées par un brutal réchauffement du climat, respectivement pour les années 1936-37 et 1986-87. Le réchauffement global de 0.55°C sur toute la période depuis l'année 1870 va de pair avec une perte graduelle de la diversité climatique.

Lorsque les chiffres des séries de température ont été comparés, tant ceux de la série complète que ceux des

bestaan dat niet aan een eenvoudig toeval te wijten is maar dat wijst op onafhankelijke effecten, die te wijten zijn aan elk van beide componenten.

2.2.2 Schatting van de hydrologische risico's

2.2.2.1 Hydrologische modellering

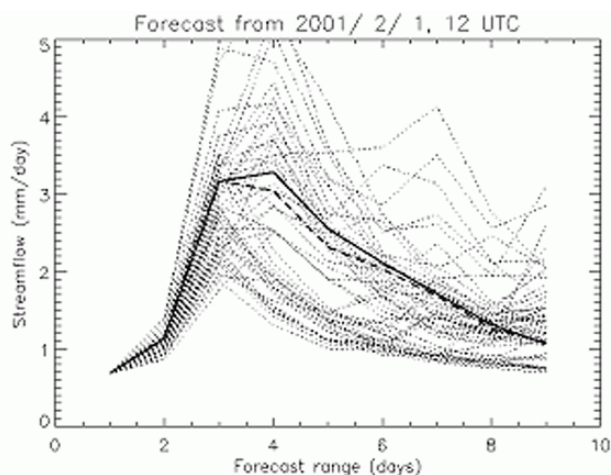
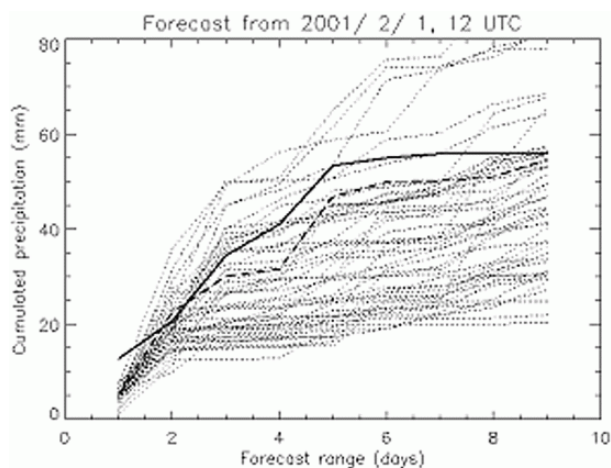
Het project "Voorspelling en evaluatie van hydrologische risico's in België" startte dit jaar op het KMI. Dit project heeft tot doel, de voorspellingen voor de neerslag afkomstig van de op het KMI beschikbare numerieke modellen voor weersvoorspelling optimaal te benutten in de hydrologische modellen. Ensemblevoorspellingen bestaan uit één zogenaamde controlevoorspelling en 50 voorspellingen nadat de beginvoorwaarden werden verstoord om onzekerheden in de beginvoorwaarden en onvolkomenheden in het weersvoorspellingsmodel te simuleren. Gedurende dit jaar had het onderzoek betrekking op het eerste luik van het project, dat bestaat uit het exploiteren van de resultaten van het Systeem van Ensemble voorspellingen (EPS) van de neerslag van het Europese Centrum voor Middenlange Weersvoorspellingen (ECMWF) te Reading, in het Verenigd Koninkrijk. Een simulatie-prototype van probabilistische voorspellingen van debieten werd ontwikkeld op basis van het hydrologische model SCHEME. Dit prototype werd toegepast op de stroombekkens van de Ourthe en de Demer voor de periode van 1997 tot 2002. In eerste instantie werden de neerslaggegevens van de weersstations van het KMI gebruikt om een tijdreeks van referentiedebieten te berekenen. Vervolgens werden voor deze periode de 50 leden van de gearchiveerde EPS-neerslag gegevens op het ECMWF, evenals de controlevoorspelling neerslagen die voorspeld werden door het referentiemodel, gebruikt om -voor iedere dag- 51 voorspellingen van debieten voor de volgende negen dagen te berekenen. De voorspelde debieten werden vervolgens vergeleken met de referentiedebieten en de scores werden berekend. Bijzondere aandacht werd besteed aan de verificatie van de probabilistische voorspelling van de debieten. De eerste resultaten tonen aan dat de ensemblevoorspelling van de debieten informatie oplevert tot de horizon van negen dagen, in tegenstelling met een voorspelling gebaseerd op een alleenstaande deterministische meteorologische voorspelling, waarvan de waarde snel afbrokkelt.

séries spécifiques à l'Hémisphère Nord, il apparaît qu'un résidu subsiste, non imputable à un simple hasard, et qui met en lumière des effets indépendants à attribuer à chacune des deux composantes.

2.2.2 Estimation des risques hydrologiques

2.2.2.1 Modélisation hydrologique

Le projet "Prévision et évaluation des risques hydrologiques en Belgique" a débuté cette année à l'IRM. Ce projet vise à mettre à profit, dans des modèles hydrologiques, les sorties des modèles de prévisions numériques disponibles à l'IRM. La recherche de cette année s'est portée sur le premier volet du projet qui consiste à exploiter les résultats du Système de Prévisions d'Ensemble (EPS) du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT) à Reading (Royaume-Uni). Les prévisions d'ensemble consistent en une prévision dite de contrôle et de 50 prévisions obtenues après avoir perturbé les conditions initiales de manière à simuler l'incertitude sur ces conditions initiales et l'imperfection du modèle de prévision numérique du temps. Un prototype de simulation des prévisions probabilistes des débits a été développé sur la base du modèle hydrologique SCHEME. Ce prototype a été appliqué aux bassins versants de l'Ourthe et du Demer sur la période de 1997 à 2002. Dans un premier temps, les données de précipitations mesurées aux stations de l'IRM ont été utilisées pour calculer une série temporelle de débit de référence. Ensuite, les données de précipitations prévues par les 50 membres de l'EPS archivées au CEPMMT pour cette période ainsi que les précipitations de la prévision de contrôle ont été utilisées pour calculer, pour chaque jour, 51 prévisions de débits pour les neuf jours qui suivent. Les débits prédits sont ensuite comparés aux débits de référence et des scores sont calculés. Une attention particulière est portée à la vérification de la prévision probabiliste des débits. Les premiers résultats montrent que la prévision d'ensemble des débits apporte une information jusqu'à l'échéance de neuf jours contrairement à une prévision basée sur une prévision météorologique unique dont la valeur s'estompe rapidement.



Figuur 2.3. Ensemble voorspellingen: (links) gecumuleerde neerslagen geïntegreerd over het stroombekken van de Demer (1775 km²) op basis van de neerslagen gemeten met de pluviometers (continue lijn), berekend op basis van de controle voorspelling van het ECMWF (streepjeslijn) en berekend op basis van ieder van de 50 leden van de Ensemble voorspelling van het ECMWF (stipjeslijn); (rechts) debieten van de Demer te Diest gesimuleerd op basis van de waargenomen neerslagen, de controle voorspelling en de 50 leden van de Ensemble voorspelling.

Figure 2.3. Prévisions d'ensemble: (gauche) précipitations cumulées intégrées sur le bassin versant du Demer (1775 km²) sur base des données des pluviomètres (ligne continue), calculée sur base de la prévision de contrôle du CEPMMT (tirets) et calculée sur base de chacun des 50 membres de l'ensemble du CEPMMT (pointillés); (droite) débits du Demer à Diest simulés sur base des précipitations observées, de la prévision de contrôle et des 50 membres des prévisions d'ensemble.

2.2.2.2 Analyse van hydrologische risico's

Het beleid inzake waterbeheer, de veiligheid van de kunstwerken en de constructie van iedere infrastructuur voor het verzamelen van het afvalwater en van het hemelwater wordt meestal gestoeld op de studie van de neerslag. De analyse van de intense neerslag van convectieve oorsprong met typische duren van ongeveer één uur die lokale overstromingen veroorzaken evenals de winterneerslagen met lange duur van frontale oorsprong die overstromingen veroorzaken op de schaal van een of meerdere hydrologische bekkens behoren tot de taken van het Instituut. Deze analyse moet sine qua non gebruik maken van de kennis over de extreme neerslagen en laat toe van een betere inschatting van de hydrologische risico's met het doel de veiligheid van de bevolking en de goederen te verbeteren.

De informatie over de neerslag is bevat in twee grote geïnformatiseerde databanken. De eerste bevat de dagelijkse neerslagwaarden van alle stations uit het klimatologische meetnet. Dit meetnet bevat meer dan 200 stations verdeeld over het Belgische grondgebied. De tweede gegevensbank bevat de informatie afkomstig van de pluviografen uit het hydrometeorologisch meetnet en van de pluviografen van de automatische weerstations. In dit laatste geval is de resolutie in de tijd gelijk aan 10 minuten maar het aantal stations bedraagt slechts een dertig- tot veertigtal. Voor de hydrologen wordt de informatie over de intense neerslag gevat in de Intensiteit-Duur-Frequentie (IDF) krommen.

Het uiteindelijke objectief van de studie is de overschrijdingskansen van extreme neerslaghoeveelheden voor verschillende aggregatietijden en terugkeerperioden in kaart te brengen voor het geheel

2.2.2.2 Analyse des risques hydrologiques

La prise de décision en matière de gestion de l'eau, de sécurité des ouvrages d'art et de construction de toute infrastructure collectrice des eaux usées et des eaux de pluie est le plus souvent basée sur l'étude des précipitations. Une des tâches de l'IRM est d'analyser les précipitations intenses d'origine convective - d'une durée typique d'une heure - qui occasionnent des inondations à petite échelle spatiale, ou d'origine frontale qui sont à l'origine de précipitations hivernales de longue durée et qui provoque des inondations à l'échelle d'un ou de plusieurs bassins hydrographiques. Cette analyse doit nécessairement passer par la connaissance des événements pluviométriques extrêmes qui permettra une meilleure appréhension des risques hydrologiques afin de renforcer la sécurité des populations et des biens.

L'information sur les précipitations est contenue dans deux grandes banques de données informatisées. La première contient les cotes pluviométriques journalières issues du réseau climatologique. Ce réseau contient plus de 200 stations. La deuxième banque de données contient l'information en provenance des pluviographes du réseau hydrométéorologique et des pluviographes des stations automatiques. Dans ce dernier cas, la résolution temporelle est de 10 minutes mais le nombre de stations se chiffre entre 30 et 40. Pour les hydrologues, l'information sur les précipitations intenses est résumée dans les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) des précipitations.

L'objectif final de cette étude est de cartographier la probabilité d'occurrence des quantités extrêmes de précipitations pour différentes durées d'agrégation et périodes de retour sur l'ensemble du pays. Ces cartes

van het land. Deze kaarten zijn van primordiaal belang voor het Rampenfonds van het Ministerie van Binnenlandse Zaken omdat de verschillende gebieden van het land niet noodzakelijkerwijze blootgesteld zijn aan dezelfde risico's van gebeurtenissen die als uitzonderlijk mogen beschouwd worden. Alhoewel de oppervlakte van België eerder klein van grootte is, verschijnen er toch grote verschillen in de intensiteit namelijk tussen de kuststreek, Vlaanderen, de Kempen, de Ardennen en de hoogste punten van het land. Daarenboven vertonen de extreme neerslagen belangrijker ruimtelijke correlaties voor de winter- dan voor de zomerneerslagen.

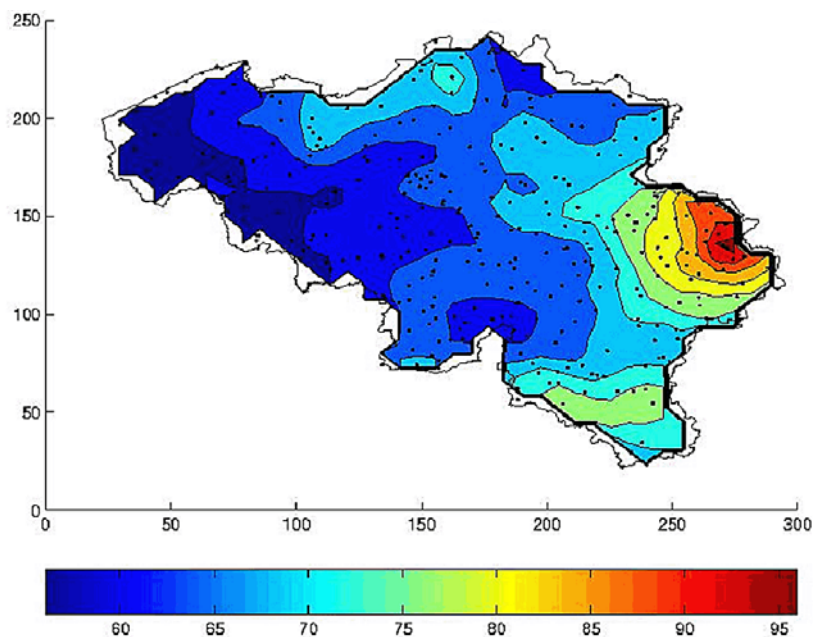
Twee verschillende methodologieën werden gebruikt om tot het opstellen van de Belgische kaarten van extreme neerslaghoeveelheden te komen.

De eerste gebruikt maximaal het geheel van de pluviometrische informatie die voor elk individueel station aanwezig is om nadien, gebruik makende van een ruimtelijke interpolatie techniek - genaamd kriging, de IDF krommen voor de neerslag voor elk punt van het grondgebied op te stellen. Figuur 2.4 illustreert deze eerste techniek door de extreme neerslaghoeveelheden (in mm) te tonen die met een aggregatietijd van 24 uur en een terugkeerperiode van 20 jaren overeenkomt. De zwarte stippen op de figuur stellen de ligging van de stations voor. Men ziet dat de verdeling van de extreme neerslag niet homogeen is. Zij varieert van 60 mm in Vlaanderen tot 95 mm in de Hoge Venen.

seront évidemment de toute première importance en ce qui concerne l'établissement des critères destinés au Fonds des Calamités du Ministère de l'Intérieur puisque toutes les zones du pays ne sont pas nécessairement soumises aux mêmes risques d'événements pouvant être considérés comme exceptionnels. Bien que le territoire de la Belgique soit de taille relativement restreinte, les précipitations extrêmes affichent de grandes différences d'intensité, notamment entre la zone côtière, la Flandre, la Campine ou l'Ardenne et les points culminants du pays. En outre, les précipitations extrêmes présentent des corrélations spatiales plus importantes durant l'hiver qu'en été.

Deux méthodologies différentes sont utilisées pour arriver à l'élaboration des cartes belges des quantités extrêmes des précipitations.

La première tend à exploiter au maximum la totalité de l'information pluviométrique de chaque station prise individuellement. Par la suite, une technique d'interpolation spatiale nommée krigage est utilisée dans le but d'établir une courbe IDF des précipitations pour chaque point du territoire. La Figure 2.4 illustre cette première technique en montrant les quantités extrêmes de pluie (en mm) correspondant à une durée d'agrégation de 24 heures et une période de retour de vingt ans. Les points noirs sur la carte représentent la position des pluviomètres. On observe que la répartition des quantités extrêmes des précipitations n'est pas homogène. Elle varie de 60 mm en Flandre à 95 mm dans les Hautes-Fagnes.

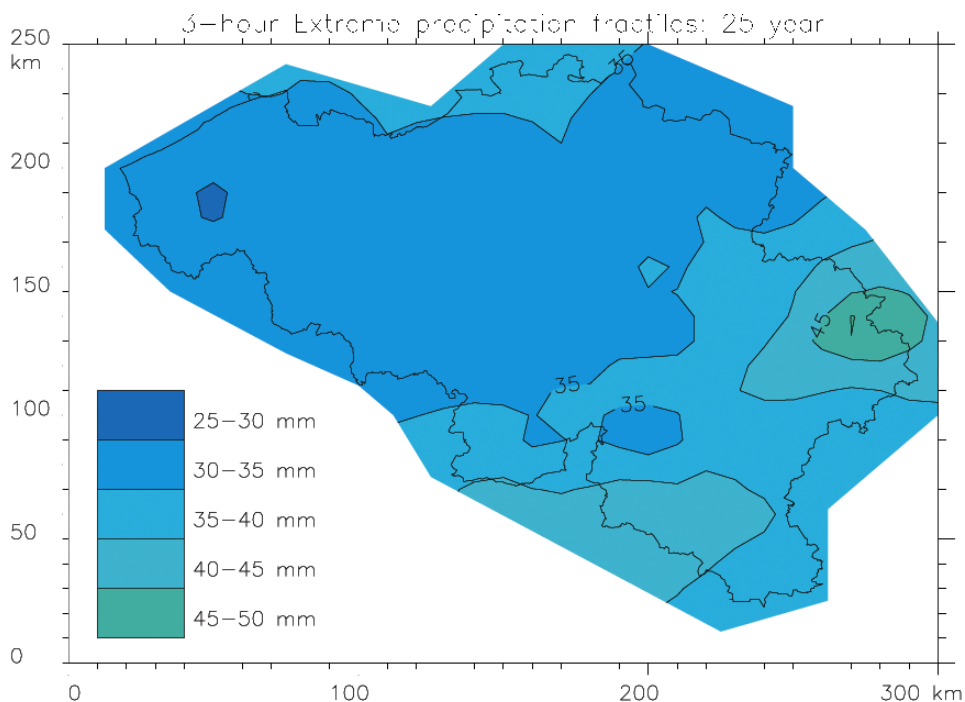


Figuur 2.4. Verdeling over het Belgisch grondgebied van de extreme neerslaghoeveelheden (in mm) met een terugkeerperiode van 20 jaren en een aggregatieduur van 24 uren. Deze kansverdeling is niet gelijk over het ganse Belgische grondgebied en varieert van ongeveer 60 à 65 mm in Vlaanderen tot ongeveer 95 mm op de Hoge Venen.

Figure 2.4. Répartition sur le territoire belge des quantités extrêmes de pluie (en mm) ayant une période de retour de 20 ans et une durée d'agrégation de 24 h. Cette probabilité d'occurrence n'est pas égale sur l'ensemble du territoire belge et varie d'approximativement 60 à 65 mm en Flandre jusqu'à approximativement 95 mm dans les Hautes-Fagnes.

De tweede techniek maakt gebruik van zekere schaaleigenschappen en van regionale groeikrommen om de fractielen van de extreme neerslag te bepalen. Een voorbeeld van de verdeling van de gecumuleerde extreme neerslaghoeveelheden over drie uur en gemiddeld om de 25 jaar overschreden wordt in Figuur 2.5 voorgesteld. Een nieuwe formulering van de IDF krommen werd bekomen. Terwijl deze laatste in het algemeen bekomen worden door een fit van waarschijnlijkheidsverdelingen op de fractielen, maakt deze nieuwe aanpak direct gebruik van de modellering van de distributiewetten.

La deuxième technique utilise certaines propriétés d'échelle et des courbes de croissance régionales pour déterminer les fractiles des précipitations extrêmes. Un exemple de la répartition des quantités d'eau cumulée sur trois heures et dépassées en moyenne tous les 25 ans est présenté dans la Figure 2.5. Une nouvelle formulation des courbes IDF a été obtenue. Alors que ces dernières sont généralement obtenues grâce à l'ajustement des distributions probabilistes sur les fractiles, cette nouvelle approche se fonde directement sur la modélisation des lois de distributions.



Figuur 2.5. De verdeling van de extreme neerslaghoeveelheden (in mm) over het Belgische grondgebied voor een terugkeerperiode van 25 jaren en een aggregatietijd van 3 uren. Ook uit deze figuur blijkt dat de kansverdeling voor extreme neerslaghoeveelheden niet overal dezelfde is in België.

Figure 2.5. Répartition sur le territoire belge des quantités extrêmes de pluie (en mm) ayant une période de retour de 25 ans et une durée d'agrégation de 3 heures. Cette figure montre aussi que la probabilité d'occurrence des précipitations extrêmes n'est pas la même en Belgique.

2.2.3 Schatting van de evapotranspiratie over Europa

Het SAF-Land project heeft als objectief de gegevens afkomstig van de MSG (Meteosat Second Generation) satellieten te exploiteren om er verschillende parameters uit af te leiden zoals de radiatieve temperatuur en het albedo, de karakteristieken van de bodemvegetatie, de vochtigheid van de bodem, enz. Het onderzoek over de evapotranspiratie, dat op het KMI verwezenlijkt wordt, bestaat uit het op punt zetten van een algoritme dat in staat is om, op een operationele manier, de evapotranspiratie boven Europa te schatten door middel van teledetectie-technieken.

Een algoritme, bestaande uit een vereenvoudigde versie van het schema van de interactie bodem-vegetatie-atmosfeer van het ECMWFmodel, werd gerealiseerd en

2.2.3 Estimation de l'évapotranspiration en Europe

Le projet SAF-Land a pour objectif l'exploitation des données issues des satellites Météosat de Seconde Génération (MSG), pour en déduire différents paramètres tels que la température radiative et l'albédo de la surface, les caractéristiques du couvert végétal, l'humidité du sol, etc. La recherche dans le domaine de l'évapotranspiration qui est réalisée à l'IRM consiste à mettre au point un algorithme capable de déterminer, de manière opérationnelle, l'évapotranspiration au-dessus de l'Europe, par télédétection.

Un algorithme consistant en une version simplifiée du schéma d'interaction sol-végétation-atmosphère du modèle du CEPMMT a été réalisé et implémenté. Au cours de l'année 2003, un prototype calculant

geïmplementeerd. In de loop van het jaar 2003 werd een prototype dat de evapotranspiratie over Europa berekent, in het SAF "Land Surface" systeem geïntegreerd op het Portugese Meteorologische Instituut, dat het gastinstituut van het project is. De eerste resultaten van de evapotranspiratie over Europa, bekomen op basis van gesimuleerde gegevens afkomstig uit de archieven van het ECMWF, werden eind september 2003 voorgesteld op de jaarlijkse EUMETSAT-conferentie over meteorologische satellieten te Weimar in Duitsland. Deze bijdrage nam de vorm aan van een poster alsmede een tekst met als titel "Assessment of the evapotranspiration and surface fluxes in the framework of the Land-SAF: methodology and first results". Tijdens de laatste weken van 2003 werd een gegevensbank van het gronddek opgesteld met de schaal van het ECMWF, uitgaande van de IGBP (International Geosphere-Biosphere Program) gegevensbank. Ook werd er aandacht besteed aan het gebruik van deze gegevensbank door ons algoritme. Deze ruimtelijke resolutie wordt gebruikt voor de testen in afwachting dat de MSG beelden die nu behandeld worden door andere partners van het SAF-Land project, beschikbaar gesteld worden. We streven ernaar dat de integratie van deze gegevens opgestart wordt in de loop van het jaar 2004, dat verder zal besteed worden aan de ontwikkelingsfase.

2.2.4 Studies van atmosferisch ozon

Bij het onderzoek van atmosferisch ozon en UV-B aan het KMI wordt onder andere gebruik gemaakt van eigen meetreeksen van de totale dikte en de verticale verdeling van de ozonlaag. Deze metingen gebeuren respectievelijk met spectrofotometers en ozonsondes. Onze meetreeks van ozonpeilingen behoort trouwens tot de langste en meest complete ter wereld. In een tijdperk waarin satellietmetingen steeds veelzijdiger worden, blijven ozonpeilingen essentieel omdat ze een veel preciezer en gedetailleerder beeld geven van de ozonverdeling op een bepaalde plaats, dan satellietwaarnemingen.

2.2.4.1 Ozon SAF

In vergelijking met de voorgaande jaren zijn de activiteiten van de Ozon SAF in 2003 sterk geëvolueerd. Momenteel bevindt de SAF "Ozone Monitoring" zich in de "Extension Development Phase", een ontwikkelingsfase die duurt tot de lancering van METOP1 (Polar orbiting meteorological satellites), voorzien voor 2005. Deze uitbreidingsfase begon in 2003 met de preoperationele activiteiten. Het KMI heeft een validatiestudie uitgevoerd van drie jaar ozonprofielen van GOME (Global Ozone Monitoring Experiment), die afgeleid werden met verschillende algoritmen. De resultaten van deze validatie worden gebruikt door de onderzoeksgroepen die instaan voor de ontwikkeling van de algoritmen.

l'évapotranspiration sur l'Europe a été intégré dans le système informatique de la SAF " Land Surface " (à l'Institut Météorologique portugais, institut hôte du projet). Les premiers résultats d'évapotranspiration sur l'Europe, obtenus à partir de données simulées provenant des archives du CEPMMT, ont été présentés fin septembre 2003 à la conférence annuelle d'EUMETSAT sur les satellites météorologiques (Weimar, Allemagne) sous forme d'un poster et d'un texte ayant pour titre "Assessment of the evapotranspiration and surface fluxes in the framework of the Land-SAF: methodology and first results". A la fin de l'année 2003, une base de données de la couverture végétale a été élaborée sur la maille du modèle CEPMMT à partir de la base de données IGBP (International Geosphere-Biosphere Program). Notre attention s'est aussi portée sur l'utilisation de cette base de données par notre algorithme. Cette résolution spatiale est utilisée pour des tests en attendant que les images MSG traitées par d'autres partenaires du projet SAF-Land deviennent disponibles. Nous projetons d'initier l'intégration de ces données au cours de l'année 2004, qui sera consacrée à la phase de développement.

2.2.4 Étude de l'Ozone atmosphérique

La recherche sur l'ozone atmosphérique et l'UV-B à l'IRM fait appel, entre autres, aux séries de mesures effectuées à l'IRM de l'épaisseur de la couche d'ozone et de la répartition verticale de l'ozone. Ces mesures sont effectuées respectivement par des spectrophotomètres ou par sondes d'ozones. Notre série de mesures par sondes d'ozone compte parmi les plus longues et les plus complètes au monde. À une époque où les mesures satellites deviennent toujours plus universelles, les mesures par sondes d'ozone restent essentielles car elles donnent une mesure bien plus précise et détaillée de l'ozone atmosphérique à un endroit donné, comparées aux mesures satellites.

2.2.4.1 SAF Ozone

En 2003, les activités de la SAF ozone ont évolué considérablement par rapport aux activités des années précédentes. La SAF Ozone est à présent dans la "Extension Development Phase", phase de développement qui doit s'étendre jusqu'au lancement de METOP1 (Polar orbiting meteorological satellites), prévu en 2005. Cette phase d'extension a débuté en 2003 par des activités "pré-opérationnelles". L'IRM a effectué la validation de trois années de profils d'ozone GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) calculés par différents algorithmes. Cette validation a donné des résultats qui sont utilisés par les équipes responsables du développement des algorithmes.

2.2.4.2 Onderzoek van ozonprofielen

Een belangrijk onderzoeksonderwerp van de laatste jaren is het verband tussen de variabiliteit van de ozonlaag (meer bepaald in de lage stratosfeer) en de algemene circulatie in de atmosfeer. Het onderzoek op het KMI heeft als doel een schatting te maken van het effect van de wijzigingen op lange termijn van de algemene luchtcirculatie op de ozonlaag op middelbare breedtegraden. Tevens zou dit ons in staat moeten stellen dit dynamische effect te scheiden van de chemische afbraak van ozon in de stratosfeer.

De karakteristieken van de ozonprofielen (bekomen uit ozonpeilingen te Ukkel en uit metingen vanuit de ruimte met het SAGE instrument) werden gebruikt om de algemene luchtcirculatie in de lage stratosfeer te karakteriseren. Deze studie heeft toegelaten om gedeeltelijk de respectievelijke rol te verklaren van de chemische afbraak en de atmosferische circulatie op de waargenomen vermindering van de dikte van de ozonlaag te Ukkel.

2.2.4.3 Bepaling van de optische dikte aerosolen in het UV - B

Aerosolen zijn kleine deeltjes die in de lucht zweven. Ze komen vooral voor tussen de grond en een hoogte van 3 km, waardoor de mens er direct mee in contact komt. Sommige aerosolen hebben een natuurlijke oorsprong, zoals zeezout, terwijl andere een antropogene oorsprong hebben, zoals roetdeeltjes afkomstig van de verbranding van olie.

Van deze deeltjes werd aangetoond dat ze een directe impact hebben op de klimaatwijzigingen: hoe hoger de aerosolconcentratie in de lucht, hoe hoger de absorptie van de zonnestraling. Daarnaast beïnvloeden de aerosolen de vorming van wolken, die op hun beurt een wisselwerking hebben met de straling van de zon. Beide effecten hebben gevolgen voor de stralingsbalans van de aardse atmosfeer. Vandaar de belangstelling voor studies van de aerosolconcentraties in verband met de UV-B stralingsintensiteiten, die de gezondheid beïnvloeden, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van huidkanker.

De ozongroep bestudeert de aerosolen om beter hun impact op het klimaat te begrijpen. Figuur 2.6 toont de evolutie van de optische dikte van de aerosolen (AOD) voor de periode van 1984 tot 2003 te Ukkel. De AOD is een maat voor de verzwakking van de zonnestralen door de aerosolen. De zwarte lijn geeft het verloop van de jaargemiddelden weer. De AOD neemt af tussen 1984 en 2003, wat wijst op een afname van de hoeveelheid aerosolen gedurende deze periode. De vier andere lijnen geven de evolutie voor de vier seizoenen weer. De stijging van de aerosolen in de winter van 1992 is een gevolg van de uitbarsting van de Pinatubo in juni 1992.

2.2.4.2 Recherche sur des profils d'ozone

Le lien entre la variabilité de la couche d'ozone, en particulier dans la basse stratosphère, et la circulation atmosphérique est un sujet de recherche majeur ces dernières années. Les recherches menées à l'IRM visent à estimer l'importance de l'influence de modifications à long terme de la circulation atmosphérique sur la couche d'ozone aux latitudes moyennes et de séparer cette influence des modifications à long terme dues à une destruction chimique de l'ozone dans la stratosphère.

Nous avons utilisé les caractéristiques des profils d'ozone (obtenus par sondages d'ozone à Uccle et par l'instrument SAGE à partir de l'espace) pour caractériser la circulation atmosphérique dans la basse stratosphère. Cette étude a permis d'expliquer en partie les rôles respectifs de la destruction chimique et de la circulation atmosphérique dans la diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone observée à Uccle.

2.2.4.3 Détermination de l'épaisseur optique des aérosols dans l'UV - B

Les aérosols sont des particules volatiles répandues dans l'air. Ils sont principalement concentrés entre le sol et 3 km d'altitude. L'homme est donc en contact direct avec eux. Ils sont d'origine naturelle comme le sel marin ou d'origine anthropogénique comme les particules de carbone émises par la combustion de l'essence.

Il a été prouvé que ces particules ont un impact direct sur le changement climatique: plus la quantité d'aérosols est importante dans l'air plus les radiations solaires sont absorbées par ces dernières. D'autre part, les aérosols influencent la formation des nuages qui interagissent avec le rayonnement solaire. Ces deux effets ont pour conséquences d'influer sur le bilan radiatif de l'atmosphère terrestre. Il est donc important d'étudier l'évolution de la quantité d'aérosols reliée à l'intensité des radiations UV-B qui affecte la santé de l'homme via, par exemple, le développement des cancers de la peau.

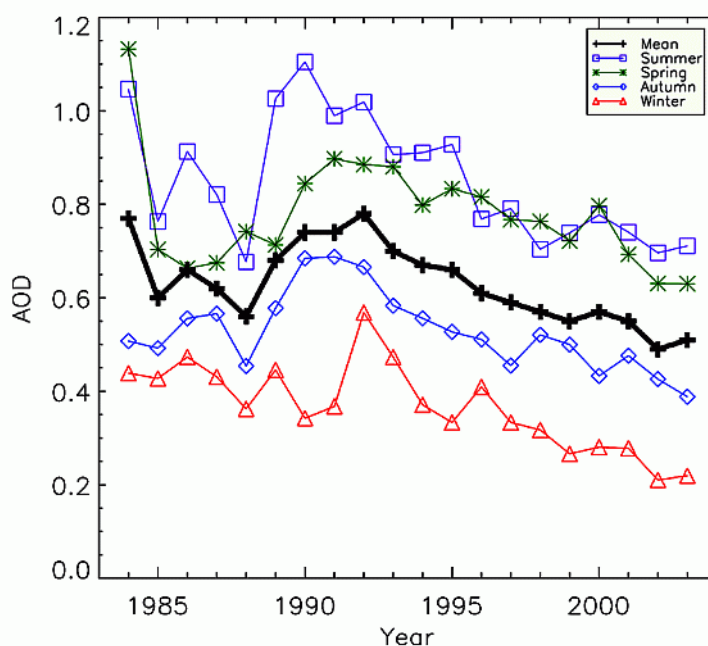
Le groupe ozone de l'I.R.M. étudie ces aérosols afin de mieux comprendre cet impact sur le climat. La Figure 2.6 montre l'évolution de la quantité d'aérosols via l'épaisseur optique des aérosols (AOD) sur la période entre 1984 et 2003 à Uccle: cette AOD représente l'atténuation du rayonnement solaire par les aérosols. La courbe noire représente la moyenne annuelle des AOD: la valeur de l'AOD diminue entre 1984 et 2003 ce qui signifie que la quantité des aérosols diminue progressivement au cours des ans. Les 4 autres courbes représentent cette même diminution aux 4 saisons. On constate une augmentation de la quantité des aérosols en hiver 1992 causée par l'éruption du Pinatubo en juin 1991.

De interpretatie van deze resultaten is alleen zinvol wanneer de fout op de AOD waarnemingen gekwantificeerd is. Daartoe werden de bijdragen van de kalibratie van het instrument, van de hoeveelheid ozon en van de temperatuur van de ozonlaag in de stratosfeer bestudeerd.

Bij de langste golflengten in het UV-B is de fout vooral afhankelijk van de kalibratie van het instrument. Bij de kortste golflengten in het UV-B speelt de fout op de hoeveelheid ozon een even grote rol als de fout op de kalibratie van het instrument. De oorzaak hiervan is het feit dat de absorptie van de zonnestraling in dit golflengtegebied sterk afhangt van de hoeveelheid ozon en de temperatuur in de stratosfeer.

L'interprétation de ces résultats n'a un sens que si l'erreur sur la valeur des AODs est quantifiée. L'erreur due à la calibration de l'instrument, à la quantité d'ozone et à la température de l'ozone dans la stratosphère a été étudiée.

L'incertitude sur les AODs est principalement due à l'erreur sur la calibration de l'instrument aux plus grandes longueurs d'onde dans l'UV-B. Pour les très petites longueurs d'onde, l'erreur sur l'ozone joue un rôle aussi important que celui de l'erreur sur la calibration de l'instrument. En effet, à ces longueurs d'onde, l'absorption des radiations solaires dépend fortement de l'ozone ainsi que de sa température.



Figuur 2.6. Tijdsevolutie van de jaarlijkse en seizoensgemiddelden van de optische dikte van de aerosolen (AODs) bij 306.3 nm te Ukkel, afgeleid uit waarnemingen met een spectrofotometer.

Figure 2.6. Evolution temporelle des moyennes annuelles et saisonnières des épaisseurs optiques des aerosols (AODs) dérivées des observations avec un spectrophotomètre à 306.3 nm entre 1984 et 2003 à Uccle.

2.2.4.4 Voortzetting van de ENVISAT-1 validatie activiteiten

De validatie van ENVISAT-1 gegevens concentreerde zich op twee onderwerpen, nl. de validatie van GOMOS-ozonprofielen en de validatie van MIPAS-temperatuurprofielen.

Validatie van GOMOS-ozonprofielen

We hebben meegewerkt aan een studie van het RIVM in verband met een globale validatie van ozonprofielen gemeten door GOMOS. Voor deze studie worden de ozonpeilingen van het KMI gebruikt. In het hoogtegebied waarbinnen metingen van beide systemen beschikbaar zijn (18 km tot ongeveer 35 km) werden geen significante

2.2.4.4 Poursuite des activités de validation de ENVISAT-1

La validation des données de ENVISAT-1 s'est concentrée sur deux aspects : la validation des profils d'ozone fournis par l'instrument GOMOS et la validation des profils de température MIPAS.

Validation des profils d'ozone GOMOS

Cette étude a été faite en coopération avec le RIVM, qui effectue une validation globale des profils d'ozone. Pour cette étude, les sondages d'ozone de l'IRM ont été utilisés. Dans la gamme d'altitude où les deux systèmes de mesures sont disponibles (entre 18km et environ 35km), aucune différence significative n'a été trouvée entre les mesures satellites et les sondages d'ozone.

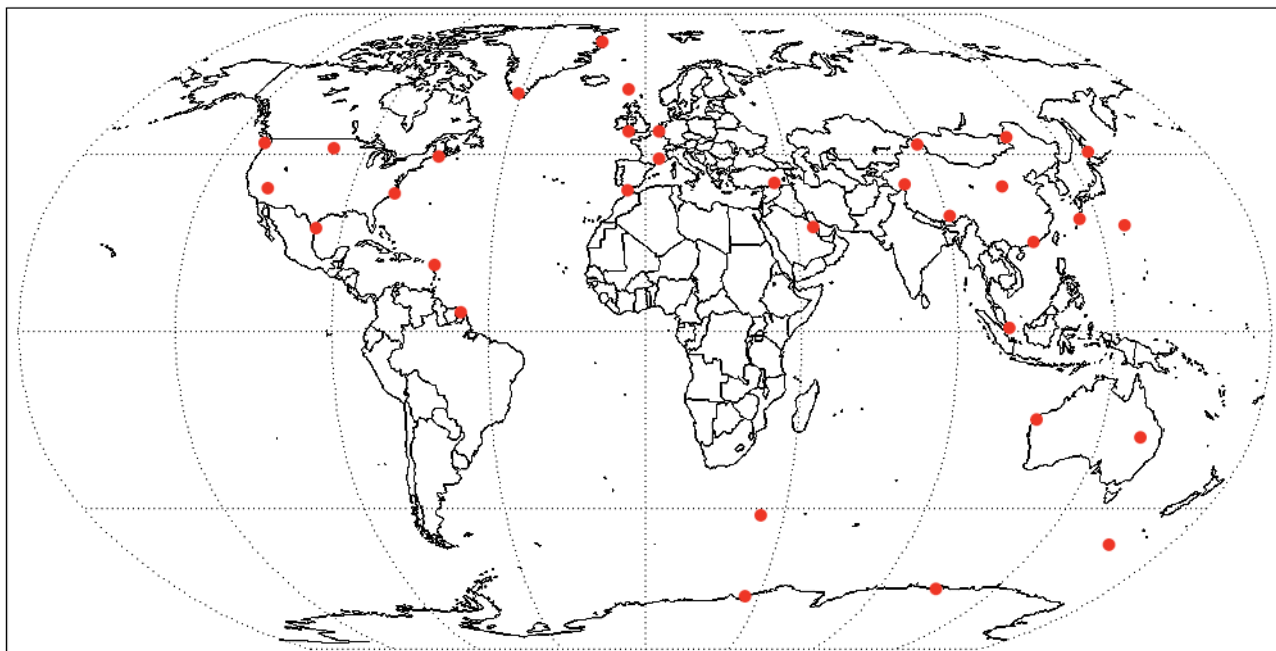
verschillen tussen de satellietmetingen en de ozonpeilingen vastgesteld.

Validatie van MIPAS- temperatuurprofielen

Als meteorologisch instituut, heeft het KMI toegang tot een enorme hoeveelheid atmosferische gegevens van over de hele wereld. Voor de validatie van de MIPAS temperatuurprofielen werd dan ook gebruik gemaakt van de beschikbaarheid van radiosonde-data van een dertigtal stations (zie Figuur 2.7).

Validation des profils de température MIPAS

En tant qu'institut météorologique, l'IRM a accès à une importante quantité de données météorologiques partout dans le monde. Pour la validation des profils de température MIPAS, nous avons mis à profit la disponibilité de radiosondages effectués dans environ trente stations (voir Figure 2.7).



Figuur 2.7. Radiosonde stations gebruikt voor MIPAS validatie.

Figure 2.7. Des stations de radiosondage utilisées pour la validation des profils d'ozone MIPAS.

Er werd gestreefd naar een zo evenredig mogelijke verdeling van stations, waarbij factoren als de kwaliteit van de peilingen, de bereikte hoogte van de sonde en de regelmaat van de lanceringen van het grootste belang waren.

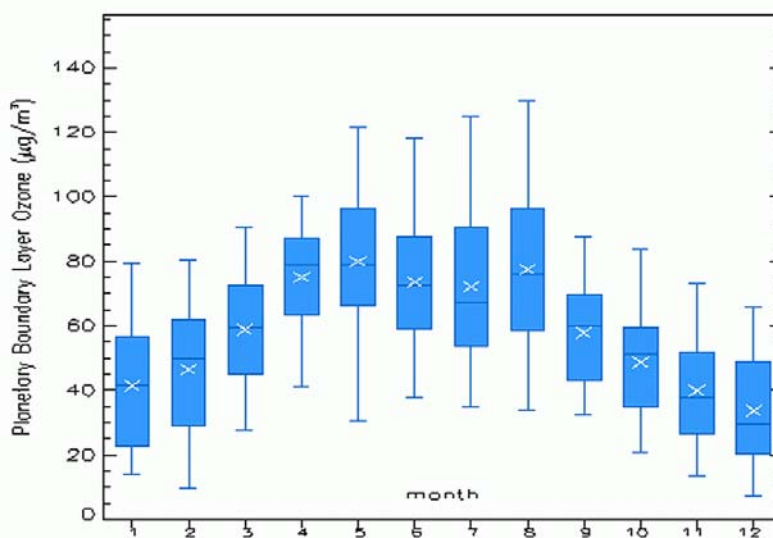
De radiosondemetingen werden vervolgens vergeleken met de satellietmetingen en de resultaten werden geïnterpreteerd in functie van de hoogte, de druk, het type radiosonde, de afstand tussen de satellietmeting en de radiosondemeting en de temperatuur. Als voorlopige vaststelling kunnen we stellen dat in het algemeen de overeenkomst tussen radiosonde en MIPAS temperatuurprofielen binnen de 5% valt (gemiddeld over alle stations en alle hoogteniveaus tussen 12km en ongeveer 35km).

Pour la sélection des stations, nous nous sommes efforcés d'obtenir une répartition géographique aussi égale que possible mais en attachant une grande importance à la qualité des sondages, à l'altitude atteinte par le sondage et à la régularité des lancements.

Les radiosondages ont été comparés aux données satellite et les résultats ont été interprétés en fonction de l'altitude, de la pression, du type de radiosonde, de la distance entre la mesure satellite et la station de mesure et en fonction de la température. Les résultats, encore préliminaires, montrent que la différence entre les données obtenues par radiosondages et les données MIPAS est inférieure à 5% (moyenne pour toutes les stations et toutes les altitudes entre 12km et environ 35km).

2.2.4.5 Ontwikkeling van een meervoudig lineair regressiemodel voor ozon in de troposfeer

Ozonsonde-data werden gebruikt voor het ontwerpen van een meervoudig lineair regressiemodel om de gemiddelde ozonconcentraties in de menglaag te voorspellen. Door de verticale uitgestrektheid van deze variabele, is hij representatief voor een ruimer gebied (regionale schaal) dan de meestal gebruikte ozonconcentraties bij de grond, die sterk beïnvloed worden door lokale factoren. Uit Figuur 2.8 blijkt dat de klimatologie afgeleid uit 11 jaar waarnemingen een seizoenscyclus bevat met ozonmaxima in de lente en in de zomer.



Figuur 2.8. Boxplot van maandelijks gemeten ozonconcentraties gedurende 1990-2001 te Ukkel. 50% van de waarnemingen vallen in de blauwe rechthoek; 80 % binnen de lijnstukken. Het kruisen geven het gemiddelde, terwijl de horizontale streepjes de mediaan aangeven

2.2.4.5 Développement d'un modèle de régression linéaire multiple pour l'ozone présent dans la troposphère

Les données des sondages d'ozone ont été utilisées afin de développer un modèle de régression multilinéaire qui puisse prévoir la concentration moyenne en ozone dans la couche limite planétaire. De par son étendue verticale, cette variable est plus représentative des valeurs d'ozone à l'échelle régionale que la valeur mesurée au sol, plus couramment utilisée mais fortement influencée par des effets locaux. Une climatologie des valeurs d'ozone dans la couche limite planétaire sur 11 années est présentée à la Figure 2.8. Cette figure montre un cycle annuel avec des maxima au printemps et en été.

Figure 2.8. Moyennes mensuelles de la concentration d'ozone dans la couche limite planétaire durant la période 1990-2001 à Uccle. 50% des observations sont compris dans les rectangles, 80 % dans les lignes. La croix indique la moyenne, tandis que la ligne horizontale représente le médiane.

Uit de resultaten van het model, stellen we vast dat de parameters, die het meest bijdragen tot de productie van ozon, verschillen naargelang het seizoen. Zo blijkt dat gedurende de lente de menghoogte de meest significante parameter is en gedurende de zomer, temperatuur en straling de meest belangrijke parameters zijn.

2.2.4.6 Studie van ozon in de troposfeer met behulp van trajectanalyse

Hoge ozonconcentraties bij de grond zijn verantwoordelijk voor ademhalingsproblemen bij mens en dier en halen de productie van landbouwgewassen naar beneden. De oorzaak voor deze hoge waarden hoeft niet noodzakelijk enkel het gevolg te zijn van een lokale productie, maar

A partir des résultats du modèle, nous avons trouvé que les paramètres qui contribuent le plus à la production d'ozone diffèrent d'une saison à l'autre. Ainsi, pour le printemps, la hauteur de la couche de mélange constitue le paramètre ayant le plus d'impact sur la production d'ozone alors que pendant l'été, la température et l'ensoleillement sont les paramètres qui sont les plus importants.

2.2.4.6 Etude de l'ozone dans la troposphère à l'aide de l'analyse de trajectoires

La présence de concentrations élevées d'ozone dans l'air peut provoquer des problèmes respiratoires chez l'homme comme chez les animaux et diminue les récoltes agricoles. La présence d'ozone dans l'air au niveau du sol n'est pas nécessairement due à une production locale

kan mee verklaard worden door de aanvoer van reeds hoge ozonconcentraties en emissies van ozonprecursoren over veel grotere afstanden. Om meer informatie te bekomen over de oorsprong van deze luchtmassa's werd een trajectanalyse uitgevoerd.

Hiervoor werden sinds 1/1/1969 in totaal 3815 10-dagelijkse achterwaartse trajecten berekend met behulp van het Apra-model (ECMWF) voor de dagen waarop een ozonpeiling werd gelanceerd en dit voor verschillende hoogteniveaus in de troposfeer (950 hPa, 900 hPa, 850 hPa, 650 hPa, 600 hPa en 550 hPa). Deze trajecten worden in een eerste fase van dit onderzoek ingedeeld in groepen met vergelijkbare trajecten.

Typische pollutieconcentraties, geassocieerd met elk van deze patronen kunnen dan bekomen worden. Hierbij werden bij het groeperen gebruik gemaakt van alle trajecten tijdens de periode 1969-2002. Over deze periode kunnen we 7 natuurlijke groepen van trajecten onderscheiden. De oorspronggebieden van deze clusters zijn: noordwest, polair, westnoordwest, west (matige snelheid), west (grote snelheid), west (lage snelheid), oost.

Daarna worden de verschillende ozonconcentraties tussen de groepen vergeleken. Uit een eerste voorlopige analyse blijkt dat de ozonconcentraties tussen deze verschillende clusters, significante verschillen vertonen. Het is de bedoeling om binnen deze clusters de evolutie van de ozonconcentraties in functie van de tijd na te gaan.

2.2.5 Zonneconstante en energiebalans

2.2.5.1 Meting van de zonneconstante

Het jaar startte met een ruimteveervlucht van ons referentie-instrument SOLCON (Solar Constant). SOLCON was een van de instrumenten aan boord van het ruimteveer Columbia. Niettegenstaande het verlies van Columbia, haar bemanning, en SOLCON gedurende het landingsmaneuver gingen onze wetenschappelijke resultaten niet verloren. Alle SOLCON gegevens werden tijdens de vlucht naar de grond doorgestuurd en verwerkt via de controlecentra in Washington en Brussel, die permanent bemand waren.

Het geheel van de SOLCON metingen werd bekomen gedurende ruimteveervluchten in 1992, 1993, 1994 en 2003, en overspant dus 11 jaar, de duur van een zonnecyclus. Dit geheel van metingen werd gebruikt voor de constructie van een lange termijn serie van zonneconstantemetingen, inclusief onzekerheden. De resultaten zijn van belang in de huidige internationale discussie over mogelijke lange-termijnsveranderingen van de zonne-irradiantie. De continue metingen door ons

mais peut aussi être expliquée par le transport d'ozone ou de constituants précurseurs depuis une autre région, et ce sur de longues distances. Un modèle de trajectoires a été utilisé afin de mieux cerner l'origine de ces précurseurs.

Pour chaque sondage d'ozone effectué depuis le 1/1/1969, des trajectoires inverses de 10 jours ont été calculées à plusieurs niveaux de pression dans la troposphère (950hPa, 900hPa, 850 hPa, 650 hPa, 600 hPa et 550 hPa). Ces 3815 trajectoires ont été calculées à l'aide du modèle Apra (ECMWF) et doivent nous aider à mieux connaître l'origine des masses d'air analysées lors des sondages d'ozone. Les trajectoires ont été groupées en fonction de leurs similitudes.

Des valeurs typiques de la concentration en polluants peuvent alors être associées à chaque situation synoptique identifiée. L'analyse actuelle porte sur la période 1969-2002. Ceci nous a permis d'identifier 7 groupes de trajectoires typiques dont les régions d'origine sont respectivement: Nord-ouest, polaire, Ouest-nord-ouest, Ouest (vitesse modérée), Ouest (faible vitesse), Ouest (vitesse élevée), Est.

Finalement, les concentrations d'ozone des différents ensembles de trajectoires ont été comparées. Les premiers résultats semblent montrer que les différences de concentration d'ozone entre les groupes de trajectoires sont significatives. La prochaine étape consistera en l'analyse de l'évolution temporelle des concentrations en ozone dans les groupes de trajectoires.

2.2.5 Constante solaire et bilan énergétique

2.2.5.1 Mesure de la constante solaire

L'année a débuté par un vol dans l'espace de notre instrument de référence SOLCON (Solar Constant) qui était un des instruments à bord de la navette spatiale Columbia. Malgré la perte de Columbia, de son équipage et de SOLCON lors de la manœuvre de rentrée dans l'atmosphère, nos résultats scientifiques n'ont pas été perdus. Toutes les données de SOLCON ont été transmises au sol durant le vol et traitées par les centres de contrôle à Washington et à Bruxelles, où une permanence était assurée.

L'ensemble des mesures de SOLCON a été acquis lors de vols en 1992, 1993, 1994 et 2003. Cet ensemble de mesures est utilisé pour l'élaboration d'une série à long terme des mesures de la constante solaire, incluant les incertitudes. Les résultats sont importants pour éclairer les discussions actuelles concernant les possibles variations à long terme de l'irradiance solaire.

DIARAD/VIRGO instrument op de SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) satelliet werden voortgezet. De analyse van de tot nu bekomen gegevens werd gefinaliseerd. De DIARAD/VIRGO gegevens vertonen geen kwaliteitsvermindering sinds 1996.

Een nieuw instrument DIARAD/SOVIM werd gebouwd voor de meting van de zonneconstante vanaf het internationale ruimtestation. Het instrument werd op het KMI afgewerkt. Voor de integratie werd het instrument getest en gekarakteriseerd.

2.2.5.2 Energiebalans van de aarde

In 2003 werd het GERB-instrument (Geostationary Earth Radiation Budget) en zijn gegevensverwerking uitgetest. Het grootste probleem was hierbij de nauwkeurigheid van de positionering van de GERB-pixels, die niet voldoende hoog was om de GERB-gegevens te kunnen combineren met METEOSAT of SEVIRI-gegevens (Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager). Dit probleem werd opgelost door de ontwikkeling van een positioneringscorrectiesoftware, die draait in bijna reële tijd.

De GERB-gegevens werden met succes gevalideerd door vergelijking met de onafhankelijke metingen van het CERES-instrument (Clouds and Earth's Radiant Energy System).

2.3 Verbeteren van de waarnemingen

2.3.1 Invoeren van nieuwe waarnemingen en uitbreiding van bestaande systemen

2.3.1.1 Meetnetten

Het netwerk van automatische stations werd uitgebreid met twee nieuwe stations: Buzenol en Beitem.

Het station te Buzenol werd operationeel eind februari. In Beitem werd een nieuw station gebouwd dat operationeel werd in de loop van juli. Beide stations zijn uitgerust voor synoptische, hydrometeorologische en radiometrische metingen.

Ter vervanging van het ongunstig gelegen synoptisch station van Genk werd een betere locatie voor een automatisch station gevonden in het nabijgelegen Diepenbeek, op een plaats waar ook manuele metingen kunnen gebeuren. De nodige bouwvergunningen voor dit station werden bekomen en de planning voorziet dat dit station operationeel zou worden in het voorjaar van 2004.

Les mesures continues de notre instrument DIARAD/VIRGO à bord du satellite SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) se sont poursuivies. L'analyse des données acquises à ce jour a été finalisée. Les mesures DIARAD/VIRGO semblent être très stables, le vieillissement de l'instrument, depuis 1996, étant très peu marqué.

Un nouvel instrument DIARAD/SOVIM a été construit pour la mesure de la constante solaire sur la station spatiale internationale. L'instrument a été entièrement réalisé à l'IRM. En vue de son installation, l'instrument a été testé et caractérisé.

2.2.5.2 Bilan énergétique de la Terre

En 2003, l'instrument GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) et sa chaîne de traitement des données ont été testés. Le principal problème a été la précision de la localisation des pixels GERB, qui n'était pas suffisante pour pouvoir combiner les données GERB avec les données de METEOSAT ou de SEVIRI (Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager). Ce problème a été résolu par le développement d'un logiciel de correction du positionnement, qui tourne en temps quasi-réel.

Les données GERB ont été validées avec succès par comparaison avec les mesures indépendantes de l'instrument CERES (Clouds and Earth's Radiant Energy System).

2.3 Amélioration des systèmes d'observation

2.3.1 Nouvelles observations et élargissement des systèmes existants

2.3.1.1 Réseaux d'observation

Deux nouvelles stations sont venues agrandir le réseau de stations automatiques : Buzenol et Beitem.

La station de Buzenol a été déclarée opérationnelle à la fin février. Une nouvelle station a été implantée à Beitem, elle a été déclarée opérationnelle dans le courant du mois de juillet. Ces deux stations sont équipées pour effectuer des observations synoptiques, hydrométéorologiques et radiométriques.

En remplacement de la station synoptique de Genk qui était mal située, un meilleur emplacement a été trouvé pour une station automatique dans les environs de Diepenbeek, à un endroit où des observations manuelles seront aussi possibles. Les permis de construire nécessaires pour cette nouvelle station ont été délivrés et,

Het klimatologisch netwerk van België, beheerd door het KMI in samenwerking met andere instellingen zoals de Meteorologische Wing van de Luchtcomponent, Belgocontrol en de regionale hydrologische diensten, bestaat uit ongeveer 270 stations waarin waarnemers op quasi vrijwillige basis dagelijks waarnemingen van de neerslag en eventueel de temperatuur noteren. In 2003 werd het klimatologische netwerk uitgebreid met achttien nieuwe stations in regio's waar geen gegevens beschikbaar waren of waar in de nabije toekomst de gegevens zouden kunnen wegvallen als gevolg van de olopende leeftijd van de waarnemers. Om allerlei redenen hebben we vijf stations moeten sluiten.

Door de ondertekening in 2003 van een conventie voor de uitwisseling van pluviometrische gegevens tussen het KMI en MET/DGVH (Ministère de l'équipement et des Transports/ Direction Générale des Voies Hydrauliques) van het Waals Gewest, krijgt het KMI elke dag de uurlijkse gegevens van de ongeveer honderd pluviometers van DGVH. Binnen het KMI kunnen deze gegevens gebruikt worden door de weervoorspellers en, wanneer de kwaliteitscontrole van deze gegevens volgend jaar operationeel zal zijn, zullen ze ook door de dienst voor klimatologische inlichtingen gebruikt kunnen worden.

In het kader van de uitwisseling van pluviometrische gegevens, voorzien in het project "Radar van Maubeuge" tussen Météo - France, het KMI en de MET/DGVH, krijgt het KMI vanaf de maand juli elke dag de uurlijkse gegevens van de pluviometers van Météo-France, die gesitueerd zijn in de nabijheid van de Frans-Belgische grens. Binnen het KMI kunnen deze gegevens gebruikt worden door de voorspellers, de Dienst voor klimatologische inlichtingen en voor de ijking van de radars.

2.3.1.2 Teledetectie

De locatiestudie voor een meteorologische radar in West-Vlaanderen, in opdracht van AWZ, werd afgewerkt. De locatie die aanvankelijk gekozen was (Zedelgem) werd een stuk minder interessant door de bouw van een windturbine op een paar km afstand. Daarom werd in samenwerking met de Regie der Gebouwen geopteerd voor een andere locatie in Jabbeke en werden de eerste contacten gelegd voor het bekomen van de nodige vergunningen.

De nieuwe weerradar die in de loop van 2003 in Zaventem geïnstalleerd werd, opent nieuwe perspectieven voor de detectie van neerslag in reële tijd over het hele Belgische grondgebied. Daarom werd prioriteit gegeven aan het schrijven van de nodige programma's voor de visualisatie van de producten (zowel neerslag als Doppler beelden) van deze nieuwe radar.

selon notre planning, la station devrait être opérationnelle au début 2004.

Le réseau climatologique belge, géré par l'IRM en collaboration avec d'autres organismes comme le Météo Wing de la Composante Air, Belgocontrol et les Services hydrologiques régionaux, est composé d'environ 270 stations dans lesquelles des observateurs quasi bénévoles relèvent chaque jour des observations de précipitations et éventuellement de température. En 2003, le réseau climatologique a été renforcé par l'ouverture de dix-huit nouvelles stations dans des régions où les données manquaient ou risquaient de manquer dans un futur proche suite au vieillissement des observateurs. Cinq stations ont dû être fermées pour différentes raisons.

La signature à la mi-2003 d'une convention d'échange de données pluviométriques entre l'IRM et le MET/DGVH (Ministère de l'équipement et des Transports/ Direction Générale des Voies Hydrauliques) de la Région Wallonne, conduit l'IRM à recevoir quotidiennement les données horaires de la centaine de pluviomètres de la DGVH installés en Région Wallonne. En interne à l'IRM, ces données peuvent être utilisées par les prévisionnistes et pourront l'être l'année prochaine par le Service de renseignements climatologiques, lorsque le contrôle de qualité de ces données sera opérationnel.

Dans le cadre des échanges de données pluviométriques prévues dans le projet tripartite " Radar de Maubeuge " passé entre Météo-France, l'IRM et le MET/DGVH, l'IRM a commencé à recevoir quotidiennement à partir du mois de juillet les données horaires des pluviomètres de Météo-France situés à proximité de la frontière franco-belge. En interne à l'IRM, ces données peuvent être utiles pour les prévisionnistes, le Service de renseignements climatologiques et pour l'étalonnage des radars.

2.3.1.2 Télédétection

L'étude de localisation d'un radar météorologique en Flandre Occidentale, pour le compte de l'AWZ, a été menée à bien. La localisation qui avait été retenue à l'origine (Zedelgem) a perdu de son intérêt vu la construction d'une éolienne à quelques kilomètres de là. Une autre localisation a été finalement choisie, en collaboration avec la Régie des Bâtiments, à Jabbeke. Les premiers contacts ont été pris pour l'obtention des permis nécessaires.

Le nouveau radar météorologique installé en 2003 à Zaventem ouvre de nouvelles perspectives pour la détection des précipitations en temps réel sur tout le territoire belge. La priorité a été accordée à l'écriture des programmes nécessaires pour la visualisation des produits de ce nouveau radar (tant les zones de précipitations que les images Doppler).

Eind 2002 bleek dat er technische problemen aan boord van MSG -1 waren. Dit had tot gevolg dat gedetailleerde gegevens van MSG -1 niet rechtstreeks naar de gebruikers konden doorgestuurd worden. Daarom werd binnen EUMETSAT besloten om die gegevens te verspreiden via een commerciële dienst voor digitale uitzendingen via satelliet. De ontvangstinstallatie van het KMI werd aangepast aan deze nieuwe situatie en de beelden van MSG -1 in testfase werden regelmatig ontvangen en behandeld.

De eerste ontvangst van MSG SEVIRI beelden op het KMI gebeurde op 28 juli 2003; sinds 15 november 2003 ontvangen we de beelden min of meer continu. Daardoor was het mogelijk om het grondsegment voor de behandeling van GERB beelden te testen en te valideren via reële informatie. De gezamenlijke verwerking van GERB en SEVIRI gegevens voor het afleiden van energiestromen aan de top van de atmosfeer gebeurt routinematig sinds 19 Dec. 2003. De gegevens zijn beschikbaar in quasi-reële tijd via de webpagina <http://gerb.oma.be>.

2.3.1.3 Omgevingsmagnetisme

De metingen van de remanente magnetisatie van gesteenten, die ons informatie verschaft over de eigenschappen van het magneetveld in het verleden, zullen verbeterd worden door een opwaardering van de cryogene magnetometer, geïnstalleerd in het Geofysisch Centrum van het KMI te Dourbes in het kader van een Lotto-project. In een eerste fase is een toestel dat de meting van hysteresisparameters van gesteenten toelaat, opgesteld en in gebruik genomen (Figuur 2.9). Met deze nieuwe techniek worden zowel de geïnduceerde (in de aanwezigheid van een magneetveld) als de remanente magnetisatie (na uitschakeling van het magneetveld) van een poederstaal afzonderlijk gemeten in functie van toenemende magneetvelden en worden aldus de magnetische hysteresisparameters op snelle wijze verkregen. Met deze hysteresisparameters kan men de magnetische toestand van de mineralen bepalen en dus de betrouwbaarheid van paleo- en archeomagnetische resultaten aanzienlijk verhogen.

Fin 2002, on constatait qu'il y avait des problèmes techniques à bord de MSG -1. Ces problèmes avaient pour conséquence qu'il n'était pas possible d'envoyer directement les données détaillées de MSG -1 aux utilisateurs. EUMETSAT a donc décidé de diffuser les données via un service commercial pour des émissions digitales via satellite. La station de réception de l'IRM a été adaptée à cette nouvelle situation et les images de MSG -1 en phase de test ont été reçues régulièrement et ont pu être traitées correctement.

La toute première réception des images de MSG SEVIRI à l'IRM a eu lieu le 28 juillet 2003. Depuis le 15 novembre 2003, nous recevons les images plus ou moins en continu. Cela nous a permis de tester et de valider le segment sol pour le traitement des images, sur base d'images réelles. Le traitement complet des données GERB et SEVIRI en vue de déduire les flux d'énergie au sommet de l'atmosphère s'effectue de façon routinière depuis le 19 décembre 2003. Les données sont disponibles en temps quasi-réel via la page web <http://gerb.oma.be>.

2.3.1.3 Magnétisme environnemental

Les mesures de l'aimantation rémanente des roches qui nous renseignent sur les propriétés du champ géomagnétique dans le passé seront améliorées par une révision du magnétomètre cryogénique, installé au Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes, dans le cadre d'un projet Lotto. Dans une première phase, un équipement permettant la mesure des paramètres d'hystérésis d'échantillons de roches a été installé et mis en service (Figure 2.9). Cette nouvelle technique mesure séparément l'aimantation induite (en présence d'un champ magnétique) et l'aimantation rémanente (après suppression du champ magnétique) d'un échantillon de poudre dans des champs magnétiques croissants et fournit rapidement les paramètres d'hystérésis magnétiques. Ces paramètres permettent de déterminer l'état magnétique des minéraux et ainsi d'améliorer nettement la fiabilité des résultats paléo- et archéomagnétiques.



Figuur 2.9. Coercivity spectrometer, J-meter voor het bepalen van magnetische hysteresisparameters van gesteenten.

Figure 2.9. Spectromètre Coercivity, J-mètre pour déterminer les paramètres d'hystérésis magnétiques des roches

2.3.1.4 Geomagnetische waarnemingen

Magnetische Wereldwake

Voor een betrouwbare navigatie in de lucht en op zee, is het belangrijk het magnetisch kompas te kunnen gebruiken: het is nog altijd het meest betrouwbare systeem voor ruimtelijke oriëntatie dat gebruikt wordt op schepen en vliegtuigen. Om een precieze navigatie te bekomen is het noodzakelijk de magnetische declinatie te kennen over de hele aardbol. De Magnetische Wereldwake streeft ernaar deze kennis aanzienlijk te verbeteren, voornamelijk in die streken op aarde waar ze ontbreekt of waar de magnetische waarnemingen te wensen overlaten. Een kwaliteitsindicator van een magnetisch observatorium is het certificaat INTERMAGNET (International Real-time Magnetic Observatory Network). Deze verzekert een kwaliteit van de waarnemingen in termen van de meetruis, de nauwkeurigheid van standaarden en het ter beschikking stellen van gegevens binnen de 72 uur via Internet.

Het project CRENEGON (Creation of a Renewed Network of Basic Geomagnetic Observatories of NIS countries), een infrastructuur-actie gefinancierd door INTAS, was actief in 2003 en zal voortduren tot april 2004. De observatoria van de voormalige USSR in Irkutsk, Almaty, Novosibirsk en Ekaterinburg werden opgewaardeerd door een vernieuwing van hun apparatuur en van de informatica-software en hardware. Hiervoor werden twee bezoeken volbracht aan Ekaterinburg en Irkutsk waarbij de klemtoon lag op inspectie, coördinatie, ijking en opleiding. Deze bezoeken leveren nu hun eerste resultaten op: de transmissie in quasi reële tijd van de

2.3.1.4 Observations géomagnétiques

Veille Magnétique Mondiale

Pour une navigation sûre dans les airs et sur mer, il est important de pouvoir utiliser le compas magnétique : c'est encore le système d'orientation spatiale le plus fiable en service sur les bateaux et les avions. Pour atteindre une navigation précise, il est nécessaire de connaître la déclinaison magnétique sur l'entièreté du globe terrestre. La Veille Magnétique Mondiale vise à améliorer substantiellement cette connaissance, surtout dans les régions du globe où elle fait défaut et les pays où les observations magnétiques laissent à désirer. Un indicateur de qualité d'un observatoire magnétique est la certification INTERMAGNET (*International Real-time Magnetic Observatory Network*). Celle-ci garantit une qualité de l'observation en termes de bruit de mesure et de précision des standards et la mise à disposition des données endéans les 72 heures via internet.

Le projet CRENEGON (*Creation of a Renewed Network of Basic Geomagnetic Observatories of NIS countries*), une action d'infrastructure financée par INTAS, était actif en 2003 et continuera jusqu'en avril 2004. Les observatoires de l'ex URSS à Irkutsk, Almaty, Novosibirsk et Ekaterinburg ont été complètement remis à niveau, par un renouvellement de l'instrumentation et du hardware et software informatique. Pour cela deux visites d'inspection, de coordination, de calibration et de formation ont été réalisées à Ekaterinburg et Irkutsk. Ces travaux ont eu les premiers résultats : les transmissions en temps quasi réel des données de Irkutsk, Almaty et Novosibirsk vers INTERMAGNET étaient une réalité fin 2003.

gegevens van Irkutsk, Almaty en Novosibirsk naar INTERMAGNET wordt uitgevoerd sinds eind 2003.

In Latijns-Amerika en Azië zijn er uitgestrekte gebieden waar recente en betrouwbare geomagnetische informatie ontbreekt. Dank zij de bezoeken aan het Geofysisch Centrum van het KMI te Dourbes door wetenschappers van de observatoria van Huancayo (Peru) en Teoloyucan (Mexico), hebben deze twee observatoria hun certificaat ontvangen voor hun deelname aan INTERMAGNET. Het observatorium van Tuntungan (Sumatra) werd uitgerust met een declinatie-inclinatie theodoliet en is op goede weg naar modernisering.

Een project "On Establishing a Magnetic Observatory on the Territory of the Republic of Macedonia" werd gestart om aan de vraag van de Voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië tegemoet te komen voor de bouw van een magnetisch observatorium. De keuze voor een site voor het Observatorium viel op de berg Plaskovitsa. De apparatuur werd bijeengebracht en het station is zo goed als volledig. De sensoren worden gedeeltelijk ter plaatse vervaardigd. Een magnetische opmeting van het land werd eveneens gerealiseerd: 15 repetitiestations werden opgericht en het geomagnetisch veld er gemeten.

Het project "Geomagnetic measurements and quality standards" heeft een financiering ontvangen via TEMPUS, een programma van de EU dat Opleiding- en Cultuurprojecten steunt. In het bijzonder verzorgt dit programma de opleiding van waarnemers en de verwerving van bijkomende uitrusting.

2.3.1.5 Ionosferische profielen

De ruimtemeteorologie (Space Weather) is een nieuwe discipline die gecreëerd werd in het begin van de jaren negentig om de invloed van fysische processen, afkomstig van de zon, op de menselijke activiteiten op aarde of in de ruimte beter te begrijpen en de effecten ervan te voorspellen.

Het KMI heeft deelgenomen aan het pilootproject "SIDC Pilot Project for Space Weather Applications", gelanceerd door de ESA (European Space Agency). Dit project is gericht op een dienst voor gebruikers en impliceert een samenwerking tussen de drie instituten van de Pool Ruimte (KMI, KSB-Koninklijke Sterrenwacht van België en BIRA-Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie). Meer specifiek houdt de bijdrage van het KMI en van de KSB in dat er een platform wordt ontwikkeld, dat streeft naar:

- de uitwerking van een informatiesysteem, in reële tijd voor de GPS-gebruiker (Global Positioning System), aangaande de fout in de positionering te wijten aan ionosferische storingen;

En Amérique latine et en Asie, de grandes étendues sont dépourvues d'information géomagnétique récente et fiable. Grâce à des visites de travail au Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes des scientifiques des observatoires de Huancayo (Peru) et de Teoloyucan (Mexico), ces deux observatoires ont obtenu leur certification pour la participation à INTERMAGNET. L'observatoire de Tuntungan (Sumatra) a été équipé d'un théodolite de déclinaison et d'inclinaison et est en bonne voie de modernisation.

Un projet " On establishing a Magnetic Observatory on the Territory of the Republic of Macedonia " a été mis sur pied pour répondre à une demande d'aide de l'Ancienne République Yougoslave de Macédoine pour s'équiper d'un observatoire magnétique. La sélection du site de l'observatoire a déjà été opérée : le Mont Plaskovitsa. L'instrumentation a été assemblée et est en bonne voie de finition. Les capteurs sont partiellement réalisés sur place. Un levé magnétique du pays a également été réalisé: 15 stations de répétition ont été établies et le champ y a été mesuré.

Le projet " Geomagnetic measurements and quality standards " a reçu un financement via TEMPUS, un programme de l'UE qui supporte des projets d'Education et de Culture. Il permet notamment la formation des observateurs et l'acquisition d'équipements supplémentaires.

2.3.1.5 Profils ionosphériques

La météorologie de l'espace (Space Weather) est une nouvelle discipline qui a été créée au début des années 90 pour mieux comprendre l'impact des processus physiques émanant du soleil sur les activités humaines sur terre ou dans l'espace et d'en prédire les effets.

L'IRM a participé au projet pilote " *SIDC Pilot Project for Space Weather applications* " qui a été lancé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Ce projet est orienté vers un service aux utilisateurs et implique la collaboration des trois institutions IRM, ORB (Observatoire Royal de Belgique), et IAS (Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique) du Groupement Espace. Plus particulièrement, la contribution de l'IRM et de l'ORB consiste à développer une plate-forme visant :

- à élaborer un système d'information, en temps réel, de l'utilisateur du GPS (Global Positioning System) au sujet de l'erreur de positionnement due aux perturbations ionosphériques ;

- het opstellen van voorspellingen van de fout in de positionering voor de komende 24 uur.

Sinds het begin van dit project op 1 april 2003 zijn de volgende taken met succes verwezenlijkt:

- berekening in quasi reële tijd van de elektronische inhoud van de ionosfeer (IEC) uitgaande van de metingen met de digisonde, geïnstalleerd te Dourbes voor de validatie van de totaal elektronische inhoud van de ionosfeer (TEC) verkregen door het systeem voor globale positionering (GPS);
- automatische transfer van de metingen van de digisonde vanuit Dourbes. Deze gegevens worden automatisch behandeld en elk uur overgedragen aan de KSB. Voor de kosmische straling wordt een nieuwe software gebruikt die leidt naar aparte registraties van de waarden per minuut en om de tien minuten;
- studie van de correlatie tussen de ionosferische variabiliteit en de geomagnetische activiteit voor de jaren 2000, 2001 en 2002. Deze studie toont aan dat wanneer de geomagnetische indices K (van Dourbes) en Kp (planetaire) hoger of gelijk zijn aan 7, de correlatie 100% is.

Het project met tot doel de realisatie en de exploitatie van een ontvangststation in het CPG voor de studie van het D gebied werd met succes beëindigd. De peilingen en de verwerving van numerieke gegevens gebeurt nu in reële tijd voor de samenstelling van een databank die de ontleding van het seizoensgebonden gedrag van deze laag zal toelaten.

Kennisbeheer

De uitwerkingen van merkwaardige ionosferische verschijnselen worden door een eenvoudige printscreen bewaard, nuttig voor de personeelsvorming in de toekomst.

Om de bewaring van de numerieke gegevens te verzekeren, worden de oude gegevensbestanden van de digisonde en van de kosmische straling op CD-ROM geplaatst. Deze gegevens zijn beschikbaar voor de digisonde vanaf 1994 en voor de kosmische straling voor de periode 2001 t.e.m. juni 2002.

2.3.2 Verhogen van de betrouwbaarheid

2.3.2.1 Meetnetten

Een voortdurende bekommernis bij de uitbouw van het netwerk van automatische weerstations is de kwaliteit van de metingen en de vergelijkbaarheid met manuele metingen. Dit laatste aspect is in het bijzonder belangrijk voor de homogeniteit van klimatologische tijdreeksen. Te

- à faire des prévisions de l'erreur de positionnement pour les 24 heures à venir.

Depuis le commencement de ce projet au 1er avril 2003, les tâches suivantes ont été accomplies avec succès:

- calcul en temps quasi-réel du contenu électronique de l'ionosphère (IEC) à partir des mesures de la digisonde installée à Dourbes pour la validation du contenu électronique total de l'ionosphère (TEC) obtenu par le système de positionnement global (GPS);
- transfert automatique des mesures de la digisonde à partir de Dourbes. Ces données sont automatiquement traitées et fournies chaque heure à l'ORB. Pour le rayonnement cosmique, un nouveau logiciel qui procède aux enregistrements séparément des valeurs minutes et de dix minutes est utilisé;
- étude de la corrélation entre la variabilité ionosphérique et l'activité géomagnétique pour les années 2000, 2001 et 2002. Cette étude montre que lorsque les indices géomagnétiques K (de Dourbes) et Kp (indice planétaire) sont supérieurs ou égaux à 7 alors la corrélation est de 100%.

Le projet visant la mise en oeuvre et l'exploitation d'une station de réception au CPG pour l'étude de la couche D a été terminé avec succès. Le système de sondage et l'acquisition des données numériques se fait maintenant en temps réel pour la constitution d'une base de données qui permettra l'analyse du comportement saisonnier de cette couche.

Gestion des connaissances

Dans le cadre de la gestion des connaissances, une méthode simple qui consiste à faire des impressions d'écran a été établie pour laisser des traces de dépouillements des phénomènes ionosphériques exceptionnels rencontrés, comme exemples pour la formation du personnel dans l'avenir.

Pour sauvegarder le patrimoine de données numériques, les données anciennes de la digisonde et des rayonnements cosmiques sont transférées sur CD-ROM. Ils sont disponibles maintenant pour la digisonde depuis 1994 et pour la période de 2001 jusqu'à juin 2002 pour les rayonnements cosmiques.

2.3.2 Augmenter la fiabilité

2.3.2.1 Les réseaux d'observation

Un souci permanent lors de la construction du réseau de stations météorologiques automatiques est la qualité des mesures et leur comparabilité avec les mesures manuelles. Ce dernier aspect est particulièrement important pour l'homogénéité des séries de mesures

Ukkel werden systematische verschillen vastgesteld tussen de maximale temperaturen die manueel en automatisch gemeten worden. Om uitsluitel te kunnen geven over de mogelijke invloed van het verschil in locatie van deze metingen werd begonnen met de bouw van een tweede automatisch station van beperkte omvang, vlakbij de plaats waar de manuele metingen gebeuren.

Het COMPAC-project (Vergelijking van de metingen van het automatisch station en van de klassieke klimatologische metingen te Ukkel), gelanceerd midden 2002, werd voortgezet tot eind 2003. Dit project vond zijn belangrijkste motivatie in het rationaliseren en vereenvoudigen van de klimatologische waarnemingen die sinds meer dan een eeuw uitgevoerd worden in Ukkel, door zo optimaal mogelijk de metingen te exploiteren van de automatische stations die sinds enkele jaren door het KMI ontwikkeld worden. Het is belangrijk dat de verandering in de procedure voor de metingen zo weinig mogelijk, of op een gekende manier, de lange reeksen klimatologische metingen beïnvloedt die beschikbaar zijn voor de site te Ukkel. Deze voorwaarde is essentieel om de heterogeniteiten in deze tijdreeksen tot een minimum te beperken, zodat de tijdreeksen kunnen gebruikt worden in het kader van studies betreffende klimaatsveranderingen.

De analyse van de vergelijkingen tussen de klassieke metingen (in het klimatologisch park) en automatische metingen (in het nabije synoptisch park) voor de periode november 2001 tot oktober 2003 leidt tot conclusies die afhankelijk zijn van de onderzochte parameter. Bij gebrek aan ruimte onderzoeken we hier enkel de verkregen resultaten voor de temperatuur op maandelijkse of jaarlijkse schaal.

Wat de minimumtemperatuur betreft zijn de maandelijkse verschillen bijna nihil en over de laatste twaalf maanden hebben ze ongeveer dezelfde nauwkeurigheid (0,1 °C) als de klassieke metingen uitgevoerd met behulp van een minimumthermometer. Daartegenover zijn de verschillen voor de maximumtemperatuur systematisch en significant (gemiddeld 0,4 °C voor de laatste twaalf maanden) vanuit klimatologisch standpunt. Tezelfdertijd toont de gemiddeld temperatuur een gemiddelde afwijking van ongeveer 0,2 °C voor dezelfde periode, wat eveneens significant is op lange termijn. Een seizoensgebonden effect is duidelijk waarneembaar: niet alleen in de gemiddelde verschillen voor de minimale en gemiddelde temperatuur, maar ook in de dagelijkse cyclus van deze verschillen.

2.3.2.2 IJklaboratorium

In 2003 hebben we in het kader van de accreditatie van het ijlaboratorium de procedures ontwikkeld die in detail de organisatorische processen van het laboratorium beschrijven. Ze worden op dit moment afgewerkt met documenten die opgesteld werden conform de

climatologiques. A Uccle, des différences systématiques ont été observées entre les températures maximales mesurées manuellement ou automatiquement. Pour exclure l'influence éventuelle due à la différence de localisation de ces mesures, on a entamé la construction d'une deuxième station automatique de faible envergure, tout près de l'endroit où sont effectuées les mesures manuelles.

Le projet COMPAC (Comparaison des mesures de la station automatique et des mesures climatologiques classiques à Uccle), lancé mi-2002, s'est poursuivi jusqu'à la fin 2003. Sa motivation principale réside dans le souhait de rationaliser et simplifier les observations climatologiques effectuées à Uccle depuis plus d'un siècle en exploitant au mieux les mesures des stations automatiques développées par l'IRM depuis quelques années. Cependant, il est important que le changement de procédure de mesures affecte le moins possible, ou d'une manière connue, les longues séries de mesures climatologiques disponibles pour le site de Uccle. Cette condition est essentielle pour garantir le minimum d'hétérogénéités dans ces séries et permettre leur utilisation dans le cadre de la détection des changements climatiques.

L'analyse des comparaisons entre les mesures classiques (dans le parc climatologique) et automatiques (dans le parc synoptique proche) sur la période novembre 2001 - octobre 2003 conduit à des conclusions qui dépendent du paramètre examiné. Faute de place, nous n'examinerons ici que les résultats obtenus pour la température aux échelles mensuelle ou annuelle.

Pour la température minimale, les différences mensuelles sont très faibles et, en moyenne sur les douze derniers mois, de l'ordre de la précision (0,1 °C) des mesures classiques effectuées à l'aide d'un thermomètre à minima. Par contre, les différences pour la température maximale sont systématiques et significatives (0,4 °C en moyenne sur les douze derniers mois) du point de vue climatologique. En parallèle, la température moyenne montre un écart moyen d'environ 0,2 °C sur la même période, ce qui est également significatif à long terme. Un effet saisonnier est clairement perceptible non seulement dans les différences moyennes pour les températures minimale et moyenne, mais également dans le cycle journalier de ces différences.

2.3.2.2 Laboratoire d'étalonnage

En 2003, dans le cadre de l'accréditation du laboratoire d'étalonnage, nous avons développé les procédures décrivant en détail les processus organisationnels du laboratoire. Elles sont actuellement finalisées par des documents réalisés en conformité avec les prescriptions

voorschriften van de procedure betreffende de opstelling van kwaliteitsdocumenten. Hoewel ze minder dringend waren, werden enkele specifieke procedures aangaande kwaliteitsbeheer ook aangepakt.

Het technisch aspect werd verder gezet via enkele laboratoriumproeven om de reproduceerbaarheid en de aflezingsfouten in te schatten.

In het laboratorium bestond het werk voornamelijk uit de opvolging van onze referenties door geaccrediteerde ijkingen, uit de regelmatige verificatie van drift, uit het onderhoud van de apparatuur en uit de realisatie van de gewone ijkingen van de temperatuur, relatieve vochtigheid en druk.

2.3.2.3 Ozonwaarnemingen

In mei 2003 werden de twee Brewer spectrofotometers van het KMI vergeleken met het mobiel standaardinstrument. Dit instrument wordt geijkt met de wereldstandaard, die bestaat uit drie Brewer spectrofotometers van het Meteorologische Dienst van Canada. Naast een grondige controle van de goede werking van de instrumenten werden nieuwe ijkconstanten vastgelegd voor de bepaling van ozon. Met deze nieuwe constanten is de overeenkomst tussen beide Brewer spectrofotometers, zoals te zien is op Figuur 2.10, gemiddeld kleiner dan 2% en dus binnen de nauwkeurigheid opgegeven door de fabrikant.

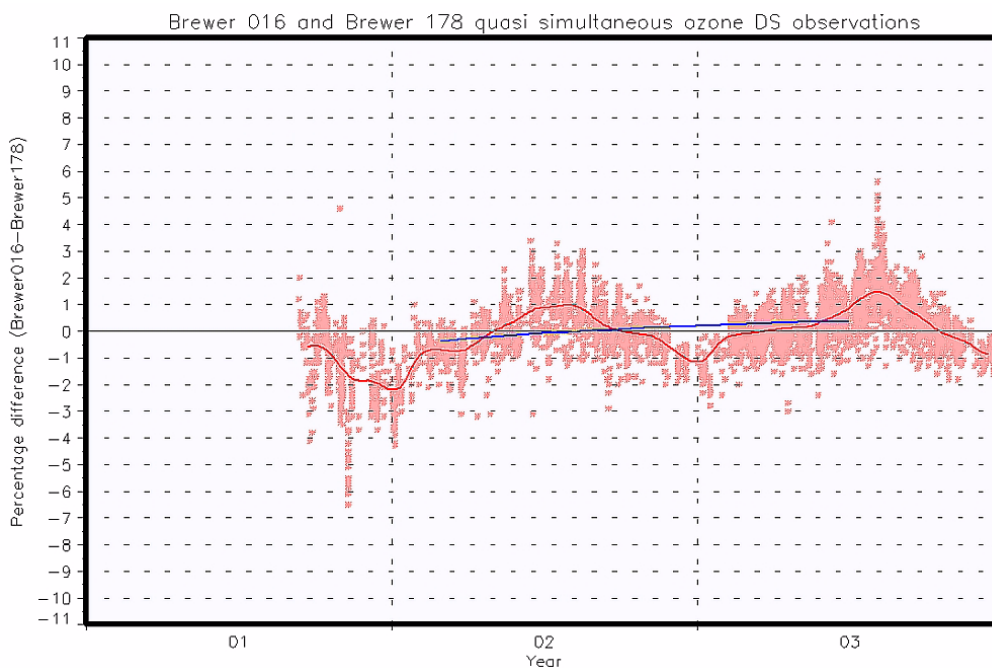
de la procédure d'élaboration des documents qualité. Bien que moins urgentes, certaines procédures spécifiques de maîtrise de la qualité ont été également entamées.

L'aspect technique a été poursuivi par quelques essais en laboratoire, en vue d'estimer des erreurs de répétabilité et de lecture.

Au laboratoire, le travail a consisté notamment au suivi de nos références par des étalonnages accrédités, à effectuer régulièrement des vérifications des dérives, à entretenir les équipements, ainsi qu'à réaliser les étalonnages habituels en température, humidité relative et pression.

2.3.2.3 Observations d'ozone

En mai 2003, les deux spectrophotomètres Brewer de l'IRM ont été comparés avec l'instrument standard itinérant. Cet instrument est étalonné selon le standard mondial qui consiste en trois spectrophotomètres Brewer de l'Institut Météorologique du Canada. Outre un contrôle en profondeur du bon fonctionnement des instruments, de nouvelles constantes d'étalonnage ont été enregistrées pour la mesure de l'ozone. Grâce à ces nouvelles constantes, l'analogie entre les deux spectrophotomètres Brewer, telle qu'on peut l'observer à la Figure 2.10, est en moyenne inférieure à 2% et répond donc à la précision attendue, imposée par le fabriquant.



Figuur 2.10. Procentuele verschillen tussen individuele directe zonwaarnemingen met Brewer spectrofotometers 016 en 178 te Ukkel. De rode lijn geeft is een glijdend maandgemiddelde, de blauwe een glijdend jaargemiddelde.

Figure 2.10. Différences exprimées en pourcentage entre les observations directes du soleil individuelles réalisées à l'aide des spectrofotomètres 016 et 178 à Uccle. La ligne rouge représente la moyenne mensuelle mobile et la ligne bleue la moyenne annuelle.

Na de herberekening van de Brewer ozongegevens werd ook geverifieerd of deze nog steeds coherent zijn met deze van de Dobson spectrofotometer.

De resultaten van de metingen van de dikte van de ozonlaag kunnen geraadpleegd worden op internet (http://www.meteo.be/nederlands/index.php?menu=Menu1_3_4).

2.3.2.4 Radiopeilingen

Om budgettaire redenen werden met ingang van 1 november 2003 de routine radiopeilingen van 00h en 12h UTC te Ukkel stopgezet. Onze contractuele verplichtingen in het kader van EUMETNET zullen verder nageleefd worden.

2.3.2.5 Teledetectie

De computer voor het bewerken van de radarproducten werd geüpgraded. Van alle data wordt een back-up bewaard op harde schijf en op tapes.

Er werd een waarschuwingssysteem via SMS ontwikkeld om te verwittigen als de radarproducten niet meer automatisch worden aangemaakt. Anderzijds werd ook een web-interface gerealiseerd voor de monitoring en besturing van de weerradar. Dit systeem werkt naar behoren en maakt de meeste tussenkomsten ter plaatse overbodig.

De kwaliteit van de radarbeelden werd verbeterd door het gebruik van een correctiemethode van permanente grondecho's en door het in werking stellen van de Doppler-filtering.

De validatie van neerslaggegevens werd voortgezet. De procedure is gebaseerd op de vergelijking tussen maandelijkse neerslaghoeveelheden geschat door de radar en de hoeveelheden waargenomen in de stations van het klimatologisch netwerk. Het KMI werd ook belast door de Dienst voor Hydrologische Studies van het Waals Gewest (MET/SETHY) om een procedure op te stellen voor de validatie en de aanpassing van de radargegevens op basis van de vergelijking met de dagelijkse en uurlijkse gegevens van hun automatisch netwerk van pluviometers.

De kwaliteitscontrole van de radargegevens vormt een bijdrage tot de COST 717-actie, getiteld "Use of radar observations in hydrological and numerical weather prediction models". Daarnaast werd in samenwerking met het KNMI (Nederland) een studie uitgevoerd, met als doel de kwaliteit van de driedimensionale reflectiviteitsmetingen en van bepaalde afgeleide producten te evalueren. De eerste resultaten tonen dat de radar goed de onweercellen kan lokaliseren en hun verticale omvang correct kan inschatten. Figuur 2.11

Après avoir recalculé les données d'ozone du spectrophotomètre Brewer, on a également vérifié si elles étaient toujours cohérentes avec celles du spectrophotomètre Dobson.

Les résultats des mesures de l'épaisseur de la couche d'ozone peuvent être consultés à l'Internet (http://www.meteo.be/français/index.php?menu=Menu1_3_4).

2.3.2.4 Radiosondages

Pour des raisons budgétaires, les radiosondages de routine à Uccle de 00h et 12h ont dû être arrêtés à partir du 1er novembre 2003. Nos obligations contractuelles dans le cadre d'EUMETNET continueront à être respectées.

2.3.2.5 Télédétection

L'ordinateur pour le traitement des produits du radar a été mis à jour. Un back-up de toutes les données a été réalisé sur disque dur et sur bandes magnétiques.

Un système d'avertissement via SMS a été développé afin d'avertir si les produits du radar n'étaient plus réalisés automatiquement. D'autre part, une interface web a également été réalisée pour la surveillance et la commande à distance du radar météorologique. Ce système fonctionne à merveille et rend la plupart des interventions sur place inutiles.

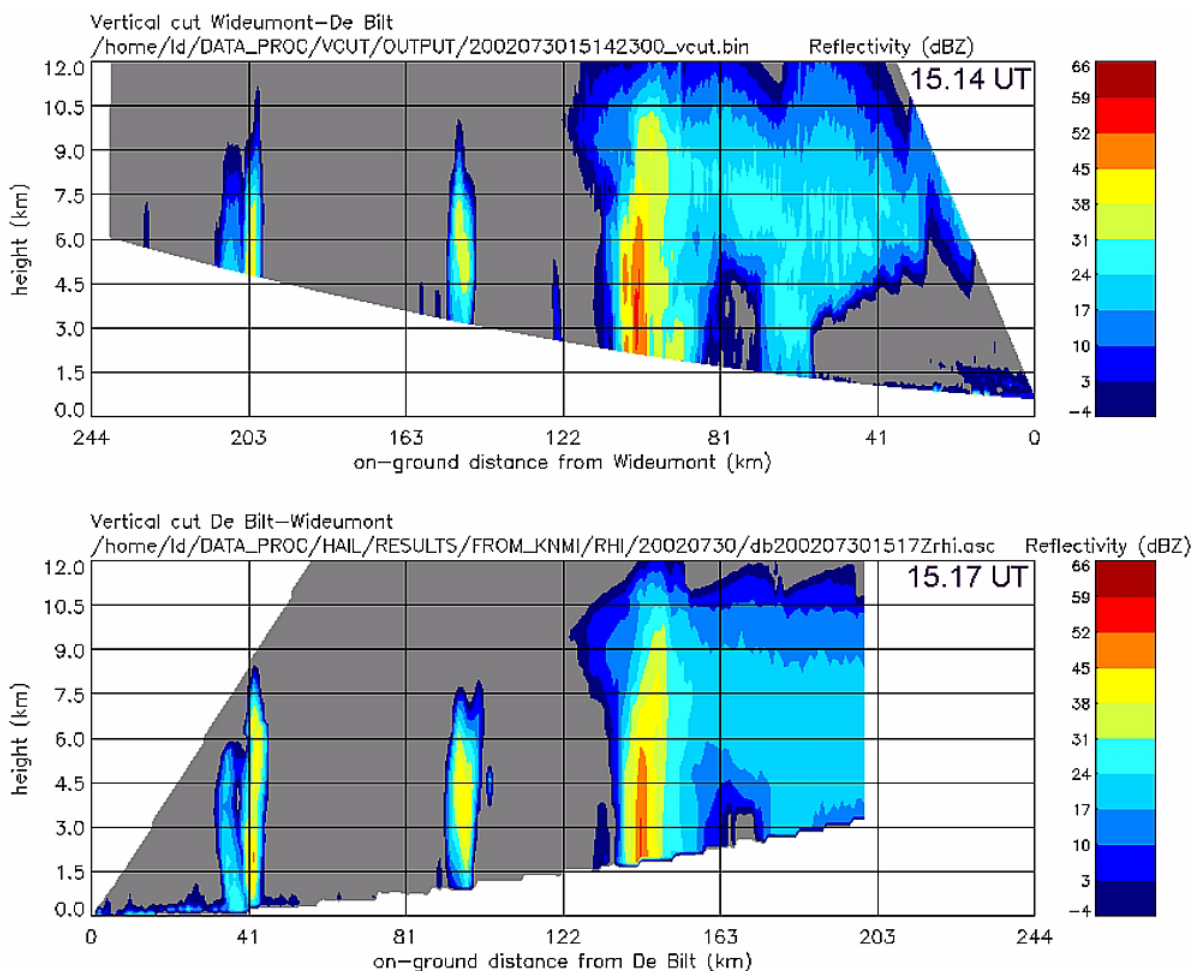
La qualité des images radar a été améliorée par l'utilisation d'une méthode de correction des échos du sol permanents et par la mise en œuvre d'un filtrage Doppler.

La validation des données de précipitations a été poursuivie. La procédure est basée sur la comparaison des cumuls mensuels estimés par le radar et les cumuls observés aux stations du réseau climatologique. L'IRM a également été chargé par le Service d'Études Hydrologiques de la Région Wallonne (MET/SETHY) de mettre en place une procédure de validation et d'ajustement des données radar sur base de la comparaison avec les données quotidiennes et horaires de leur réseau automatique de pluviomètres.

Le contrôle de qualité des données radar constitue une contribution à l'Action COST 717 intitulée "Use of radar observations in hydrological and numerical weather prediction models". D'autre part, une étude visant à évaluer la qualité des données volumiques de réflectivité et de certains produits dérivés a été menée en collaboration avec le KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut - Pays-Bas). Les premiers résultats montrent la capacité du radar à bien localiser les cellules orageuses et à estimer correctement leur extension verticale. La Figure 2.11 représente une coupe verticale de l'atmosphère s'étendant de De Bilt à

geeft een verticale doorsnede weer van de atmosfeer die zich uitstrekt van De Bilt tot Wideumont, genomen uit de driedimensionale gegevens van de radar van Wideumont. Tussen de twee radars zijn drie onweerscellen aanwezig. De vergelijking met dezelfde verticale doorsnede, afgeleid uit de gegevens van de radar van De Bilt, laat een zeer goede overeenkomst zien.

Wideumont, extraite des données volumiques du radar de Wideumont. Trois cellules orageuses sont présentes entre les deux radars. La comparaison avec la même coupe verticale extraite des données du radar de Bilt montre un très bon accord.



Figuur 2.11. Verticale doorsnede van de atmosfeer die zich uitstrekt van Wideumont in België tot De Bilt in Nederland, vastgesteld door de radar te Wideumont (boven) en deze van De Bilt (onder). De afstand tussen de twee radars bedraagt 244 km. Het betreft hier de situatie van 30 juli 2003 omstreeks 15h15 UTC. Tussen de twee radars worden 3 onweerscellen waargenomen.

Figure 2.11. Coupe verticale de l'atmosphère s'étendant de Wideumont en Belgique à De Bilt aux Pays-Bas, vue par les radars de Wideumont (en haut) et de De Bilt (en bas). La distance entre les 2 radars est de 244km. Il s'agit de la situation du 30 juillet 2003 vers 15h15 UTC (Coordinated Universal Time). Trois cellules orageuses sont observées entre les deux radars.

2.3.2.6 Omgevingsmagnetisme

De studie van de klimaatsveranderingen in het verleden op basis van klimatologische indicatoren in sedimenten vereist een tijdschaal. Voor lange periodes wordt deze bekomen door de geomagnetische veldomkeringen, geregistreerd in de sedimenten, te vergelijken met de gekende tijdschaal van de veranderingen in de veldpolariteit.

In 1991 vestigde het KMI de aandacht op de incoherentie in de registratie van de laatste met zekerheid gekende magnetische veldomkering (de Matuyama/Brunhes inversie 790.000 jaren geleden) in sedimenten. Deze

2.3.2.6 Magnétisme environnemental

L'étude des changements du climat dans le passé sur base des indicateurs climatiques dans les sédiments nécessite une échelle de temps. Pour de longues périodes on obtient des marqueurs de temps en comparant les inversions du champ géomagnétique enregistrées dans les sédiments avec l'échelle connue de temps des changements de la polarité du champ.

En 1991, l'IRM attirait l'attention sur l'incohérence de l'enregistrement de la dernière inversion du champ magnétique connue avec certitude (l'inversion Matuyama/Brunhes il y a 790.000 ans) dans les sédiments. Cette

omkering werd geregistreerd tijdens een glaciële periode in continentale windafzettingen, terwijl ze zich situeert in een interglaciële periode in diepzee sedimenten. Dit stelt de betrouwbaarheid van windafzettingen voor de studie van de fijnstructuur van het paleomagnetische veld en in het bijzonder van het overgangsveld tijdens een inversie in vraag. Deze hypothese werd getoetst door een detailstudie in het kader van een onderzoeksproject van POD Wetenschapsbeleid: "Betrouwbaarheid en palaeoklimatologische betekenis van palaeomagnetische en gesteentemagnetische registraties in continentale afzettingen" van twee parallelle profielen van het Chinese Loess Plateau, waarin de Matuyama/Brunhes (M/B) overgang geregistreerd werd. Dit onderzoek bevestigde dat de M/B grens opgetekend werd in een eenheid die overeenstemt met een koude periode, en dat het overgangsveld schijnbaar gekenmerkt wordt door talrijke inversies maar dat tevens intermediaire paleomagnetische poolposities optreden.

Talrijke bouwwerken doen gebakken materialen die het oude geomagnetisch veld geregistreerd hebben, voorgoed verdwijnen. Om dit verlies aan informatie tegen te gaan, is een Europees netwerk opgericht: AARCH (Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage) dat 12 laboratoria uit 9 landen, waaronder België, groepeerd. In dit kader wordt de nauwkeurigheid van archeomagnetische dateringen van gebakken materialen op basis van de huidige kennis van de seculaire verandering (SV) van de richting van het paleomagnetische veld onderzocht en standaard SV-curven voor België opgesteld. Hoewel de meetfout van de remanente magnetisatie van gebakken materialen meestal verwaarloosbaar is en zelfs indien men aanneemt dat de standaardcurven foutloos zijn, toch kunnen systematische fouten optreden. Een afwijking tussen de remanente magnetisatie en de geomagnetische veldrichting kan veroorzaakt worden door anisotropie (of de richtingsafhankelijkheid) van de magnetisatie of door de breking (refractie) van het magneetveld. Belangrijke systematische afwijkingen vastgesteld tijdens een archeomagnetisch onderzoek in de wanden van Middeleeuwse ovens opgegraven in Bouvignes-sur-Meuse konden niet verklaard worden door anisotropie of breking. De afwijkingen moeten eerder toegeschreven worden aan de afkoelingsgeschiedenis, namelijk aan magnetische wisselwerking van de magnetisatie van de niet volledig afgekoelde gedeeltes van de oven met het gestoorde veld opgewekt door reeds afgekoelde gedeeltes. De ontdekking van twee andere ovens in dezelfde site in 2003, gevolgd door een stalenopname door de afdeling, zal toelaten dit te bevestigen.

2.3.2.7 Magnetische waarnemingen te Dourbes en Manhay

Het magnetisch observatorium van Dourbes is in 2003 officieel lid geworden van INTERMAGNET, met

inversion a été enregistrée pendant une période glaciaire dans des dépôts éoliens continentaux, tandis qu'elle se situe dans une période interglaciaire dans les sédiments des mers profondes. Cela met en doute la fiabilité des dépôts éoliens pour l'étude de la structure fine du champ magnétique et en particulier du champ de transition pendant une inversion. Cette hypothèse a été testée par une étude détaillée dans le cadre d'un projet de recherche SPP: "La fidélité et la signification palaeoclimatique des enregistrements palaeomagnétiques et magnétiques de roches dans les dépôts continentaux" de deux profils parallèles dans le Plateau de Loess en Chine, où la transition Matuyama/Brunhes (M/B) a été enregistrée. Cette recherche confirme que la limite M/B se trouve dans une unité correspondant à une période froide, et que le champ de transition se caractérise apparemment par de multiples inversions mais aussi par la présence de positions intermédiaires des pôles palaeomagnétiques.

De nombreux chantiers de construction font disparaître irrémédiablement des terres cuites qui ont enregistré le champ ancien. Pour éviter cette perte d'information un réseau européen de formation AARCH (Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage) a été créé, regroupant 12 laboratoires de 9 pays européens dont la Belgique.

Dans ce cadre on examine l'exactitude de la datation archéomagnétique de matériaux cuits à partir de la connaissance actuelle de la variation séculaire (VS) de la direction du champ paléomagnétique et on a établi des courbes standard VS pour la Belgique. Bien que les erreurs de mesure de l'aimantation rémanente des matériaux cuits soient généralement négligeables et même en admettant que les courbes standards soient correctes, des erreurs systématiques peuvent apparaître. Une déviation entre l'aimantation rémanente (enregistreur) et la direction du champ géomagnétique peut être causée par l'anisotropie de la rémanence (dépendant de la direction) ou encore par la réfraction du champ magnétique. Les déviations systématiques importantes mises en évidence dans l'étude des parois de fours du Moyen Âge fouillés à Bouvignes-sur-Meuse ne peuvent être expliquées ni par l'anisotropie ni par la réfraction. Elles doivent plutôt être attribuées à l'histoire du refroidissement: c'est-à-dire à des interactions magnétiques entre l'aimantation des parties du four non encore refroidies et le champ perturbé par les parties déjà refroidies. La découverte de deux autres fours dans le même site en 2003, suivie d'un échantillonnage, permettra de vérifier cette hypothèse.

2.3.2.7 Observations magnétiques à Dourbes et Manhay

L'observatoire magnétique de Dourbes est officiellement devenu membre d'INTERMAGNET en 2003, avec effet

terugwerkend effect. Hierdoor zullen de gegevens vanaf 2002 van Dourbes op de CD-Rom van INTERMAGNET verschijnen. Deze CD bevat de definitieve gegevens voor elke minuut van het jaar, van ongeveer 100 observatoria die lid zijn; het vormt aldus een zeer belangrijk hulpmiddel voor de onderzoekers die het geomagnetisch veld bestuderen. De INTERMAGNET kwalificatie, resultaat van het op niveau brengen van de apparatuur en de rekentechnieken, bevestigt de waarde van het observatorium van Dourbes.

Project

Het internationaal project MIGRAN (*Magnetic Induction in the Geomagnetic Range*) in samenwerking met het Russische Instituut voor Metrologie, (VNIIM) heeft tot doel magnetische observatoria aan te stellen voor de bewaring van de magnetische inductiestandaard in het gamma van 20 tot 200 microTeslas.

2.3.3 Onderzoek naar nieuwe waarnemingstechnieken

2.3.3.1 Hageldetectie

Een operationeel product voor de detectie van hagel in reële tijd werd ontwikkeld en ter beschikking gesteld van de voorspellers in het weerbureau. Dit product wordt om de 15 minuten gegenereerd vanuit de driedimensionale gegevens, verzameld door de meteorologische radar van Wideumont. Het algoritme voor de inschatting van de waarschijnlijkheid van hagel is gebaseerd op de analyse van verticale profielen van radarreflectiviteit. Figuur 2.12 geeft de waarschijnlijkheid weer van hagel op 8 juni 2003 om 12 uur plaatselijke tijd. De radar toont een kern, met grote waarschijnlijkheid van hagel, in het noorden van de provincie Limburg. Er werd inderdaad hagel waargenomen op deze plaats, zoals te zien is op de foto genomen te Oostham (Figuur 2.13).

rétroactif. A ce titre, les données de Dourbes apparaîtront sur le CD-ROM d'INTERMAGNET à partir de 2002. Ce CD contient les données définitives pour chaque minute de l'année d'environ 100 observatoires membres et constitue un outil très important pour les chercheurs qui étudient le champ géomagnétique. La qualification INTERMAGNET, résultat d'une mise à niveau de l'instrumentation et des techniques de calcul, confirme la valeur de l'observatoire de Dourbes.

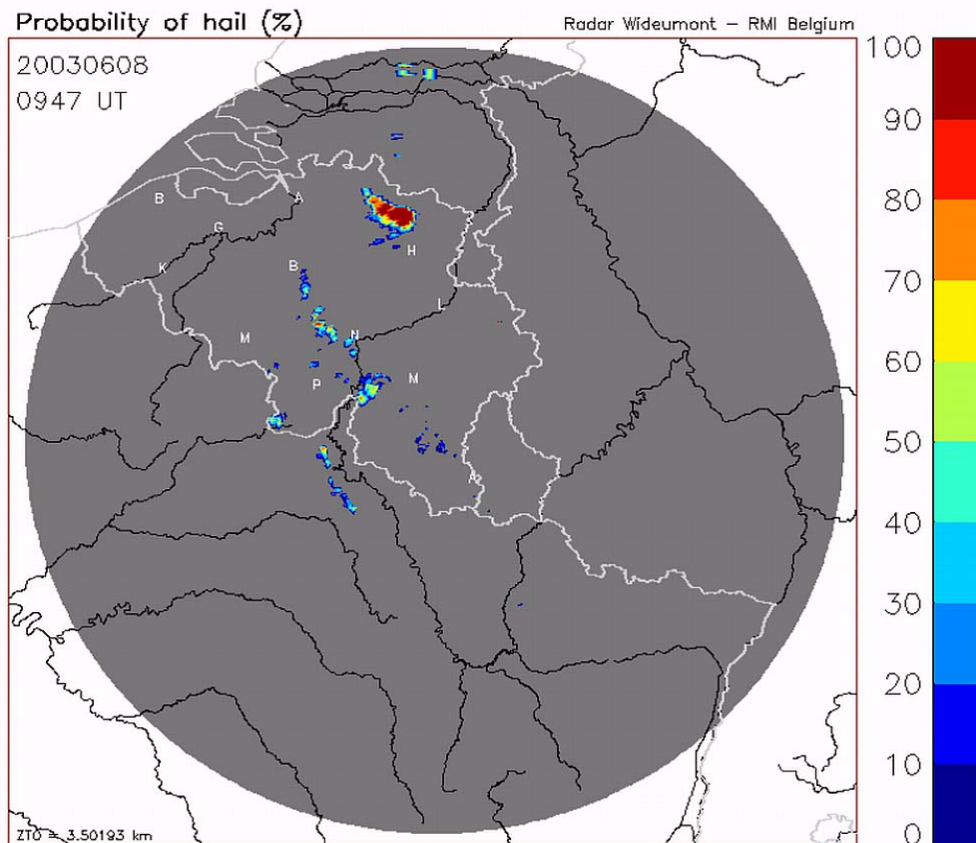
Projet

Le projet international MIGRAN (*Magnetic Induction in the Geomagnetic Range*) en collaboration avec l'Institut Russe de Métrologie (VNIIM) vise à rendre les observatoires magnétiques les dépositaires des étalons d'induction magnétique dans la gamme de 20 à 200 microTeslas.

2.3.3 A la recherche de nouvelles techniques d'observation

2.3.3.1 Détection de la grêle

Un produit opérationnel de détection en temps réel de la grêle a été développé et mis à la disposition des prévisionnistes au bureau du temps. Ce produit est généré toutes les 15 minutes à partir des données volumiques récoltées par le radar météorologique de Wideumont. L'algorithme d'estimation de la probabilité de grêle est basée sur l'analyse des profils verticaux de réflectivité radar. La Figure 2.12 représente la probabilité de grêle estimée pour le 8 juin 2003 à 12h temps local. Le radar indique un noyau de forte probabilité de grêle dans le nord de la province du Limbourg. De la grêle a effectivement été observée à cet endroit comme l'illustre une photo prise à Oostham (Figure 2.13).



Figuur 2.12. Geschatte waarschijnlijkheid van hagel voor 8 juni 2003 om 12 uur (Belgische tijd), uitgaande van de reflectiviteitsgegevens van de meteorologische radar te Wideumont.

Figure 2.12. Probabilité de grêle pour le 8 juin 2003 à 12h (heure belge) estimée à partir des données de réflectivité du radar météorologique de Wideumont.



Figuur 2.13. Hagelbollen geobserveerd op 8 juni 2003 omstreeks 12 uur te Oostham in de provincie Limburg. De grootste bollen hebben een diameter van 4 cm. Foto genomen door de heer Van Caneghem van Oostham.

Figure 2.13. Grêlons observés le 8 juin 2003 vers 12h à Oostham dans la province du Limbourg. Les plus gros grêlons atteignent un diamètre de 4 cm. Photo prise par Mr. Van Caneghem de Oostham.

2.3.3.2 Magnetisme

Het project AUTODIF (Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite) moet uitmonden in een automatisch apparaat dat absolute waarnemingen van het geomagnetisch veld zonder menselijke tussenkomst zal mogelijk maken. De financiering van dit project zal gedeeltelijk door de POD Wetenschapsbeleid verzekerd worden. Er zijn vorderingen gemaakt in de realisatie van een niet-magnetische optische rotatie-encoder en de integratie daarvan met een piezoelektrische motor op de verticale as van het prototype van de inklinatie-deklinatie theodoliet. Een demo werd tijdens de INTERMAGNET-vergadering voorgesteld.

2.3.3.2 Magnétisme

Le projet AUTODIF (Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite) doit déboucher sur un appareil automatique qui permettra des observations absolues du champ géomagnétique sans intervention d'opérateurs humains. Le financement de ce projet sera assuré partiellement par le SPP Politique Scientifique. Des progrès ont été obtenus dans la réalisation des encodeurs de rotation optiques non magnétiques et l'intégration de ceux-ci avec un moteur piézoélectrique sur l'axe vertical du prototype. Une démo a été réalisée lors de la réunion INTERMAGNET.



Vergemakkelijken van de Toegang tot de Informatie

Faciliter l'Accès à l'Information

3.1 Informatieverwerking

Na de transfer van de Oracle databank naar de nieuwe server werd in 2003 verder gewerkt aan de omzetting van de oude toepassingen voor de weerkamer naar het nieuwe systeem. De voorspeller kan nu via dit systeem alle teksten invoeren, faxen en data via elektronische weg naar de verschillende klanten versturen en een groot aantal rapporten met waarnemingen bekijken.

Om niet enkel de weerkamer, maar alle afdelingen van het KMI aan te zetten om de Oracle databank te gebruiken, werd een meerdaagse cursus SQL georganiseerd. Hierbij lag de klemtoon voornamelijk op het gebruik van de databank in de praktijk. Door middel van eenvoudige oefeningen konden de deelnemers ervaring opdoen met deze programmeertaal.

Een groot aantal nieuwe klanten krijgen nu hun informatie via gegevens vanuit de databank. In de nabije toekomst is het de bedoeling om alle klanten te bedienen via dit systeem. Hierdoor worden alle datastromen veel overzichtelijker en dit zal ongetwijfeld ten goede komen aan de kwaliteit van de dienstverlening. Om de kwaliteit van de doorgestuurde gegevens te verhogen, werd begonnen met het ontwerp van een systeem dat zal instaan voor de kwaliteitscontrole van alle waarnemingen. Momenteel is een beperkt prototype van dit systeem reeds in gebruik, waarbij enkele eenvoudige tests op de binnenkomende synoptische gegevens uitgevoerd worden alvorens ze naar de klanten door te sturen.

3.2 Verkorten van de antwoordtijd voor het leveren van informatie

Het TELECLIM-project (dagelijkse verwerving van de gegevens van het klimatologisch netwerk per telefoon)

3.1 Traitement de l'information

Après avoir transféré la banque de données Oracle sur le nouveau serveur, on a poursuivi en 2003 le travail de conversion des anciennes applications pour le bureau du temps. Le prévisionniste peut maintenant introduire tous ses textes sur le nouveau système, envoyer ses fax aux différents clients par voie électronique et visualiser un grand nombre de rapports d'observations.

Pour encourager toutes les sections de l'IRM, et pas seulement le bureau du temps, à utiliser la banque de données Oracle, un cours SQL de plusieurs jours a été organisé. Via des exercices simples, les participants ont pu se familiariser avec ce langage.

Dès à présent, un grand nombre de nouveaux clients reçoivent leur information via la banque de données. Dans un avenir proche, tous les clients seront servis par ce système. Le flux de données est désormais bien plus facile à gérer ce qui ne peut qu'accroître la qualité de nos services. Pour améliorer la qualité des données envoyées, on a entamé l'ébauche d'un système pour le contrôle de qualité de toutes les observations. Un prototype limité de ce système est déjà actif. Il effectue quelques tests simples sur les données synoptiques entrantes avant qu'elles ne soient diffusées à nos clients.

3.2 Réduction du temps de réponse pour fournir l'information

Le projet TELECLIM (c'est à dire l'acquisition quotidienne par téléphone des données du réseau climatologique) a

heeft een aanzienlijke vooruitgang gemaakt (verbeteringen als resultaat van testen op telefonische scenario's en definitieve opname van scenario's in het Frans en in het Nederlands).

In het kader van dit project werd versie 2 van de software voor kwaliteitscontrole, voorzien voor de klimatologische gegevens, ontwikkeld. Hierbij werd gebruik gemaakt van de ervaring opgedaan bij het operationeel gebruik van versie 1 van de software met de dagelijkse gegevens van het Métagri-netwerk (50 stations die hun gegevens via de computer doorgeven).

3.3 Informatica-infrastructuur

Teneinde de dienstverlening aan de interne gebruikers te optimaliseren en de dienstverlening aan externe gebruikers te verbeteren werd in de loop van 2003 een upgrade van een aantal servers doorgevoerd en werden oudere systemen vervangen door meer efficiënte systemen. Deze activiteiten maken deel uit van een permanent project "beheer van de informatica-infrastructuur".

In de eerste plaats werd in het kader van het beheer van de gemeenschappelijke informatica-infrastructuur van de drie wetenschappelijke instellingen van de Pool Ruimte, de rekencapaciteit, de geheugencapaciteit en de opslagruimte van de rekenintensieve server en van de file server verdubbeld. Door deze upgrade kan o.a. de operationele versie van het numeriek weermodel Aladin met een hogere resolutie (zowel horizontaal als verticaal) uitgevoerd worden. Terzelfder tijd werd, dank zij een grotere bandbreedte van de telecomverbinding KMI - Météo France in het kader van de verhoging van de capaciteit van het RMDCN (Regional Meteorological Data Communication Network) in Europa, de transmissietijd van een aanzienlijk grotere hoeveelheid data binnen een aanvaardbare limiet gehouden.

Een aantal oudere systemen die gegevens en beelden verwerkten of die telecommunicatieopdrachten uitvoerden, werden eveneens vervangen door een nieuwe "high availability" cluster. Dit heeft geleid tot een verhoogde bedrijfszekerheid en een overzichtelijk en rationeel beheer. De snelle verwerking voor operationele doeleinden van bijkomende informatie afkomstig van internationale projecten (MSG, Climate SAF) wordt hierdoor in de toekomst eveneens verzekerd.

Bij bijzondere weersomstandigheden worden de webpagina's van het KMI dermate geraadpleegd dat aanzienlijke vertragingen in het beantwoorden optreden, zelfs met blokkering van de webserver als gevolg. Op dergelijke momenten stijgt het aantal dagelijks geraadpleegde pagina's boven de 400.000 met pieken boven de 500.000. Om de zichtbaarheid van het KMI te verhogen werd de capaciteit van de webserver

progressé de manière importante (améliorations à la suite de tests sur des scénarios téléphoniques et enregistrements définitifs des scénarios en français et néerlandais).

Dans le cadre de ce projet, la version 2 du logiciel de contrôle de qualité prévu pour les données climatologiques a été développée à la suite de l'expérience acquise grâce à l'utilisation opérationnelle de la version 1 du logiciel avec les données quotidiennes du réseau Métagri (50 stations transmettant leurs données par ordinateur).

3.3 Infrastructure informatique

Afin d'optimiser nos services aux utilisateurs internes, et d'améliorer nos services aux utilisateurs externes, plusieurs serveurs ont été mis à jour en 2003. Les systèmes plus anciens ont été remplacés par des systèmes plus performants. Ces activités font partie du processus "gestion de l'infrastructure informatique".

Dans le cadre de la gestion de l'infrastructure informatique commune des trois établissements scientifiques du Pôle Espace, on a procédé en premier lieu au doublement de la capacité de calcul, de mémoire et de stockage du super ordinateur et du serveur de fichiers. Cet upgrade permet entre autres de faire tourner la version opérationnelle du modèle numérique Aladin avec une plus grande résolution (tant horizontale que verticale). En outre, en augmentant la largeur de bande de la liaison télécoms entre l'IRM et Météo-France, dans le cadre de l'augmentation de la capacité du RMDCN (Regional Meteorological Data Communication Network) en Europe, la durée de transmission d'une assez grande quantité de données a pu être maintenue à une valeur acceptable.

Plusieurs anciens systèmes utilisés pour le traitement de données et images ou pour des tâches de télécommunications, ont également été remplacés par un nouveau cluster " high availability ". Ce qui a permis d'améliorer la fiabilité de fonctionnement et d'assurer une gestion claire et rationnelle. Le traitement rapide à des fins opérationnelles d'informations supplémentaires en provenance de différents projets internationaux (MSG, SAF-Climat) est ainsi aussi assuré à l'avenir.

En cas de circonstances météorologiques particulières, les pages web de l'IRM sont tellement consultées qu'on ne peut éviter des ralentissements considérables du temps de réponse, allant même jusqu'au blocage du serveur web. Ces jours-là, le nombre de pages consultées grimpe au-delà de 400.000 par jour avec des pics dépassant les 500.000 pages. Afin d'augmenter la visibilité de l'IRM, la capacité du serveur web a été doublée. La largeur de bande de la connexion Internet a également été augmentée.

verdubbeld. De bandbreedte van de internetverbinding werd eveneens vergroot.

3.4 Informatietechnologie

In een domein dat zo snel evolueert als dat van de informatietechnologie, meer bepaald wat documentbeheer en procedures betreft, moet de introductie van elk nieuw systeem deel uitmaken van een goed gedefinieerde strategie die gebaseerd is op de kennis van technologieën, op de ervaring van human resources en op de adequate hulpmiddelen. Het KMI is er in 2003 in geslaagd deze drie elementen te verenigen.

Door samen te werken met zijn partners van de Universiteit Libre Bruxelles (ULB) en de Vrije Universiteit Brussel (VUB), de universitaire faculteiten van de Notre-Dame de la Paix van Namen en andere wetenschappelijke instellingen via het Document management Integrated System for Scientific Organisations (DISSCO) project, heeft het KMI een zeer goede kennis verworven van de informatietechnologie. Het betrokken personeel heeft een doorgedreven ervaring opgedaan, in het bijzonder op het gebied van documentbeheer en elektronische archivering. Uit hun ervaring heeft niet alleen het KMI voordeel gehaald, maar ook andere Belgische wetenschappelijke instellingen. Zo heeft de ervaring op het gebied van de ontwikkeling van vrije software ons toegelaten om internationale projecten te identificeren die een aanzienlijk potentieel voor ontwikkeling in zich dragen, en om binnen deze projecten rechtstreeks of onrechtstreeks samen te werken. Daarna konden deze uitwisselingen gebruikt worden voor de ontwikkeling van het DISSCO-systeem.

3.4.1 Evolutie van het Intranet naar de webapplicaties-server

In 2003 begon de derde fase van het intranet ontwikkelingsplan. Vanuit zijn statische toestand is intranet dankzij het Php-hulpmiddel dynamisch geworden en in de loop van het jaar werd het klaargemaakt om naar een server voor webapplicaties te evolueren met behulp van een meer performante technologie: J2EE. De server voor webapplicaties is onontbeerlijk voor de integratie van nieuwe systemen die nieuwe functies aanbrengen.

3.4.2 Geïntegreerd systeem van informatiebeheer

Het KMI streeft naar een globale ontwikkelingsstrategie die rekening houdt met alle systemen, en die zowel content management, knowledge management, document management als workflow omvat. Het KMI ziet al deze systemen als elementen of subsystemen die deel uitmaken van een geïntegreerd systeem. Indien op korte termijn de ontwikkeling van bepaalde elementen voorrang

3.4 Technologie de l'information

Dans un domaine aussi évolutif que celui de la technologie de l'information et notamment en ce qui concerne la gestion des documents et des processus, l'introduction de tout nouveau système doit faire partie d'une stratégie bien définie basée sur la connaissance des technologies, sur l'expertise des ressources humaines et sur les outils adéquats. L'IRM a réussi le pari de réunir ces trois éléments en 2003.

En collaborant avec ses partenaires des universités ULB, VUB, des facultés universitaires de Notre-Dame de la Paix à Namur et d'autres institutions scientifiques à travers le projet Document management Integrated System for Scientific Organisations (DISSCO), l'IRM a acquis une très bonne connaissance des technologies de l'information. Ses ressources humaines ont développé une bonne expertise, en particulier dans les domaines de la gestion des documents et de l'archivage électronique. Leur expertise a profité non seulement à l'IRM en particulier, mais aussi aux autres institutions scientifiques belges en général. En guise d'exemple, au niveau du développement du logiciel libre, l'expertise nous a permis d'identifier des projets internationaux qui possèdent un bon potentiel de développement, d'y collaborer de façon directe ou indirecte, puis d'utiliser ces échanges pour développer le système DISSCO.

3.4.1 Évolution de l'Intranet vers le Serveur d'Applications Web

En 2003, l'intranet entre dans la troisième phase de son plan de développement. De l'état statique, il est devenu dynamique grâce à l'outil Php et, au cours de l'année, il s'est préparé à évoluer en serveur d'applications web avec l'aide d'une technologie plus performante: J2EE. Le serveur d'applications web est l'élément nécessaire pour l'intégration de nouveaux systèmes apportant de nouvelles fonctionnalités.

3.4.2 Système Intégré de Gestion d'Information

L'IRM vise une stratégie de développement globale en tenant compte de tous les systèmes incluant aussi bien le content management, le knowledge management, le document management et le workflow. L'IRM voit tous ces systèmes comme des éléments ou sous-systèmes faisant partie d'un système intégré. Si, à court terme, le développement de certains éléments pourrait être

zou kunnen krijgen, moet op lange termijn in alle systemen dezelfde hoeveelheid energie gestopt worden om een betere samenhang van het geheel te verzekeren.

In 2003 heeft het KMI enkele hulpmiddelen verworven waaronder workflow-interface, de modules van het content management en de server voor webapplicaties.

3.4.3 DISSCO-project

Het KMI heeft zijn medewerking aan het DISSCO-project, gefinancierd door de POD Wetenschapsbeleid, verdergezet. Ter herinnering: dit project gaat over onderzoek en ontwikkeling van een systeem van documentbeheer en elektronische opnames. Er is een lastenboek opgesteld dat de technische vereisten van de kern van het systeem en de noden van de gebruikers bevat. Een prototype dat verschillende elementen gebruikt van het project van de vrije ontwikkeling Apache-Jakarta-Slide werd ontworpen, getest en functioneel gemaakt in een Java-Tomcat omgeving.

Het DISSCO-project vormt een interessant onderzoeken-ontwikkelingsplatform. Buiten de kennis en expertise die het ons bijbrengt, heeft het project de identificatie van verschillende risico's mogelijk gemaakt die inherent zijn aan alle projecten van dit type. Het grootste geïdentificeerde risico is dat de technologie door de organisatie geweigerd zou worden uit vrees voor mogelijke organisatorische problemen. In het KMI is dit risico gering.

3.5 Magnetisme: INTERMAGNET-vergadering te Dourbes

De 2003 Intermagnet-vergadering vond plaats te Dourbes van 22 tot 24 mei 2003. In totaal hebben 27 personen, afkomstig van 11 landen, hieraan deelgenomen. Deze jaarlijkse vergadering van het Comité Operaties en van de executieve raad van INTERMAGNET ging hoofdzakelijk over een nieuwe standaard voor de snelle verwerving van gegevens van het geomagnetisch veld. Dankzij een zorgvuldige voorbereiding kon deze standaard definitief vastgelegd worden. De vergadering was eveneens belangrijk omdat tal van jonge leden hun intrede in het management hebben gemaakt, en op die manier een gunstig klimaat hebben gecreëerd voor nieuwe benaderingen en voor de introductie van nieuwe projecten. Dit is belangrijk op het moment dat INTERMAGNET de grens van 100 deelnemende magnetische observatoria gaat overschrijden. Dit evenement heeft het personeel van het centrum te Dourbes intensief gemobiliseerd en was daarom een groot succes.

favorisé, à long terme tous devraient recevoir les mêmes quantités d'effort et ce pour une meilleure cohésion de l'ensemble.

En 2003, l'IRM a acquis certains outils dont l'interface workflow, les modules du content management et le serveur d'applications web.

3.4.3 Projet DISSCO

L'IRM a continué sa collaboration au projet DISSCO financé par la Politique Scientifique belge. Rappelons que ce projet porte sur la recherche et le développement d'un système de gestion des documents et des enregistrements électroniques. Un cahier des charges contenant les exigences techniques du noyau du système et les besoins des utilisateurs a été produit. Un prototype utilisant plusieurs éléments du projet du développement libre Apache-Jakarta-Slide a été conçu, testé et rendu fonctionnel sur un environnement Java-Tomcat.

Le projet DISSCO constitue une intéressante plate-forme de recherche et de développement. En plus des connaissances et des expertises qu'il nous apporte, le projet a permis d'identifier plusieurs risques inhérents à tous projets de ce type. Le risque majeur identifié est celui du refus de la technologie par l'organisation par peur de voir apparaître en grand jour ses problèmes organisationnels. Ce risque est peu présent au sein de l'IRM.

3.5 Magnétisme: réunion INTERMAGNET à Dourbes

La réunion INTERMAGNET 2003 a eu lieu à Dourbes du 22 au 24 mai 2003. En tout 27 personnes, originaires de 11 pays, y ont participé. Cette réunion annuelle du Comité des Opérations et du Conseil Exécutif d'INTERMAGNET a traité principalement d'un nouveau standard d'acquisition rapide des données du champ géomagnétique. Grâce à une préparation soignée, ce standard a pu être fixé définitivement. La réunion était aussi importante parce que de nombreux nouveaux jeunes membres ont fait leur entrée dans le management, créant ainsi les conditions favorables à de nouvelles approches et à l'introduction de nouveaux projets. Ceci est important, au moment où INTERMAGNET va passer la barre des 100 observatoires magnétiques participants. Cet événement a mobilisé intensément tout le personnel du centre à Dourbes et pour cela a été un grand succès.



Diensten en Producten voor de Verschillende Gebruikersgroepen

Services et Produits pour les Différents Groupes d'Utilisateurs

4.1 Overheden

Het KMI heeft met de verschillende overheden in ons land samenwerkingsverbanden afgesloten.

Hydrometeorologische verwachtingen worden door het OMS (Oceanografisch Meteorologisch Station) in opdracht van het KMI opgesteld ten behoeve van het Vlaams Gewest.

Zowel voor het Vlaams als het Waals Gewest wordt er samengewerkt in verband met hydrometeorologische fenomenen.

Waarschuwingen worden opgesteld om het Brussels Gewest toe te laten een pollutiebeleid voor de Brussels hoofdstedelijk Gewest te kunnen voeren. Dit product werd in 2003 uitgebreid naar twee plaatsen in het Waals Gewest, Luik en Charleroi.

4.1.1 Waarschuwingen en voorspellingen

Het KMI stelt waarschuwingen op van belang voor de veiligheid voor het crisiscentrum, de regionale en lokale overheden en de media.

4.1.1.1 Een grafisch waarschuwingssysteem voor gevaarlijk weer

Wanneer gevaarlijke weersomstandigheden voorspeld worden, b.v. het geval van hevige windstoten, veel neerslag, onweer of gladheid, wordt de bevolking hiervan op de hoogte gebracht via waarschuwingen op de website van het KMI. Deze waarschuwingen stellen een

4.1 Les autorités

L'IRM a conclu un accord de coopération avec les différentes instances officielles de notre pays.

Des prévisions hydrométéorologiques, destinées à la Région flamande, sont établies, pour le compte de l'IRM, par l'OMS (Oceanografisch Meteorologisch Station).

Aussi bien avec la Région flamande qu'avec la Région wallonne, un travail de collaboration se crée en rapport avec les phénomènes hydrométéorologiques.

Des avertissements sont émis dans le but de permettre à la Région de Bruxelles Capitale de mener à bien une politique en matière de pollution pour le territoire de Bruxelles. Ce produit a été élargi depuis à deux localités de la Région wallonne, Liège et Charleroi.

4.1.1 Avertissements et prévisions

L'IRM met sur pied des avertissements de toute première importance en matière de sécurité pour le Centre de Crise, pour les autorités régionales et locales ainsi que pour les médias.

4.1.1.1 Avertissement graphique en cas de temps dangereux

Lorsque des conditions atmosphériques dangereuses sont prévues, comme, par exemple, dans le cas de fortes rafales de vent, de précipitations intenses, d'orage ou de verglas, la population est prévenue via des avertissements placés sur le site Web de l'IRM. Ceux-ci

kaart van België voor waarop de provincies ingekleurd worden al naargelang de ernst van de verwachte situatie.

Het Eumetnet EMMA (European Multiservice Meteorological Awareness) project, wil een analogo grafisch waarschuwingssysteem oprichten voor gevaarlijke weersituaties in een groot gebied in Europa. Deze waarschuwingen worden samengebracht door de nationale meteorologische instellingen in 15 West-Europese landen, waaronder België. Daarom werden er in 2003 een aantal aanpassingen en uitbreidingen aan ons huidige nationale waarschuwingssysteem gerealiseerd.

4.1.1.2 Een waarschuwingssysteem voor atmosferisch transport van verontreiniging

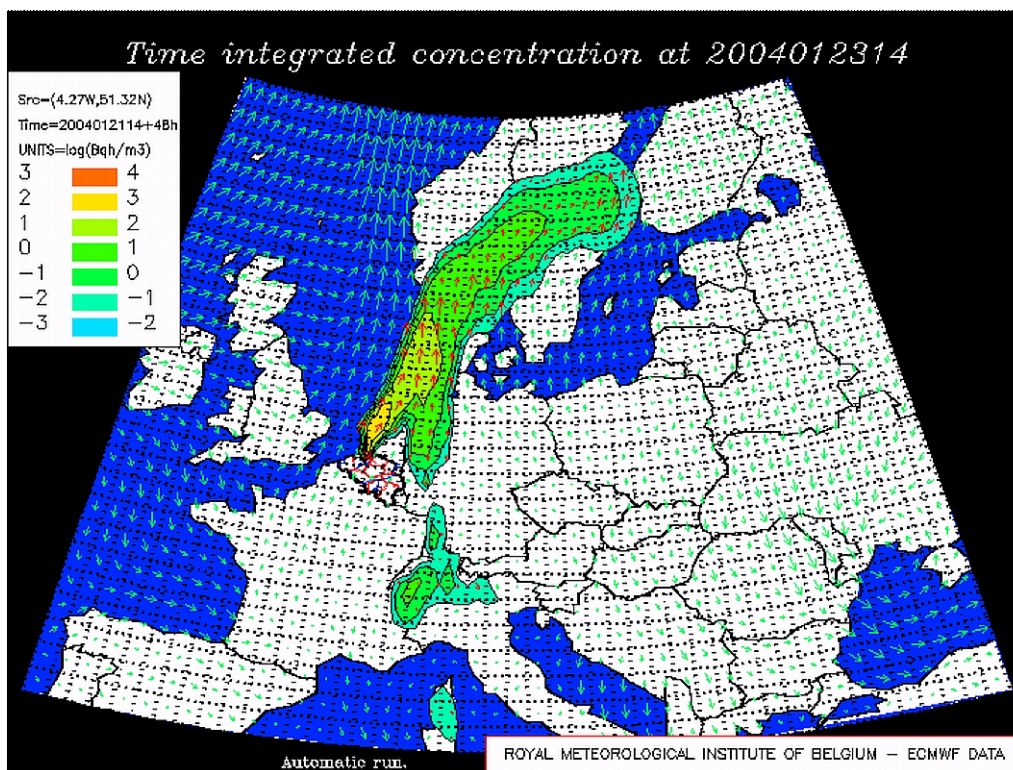
Het dispersiemodel van het KMI maakt dagelijks routinematige berekeningen van transport van fictieve lozingen in België, gebaseerd op de meest recente weersvoorspellingen berekend met het ECMWF, het ETA en het ALADIN model. Deze berekeningen kunnen evenwel ook in reële tijd aangemaakt worden in geval van een reëel ongeval. De resultaten kunnen onder grafische vorm op de website van het KMI geconsulteerd worden mits paswoord.

présentent une carte de la Belgique sur laquelle les provinces sont coloriées suivant le degré de gravité de la situation attendue.

Le Projet Eumetnet EMMA (European Multiservice Meteorological Awareness) souhaite, pour sa part, créer un système d'avertissement graphique analogue pour des situations météorologiques dangereuses et ce, à l'échelle européenne. Ces avertissements sont collectés par les institutions nationales météorologiques de 15 pays de l'Europe de l'Ouest, dont la Belgique. C'est pourquoi, en 2003, toute une série d'adaptations et d'extensions à notre système d'avertissement actuel ont été réalisées.

4.1.1.2 Avertissement pour le transport atmosphérique de la pollution

Le modèle de dispersion de l'IRM fait maintenant en routine journalièrement des calculs de transport d'émissions fictives en Belgique, basés sur les plus récentes prévisions du temps établies d'après les modèles de l'ECMWF, de l'ETA et d'ALADIN. Ces calculs peuvent toutefois aussi être faits en temps réel dans le cas d'un véritable accident. Les résultats peuvent être consultés sous une forme graphique, sur le site Web de l'IRM et à l'aide d'un mot de passe.



Figuur 4.1. Als illustratie wordt een grafische voorstelling getoond van een tijdsgeïntegreerde pluim van pollutanten ten gevolge van een fictieve lozing in Doel, gebaseerd op de voorspellingen van het ETA- model. De pijlen stellen de windvectoren voor, dewelke rood gekleurd worden in de pluim.

Figure 4.1. En guise d'illustration, voici une présentation graphique d'un plumet, intégré dans le temps, de polluants, à la suite d'une émission fictive à Doel. Cette présentation est basée sur les prévisions du modèle ETA. Les flèches représentent les vecteurs de vent, lesquels sont en couleur rouge dans le plumet.

4.1.1.3 Waarschuwing van ongunstige meteorologische omstandigheden voor de dispersie van pollutanten in de grote steden

Sinds 2002, informeert het Koninklijk Meteorologisch Instituut het Brussels Gewest, minstens 24 uur vooraf, wanneer er ongunstige meteorologische omstandigheden voor de dispersie van pollutanten wordt voorzien. Deze voorspelling laat toe aan de autoriteiten, indien zij de informatie nuttig achten, om deze te verspreiden aan de media via informatierapporten of alarmberichten gericht om de bevolking te informeren over de risico's waaraan ze zich blootstellen tijdens deze pollutiepieken en hoe zij zich moeten gedragen om de stedelijke pollutie te beperken.

a) Voorspellingen in de loop van de winter 2003-2004 in het Brussels Gewest

De winter 2003-2004 werd gekenmerkt door een opmerkelijke pollutiepiek in het Brusselse Gewest. Dit voorval deed zich voor op 9 en 10 december 2003. De voorspellingen van het ALADIN-model geïnitieerd op 8 december om 0 uur UTC, (Figuur 4.2) hebben toegelaten om de zeer ongunstige meteorologische omstandigheden voor de dispersie van pollutanten in het daglicht te stellen tijdens deze twee dagen. Het buitengewone karakter van deze situatie was verbonden met uitzonderlijk zwakke windsnelheden en met de aanwezigheid van een sterke thermische inversie.

De analyse na deze gebeurtenis liet toe om de gegrondheid van deze voorspelling te verifiëren. Zoals Figuur 4.3 toont, bereiken de uurlijkse concentraties NO₂ - hoofdzakelijk beïnvloed door de uitlaatgassen van voertuigen - hoge waarden. De drempel van 200 µg/m³ uurlijks gemiddelde (18 jaarlijkse overschrijdingen toegestaan) werd in vier stations overschreden: Molenbeek (251 µg/m³), Kunst-Wet (309 µg/m³), Haren (217 µg/m³) en Parc Meudon (224 µg/m³). De bereikte concentraties NO₂ tijdens deze geobserveerde periode van 9 en 10 december is één van de ergste sinds 1989, vooral op het niveau van de duurtijd van het pollutievoorval.

Op basis van de door de KMI geleverde voorspellingen en in gemeenschappelijk overleg met IRCELINE (Intergewestelijke Cel Voor het Leefmilieu) en het BIM (Brussels Instituut voor Milieubeheer) hebben de Brusselse autoriteiten beslist om een alarmbericht te verspreiden over de pollutie naar de media toe teneinde de bevolking bewust te maken en het gebruik van voertuigen te beperken.

b) Toepassing in het Waalse Gewest

Het Waals Gewest wenst op zijn beurt een gelijkaardige procedure van piekpollutievoorspellingen te gebruiken voor de steden Charleroi en Luik teneinde de bevolking te waarschuwen voor ongunstige omstandigheden van de dispersie van de pollutanten en om ze bewust te maken

4.1.1.3 Avertissement de conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants dans les grandes villes

Depuis 2002, l'IRM informe la Région bruxelloise, au moins 24 heures à l'avance, lorsque des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants sont prévues. Cette prévision permet aux autorités, si elles le jugent utile, de diffuser auprès des médias un bulletin d'information ou d'alerte visant à informer la population des risques encourus lors des pics de pollution et des comportements à adopter pour limiter la pollution urbaine.

a) Prévisions au cours de l'hiver 2003-2004 en Région de Bruxelles-Capitale

L'hiver 2003-2004 fut marqué par un pic de pollution remarquable en Région bruxelloise. Cet épisode s'est produit les 9 et 10 décembre 2003. Les prévisions du modèle ALADIN initialisé le 8 décembre à 0 h TU (Figure 4.2) ont permis de mettre en évidence des conditions météorologiques très défavorables à la dispersion des polluants au cours de ces deux journées. Le caractère exceptionnel de cette situation était lié à des vitesses de vent particulièrement faibles et à la présence d'une forte inversion thermique.

L'analyse a posteriori de cet épisode a permis de vérifier la pertinence de cette prévision. Comme le montre la Figure 4.3, les concentrations horaires de NO₂ - principalement influencées par les émissions issues des véhicules - ont atteint des valeurs élevées. Le seuil de 200 µg/m³ en moyenne horaire (18 dépassements annuels autorisés) a été dépassé à quatre stations : Molenbeek (251 µg/m³), Arts-Loi (309 µg/m³), Haren (217 µg/m³) et Parc Meudon (224 µg/m³). Les concentrations atteintes en NO₂ à cette période sont les plus importantes enregistrées en 2003 et confirment que la situation observée entre le 9 et le 10 décembre est une des plus graves depuis 1989, surtout au niveau de la durée de l'événement de pollution.

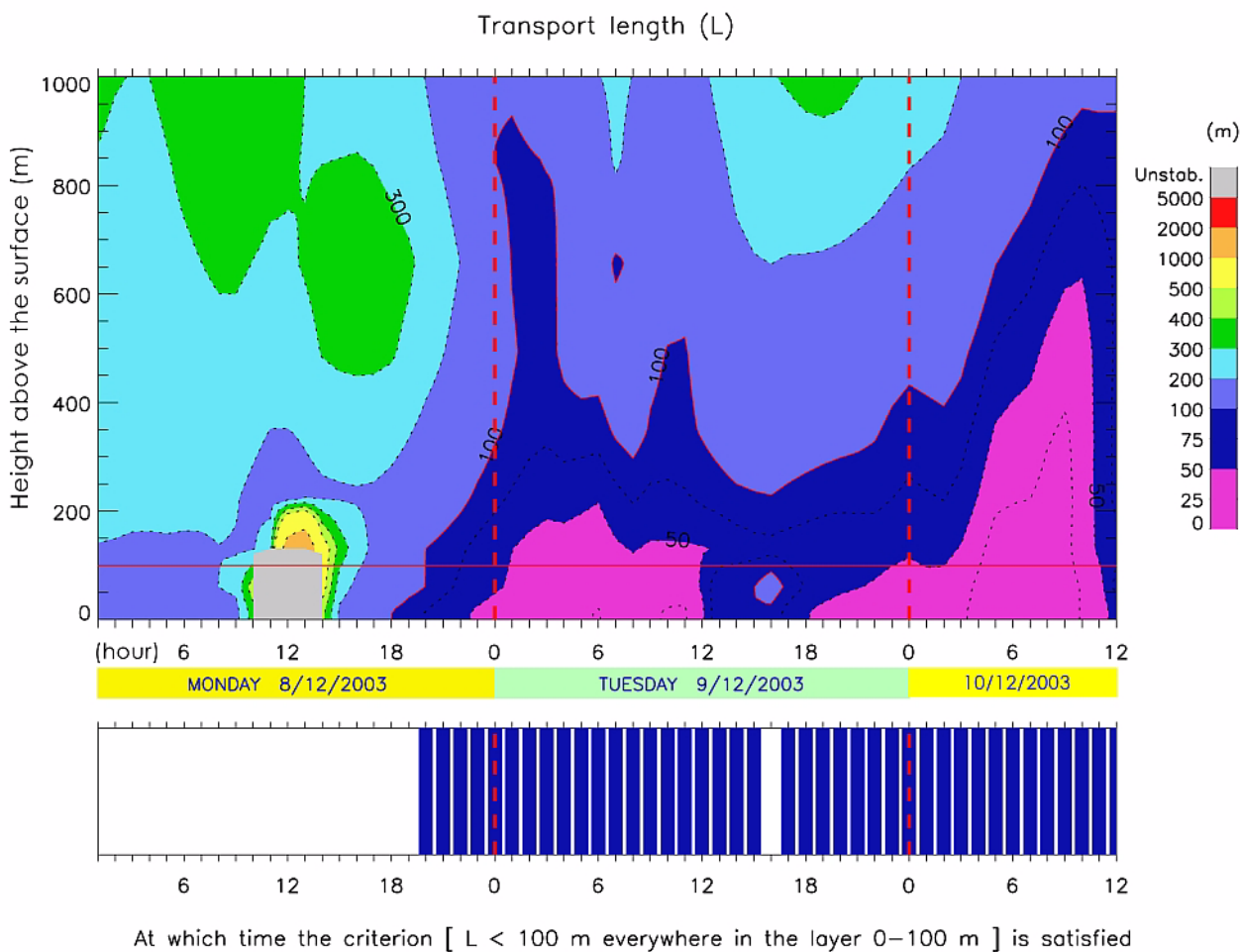
Sur base des prévisions fournies par l'IRM et en concertation avec CELINE (Cellule Interrégionale de l'Environnement) et l'IBGE (Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement), les autorités bruxelloises ont décidé de diffuser un bulletin d'alerte à la pollution auprès des médias afin de sensibiliser la population et de limiter l'utilisation des véhicules.

b) Application en Région Wallonne

La Région wallonne souhaite à son tour mettre en œuvre une procédure similaire de prévision des pics de pollution pour les villes de Charleroi et Liège afin d'avertir la population des conditions défavorables à la dispersion des polluants et sensibiliser celle-ci à un " comportement

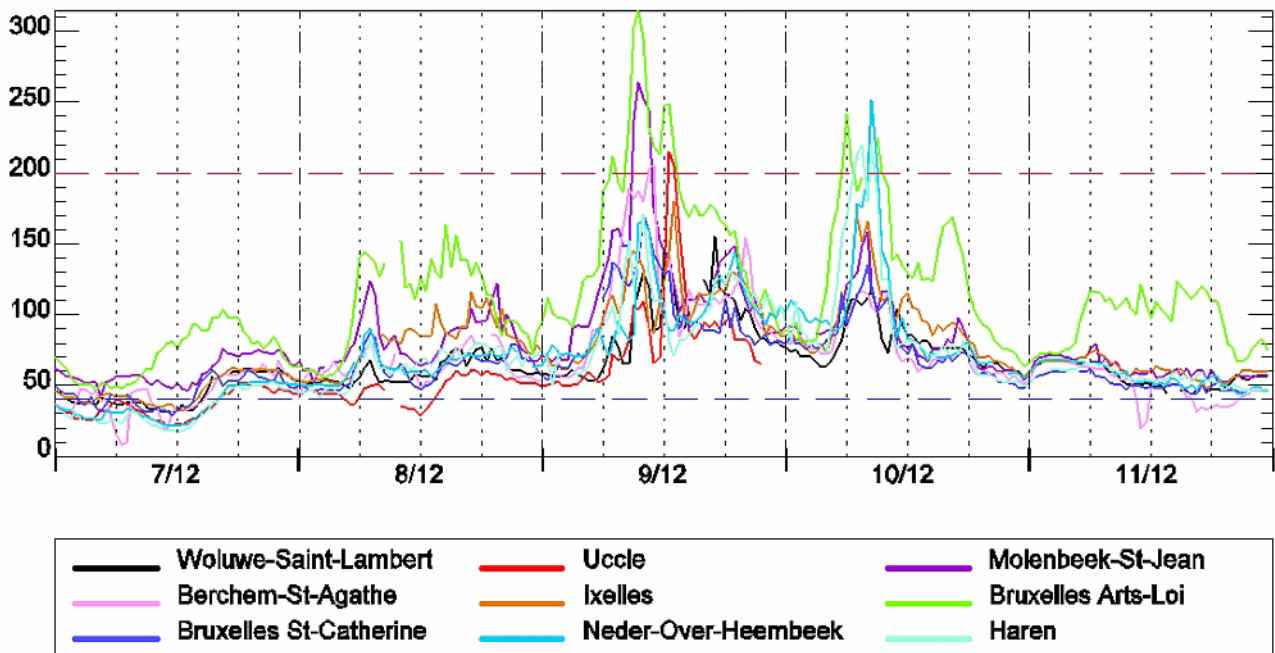
van hun "burgergedrag". Met het oog hierop werd de studie, uitgevoerd door het KMI voor Brussel, met succes gebruikt en gevalideerd voor de steden Charleroi en Luik. De voorspellingsprocedures hebben voor de voorspellingen een betrouwbaarheidspercentage aangetoond dat vergelijkbaar is aan dit bekomen voor Brussel. In de evaluatiefase in de loop van de winter 2003-2004, zullen de voorspellingen voor de twee Waalse steden in operationele fase treden vanaf de winter 2004-2005.

citoyen ". A cet effet, l'étude effectuée par l'IRM pour Bruxelles a été appliquée et validée avec succès pour les villes de Charleroi et Liège. Les procédures de prévision ont montré des taux de fiabilité des prévisions comparables à ceux obtenus pour Bruxelles. En phase d'évaluation au cours de l'hiver 2003-2004, les prévisions pour les deux villes wallonnes entreront en phase opérationnelle dès l'hiver 2004-2005.



Figuur 4.2. Voorspellingen welke geïnitieerd werden op 8 december 2003 om 0 uur UTC. De grafiek stelt de tijdsevolutie voor van de transportlengte (L) en toont, met behulp van een blauwe streeplijn, de tijdspanne gedurende dewelke aan het waarschuwingscriterium voldaan werd.

Figure 4.2. Prévisions initialisées le 8 décembre 2003 à 0 h (GMT). Ce graphique présente l'évolution temporelle de la longueur de transport (L). Il montre, à l'aide de barrettes bleues, les instants auxquels le critère d'alerte est satisfait.



Figuur 4.3. NO₂ concentraties (µg/m³) gemeten in de loop van 7 tot en met 11 december 2003 in het Brussels Gewest. Bron: CELINE (niet-gevalideerde gegevens).

Figure 4.3. Concentrations de NO₂ (µg/m³) mesurées au cours du 7 au 11 décembre 2003 en Région bruxelloise. Source : CELINE (données non validées).

4.1.2 Klimatologische informatie

Praktisch alle niveaus van de publieke overheden kunnen, om pertinente besluiten te nemen, zich wenden tot de klimatologische informatiediensten van het KMI. Bij wijze van voorbeeld werd er in 2003 door de Federale overheidsdienst Binnenlandse Zaken en door de Federale overheidsdienst Economie, KMO, Middenstand en Energie beroep gedaan op de expertise van het KMI voor 13 dossiers betreffende een eventueel uitzonderlijk karakter van buitengewone meteorologische situaties. Het ging hoofdzakelijk over overvloedige regenval met als gevolg lokale of uitgestrekte overstromingen en over hevige winden die aan de oorsprong lagen van min of meer belangrijke schade in het land.

4.2 Het grote publiek

4.2.1 Internet

Het internet is een blijvend succes om onze laatste gegevens kenbaar te maken aan het grote publiek.

Naast onze eigen website leveren we sinds 2003 ook meteorologische en klimatologische gegevens aan de reiswebsite van Het Laatste Nieuws.

Met de bestaande gegevens, die we reeds leverden aan de VRT, voeden zij het nieuwe website www.vrtnieuws.net.

4.1.2 Information climatologique

Pratiquement tous les niveaux des autorités publiques peuvent, pour prendre des décisions pertinentes, recourir utilement aux services d'informations climatologiques de l'IRM. A titre d'exemple, en 2003, le SPF Intérieur et le SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie ont eu recours à l'expertise de l'IRM à treize reprises à propos du caractère éventuellement exceptionnel de situations météorologiques particulières. Il s'agissait principalement de précipitations abondantes ayant conduit à des inondations locales ou étendues et de vents violents à l'origine de dégâts plus ou moins importants dans le pays.

4.2 Le grand public

4.2.1 Internet

Internet maintient son franc succès auprès du grand public qui a ainsi, à sa portée, nos toutes dernières données.

En plus de notre propre site Web, nous livrons aussi, depuis 2003, au Laatste Nieuws, des informations météorologiques et climatologiques destinées à son site Web relatif au voyage.

In 2003 werd door het OMS, waarvan de basismissie het opstellen van weerberichten op zee en voor de havens is, voor het eerst ook specifieke aandacht aan het toeristisch aspect van het kustweer besteed, onder meer door op zondag een uur vroeger te starten.

Naast de voorspelde UV-index, wordt nu ook de waargenomen UV-index op het internet gezet (www.meteo.be). Zo kan de evolutie van de UV-index te Ukkel op de voet gevolgd worden.

4.3 Socio-economische entiteiten

In 2003 is de energiemarkt volledig geliberaliseerd. Voor de verschillende klanten in deze sector werden producten op maat ontwikkeld. Al deze klanten wensten een product voor één of verschillende plaatsen met een uurlijkse voorspelling tot tien dagen vooruit.

La VRT alimente son nouveau site Web www.vrtnieuws.net avec les données existantes que nous lui fournissons déjà.

En 2003, l'OMS, dont la mission de base consiste en l'établissement de bulletins du temps en mer et pour les ports, a, pour la toute première fois, consacré une attention spécifique à l'aspect touristique du temps à la Côte, entre autres, en commençant le dimanche une heure plus tôt.

En plus de la prévision de l'index-UV, c'est maintenant l'index-UV observé qui est disponible sur Internet (www.meteo.be). De cette manière, l'évolution de l'index-UV peut être suivie en temps réel.

4.3 Les entités socio-économiques

En 2003, le secteur énergétique s'est complètement libéralisé. Des produits sur mesure ont donc dû être développés pour différents clients. Tous ceux-ci souhaitaient un produit pour une ou plusieurs localités avec une prévision horaire jusqu'à 10 jours d'avance.



Het Weer in 2003

Le Temps en 2003

Het jaar 2003 was vanuit klimatologisch oogpunt opmerkelijk door een "uitzonderlijk"¹ hoge globale zonnenschijnduur, "zéér uitzonderlijk" zachte temperaturen tijdens de lente en de zomer en een algemeen "uitzonderlijk" lage neerslagfrequentie.

Met 1987 uur, is de totale zonnenschijnduur te Ukkel in 2003 (zie Tabel 5.2) de tweede hoogste waarde sinds het begin van de heliografische waarnemingen in 1887² en gelijk aan deze van 1949. Het record dateert uit 1959 met 2121 uur.

De gemiddelde temperatuur gedurende deze 12 maanden was opmerkelijk, aangezien een waarde van 11,1°C werd bereikt (hetzij dezelfde waarde als in 1990 en 1999). Dit is de zesde hoogste waarde sinds het begin van de thermometrische waarnemingen te Brussel-Ukkel in 1833. Een dergelijke waarde is "uitzonderlijk". Het warmste jaar blijft 1989, met 11,3°C.

157 Neerslagdagen (neerslaghoeveelheden gemeten over 24 uren en hoger dan of gelijk aan 0,1 mm) werden waargenomen in 2003. Met een dergelijke lage waarde komt dit jaar op de vierde plaats in de reeks van de pluviometrische waarnemingen sinds 1833 evenals de jaren 1858, 1864 en 1989. Het record van de laagste neerslagfrequentie dateert uit 1921 met 153 neerslagdagen en wij moeten reeds terugkeren naar het jaar 1989 om een nog lagere waarde dan deze van 2003 terug te vinden. De totale neerslaghoeveelheid bereikte 670,7 mm tegenover een normale waarde van 780,1 mm. Deze waarde ligt ver verwijderd van het record uit 1921, toen het neerslagtotaal 406,4 mm bedroeg.

De winter 2002-2003 (zie Figuur 5.1) werd gekenmerkt door een afwisselend fris en relatief zacht weertype voor de tijd van het jaar. Deze afwisseling lag aan de

L'année 2003 a été remarquable du point de vue climatologique par un excès global "exceptionnel"¹ de la durée d'ensoleillement, une douceur "très exceptionnelle" des températures au printemps et en été et un déficit global "exceptionnel" de la fréquence des précipitations.

Avec 1987 h de Soleil, le total de la durée d'ensoleillement à Uccle en 2003 (voir Tableau 5.2) est la deuxième valeur la plus élevée depuis le début des observations héliographiques en 1887² égalant la valeur déjà observée en 1949. Le record est détenu par l'année 1959 avec 2121 h.

La température moyenne au cours des 12 mois a été remarquable, atteignant une valeur de 11,1°C (soit la même valeur qu'en 1990 et 1999). C'est la sixième valeur la plus élevée depuis le début des observations thermométriques à Bruxelles-Uccle en 1833. Une telle valeur est "exceptionnelle". L'année la plus chaude reste 1989, avec 11,3°C.

157 Jours de précipitations mesurables (précipitations sur 24 heures supérieures ou égales à 0,1 mm) ont été observés en 2003. Avec une valeur aussi faible, l'année vient en quatrième position dans la série d'observations pluviométriques débutant en 1833 comme les années 1858, 1864 et 1989. Le record de la fréquence de précipitations la plus basse date de 1921 avec 153 jours et il faut remonter à 1989 pour trouver une fréquence inférieure à la valeur de 2003. La quantité totale d'eau recueillie en 2003 a atteint 670,7 mm, alors que la normale est de 780,1 mm. Cette valeur est loin du record de déficit de précipitations : en 1921, le total des précipitations n'avait atteint que 406,4 mm.

L'hiver 2002-2003 (voir Figure 5.1) fut marqué par une alternance de temps relativement frais et relativement doux pour la saison. Cette alternance est à l'origine d'une

oorsprong van een gemiddelde temperatuur voor de winter die praktisch normaal was.

De neerslaghoeveelheden waren overvloedig, met maandelijks totalen die meer dan 100 mm bereikten in december en januari. In februari daarentegen viel er te weinig neerslag. Het is opmerkelijk dat niettegenstaande de winterse neerslaghoeveelheden hoger waren dan normaal, het aantal neerslagdagen relatief laag was: we observeerden een tekort van 10 dagen t.o.v. de normale waarde. De zonnenschijnduur was zéér overvloedig tijdens deze winter, hoofdzakelijk dankzij de februari maand waar het totaal aantal uren zonnenschijn 70 uren hoger was dan normaal.

Opmerkelijk was het " zéér uitzonderlijke " zonnige begin van het jaar 2003. Sinds 1887, was de zonnenschijnduur van de eerste 6 maanden van het jaar geregistreerd te Ukkel nooit hoger. We totaliseerden 1043 uur zonnenschijn tussen 1 januari en 30 juni, het vorige record bedroeg 1027 uur en dateerde uit 1959.

De lente 2003 (zie Figuur 5.2) begon extreem zacht, met gemiddelde temperaturen die bijna altijd hoger waren dan de normalen. Met 11,1 °C was de gemiddelde temperatuur van de lente 2003 de tweede hoogste waarde sinds 1833 (het record van 1993 is slechts 0,1°C hoger). Dit opmerkelijk zachte weer was vooral te danken aan het grote aantal zeer zonnige dagen in maart en april. Net als voor de winter was de lente zonniger dan normaal. Het teveel bedroeg 108 uur, alleen de maand mei had een bijna normale waarde. De gecumuleerde neerslaghoeveelheid voor de lente was "normaal" we registreerden 163,3 mm neerslag tussen maart en mei, nauwelijks 5 mm minder dan de normale waarde. Deze neerslaghoeveelheid is nochtans gevallen tijdens een relatief laag aantal dagen, het tekort van de meetbare neerslagfrequentie bedroeg 11 dagen voor de drie maanden.

De zomer (zie Figuur 5.3) was opmerkelijk warm dankzij de gemiddelde temperaturen die praktisch gans het seizoen hoger waren dan normaal: slechts gedurende 8 dagen bleef de dagtemperatuur onder de normale waarde. De gemiddelde zomertemperatuur was de hoogste sinds 1833, het vorige record van 1976 werd met 0,5°C gebroken. Opmerkelijk was ook de hittegolf³ die ons land trof begin augustus. Afhankelijk van de streek, begon hij op 31 juli of 1 augustus en duurde tot de 13de van deze maand. (laatste dag waarop men meer dan 25°C noteerde in het grootste deel van ons land). Gedurende deze periode werden tijdens vier dagen (de 6e, 7e, 8e en de 12e) temperaturen van minstens 37°C in 22 stations van het klimatologische meetnet gemeten en de pieken van deze temperaturen waren opmerkelijk (zie Tabel 5.3). Ter vergelijking geeft de Tabel 5.4 enkele andere piekwaarden van waargenomen temperaturen uit het verleden. Het is nochtans de hittegolf van 1976 die het opmerkelijkst blijft: hij duurde 16 dagen, waarbij

température moyenne de l'hiver coïncidant pratiquement avec la normale.

Les pluies ont été abondantes en décembre et janvier, avec des totaux mensuels supérieurs à 100 mm. En revanche, elles ont été déficitaires en février. On notera que, malgré un total des précipitations hivernales supérieur à la normale, la fréquence des jours à précipitations mesurables est relativement faible : on a observé un déficit de 10 jours par rapport à la normale. L'insolation a été très généreuse au cours de l'hiver, principalement grâce au mois de février où on a eu un excès de 70 heures de Soleil par rapport à la normale.

On notera que le début de l'année 2003 a été " très exceptionnellement " ensoleillé. Depuis 1887, la durée d'ensoleillement sur les six premiers mois de l'année n'avait jamais été aussi élevée à Uccle. On y a totalisé 1043 h de Soleil entre le 1er janvier et le 30 juin, le précédent record datant de 1959 avec 1027 h.

Le printemps 2003 (voir Figure 5.2) a commencé par une extrême douceur, avec des températures moyennes quasi constamment supérieures aux valeurs normales. Avec 11,1°C, la température moyenne printanière est la deuxième valeur la plus élevée depuis 1833 (le record de 1993 n'est supérieur que de 0,1°C). Cette douceur remarquable est principalement due aux nombreuses journées largement ensoleillées en mars et avril. Comme l'hiver, le printemps a connu un excès d'ensoleillement par rapport à la normale saisonnière. Cet excès a atteint 108 h, seul le mois de mai restant très proche de sa valeur normale. Le cumul saisonnier des précipitations fut " normal " : on a recueilli 163,3 mm d'eau entre mars et mai, soit à peine 5,0 mm de moins que la normale. Cette quantité de précipitations est cependant tombée en un nombre de jours relativement faible, le déficit de la fréquence des précipitations mesurables s'élevant à 11 jours sur les trois mois.

L'été (voir Figure 5.3) a été particulièrement chaud grâce à des températures moyennes en excès pratiquement durant toute la saison : 8 jours seulement eurent une température journalière en dessous de leur valeur normale. La température moyenne estivale fut la plus élevée depuis 1833, dépassant de 0,5°C le record précédent de 1976. On notera aussi la vague de chaleur³ remarquable qui toucha le pays au début du mois d'août. Selon les régions, elle commença le 31 juillet ou le 1er août et se termina le 13 de ce mois (dernier jour où l'on dépassa les 25°C dans la plupart des régions). Durant cette période, on releva durant quatre journées (les 6, 7, 8 et 12) des températures au moins égales à 37°C dans 22 stations du réseau climatique et les pics de température furent remarquables (voir le Tableau 5.3). A titre de comparaison, le Tableau 5.4 donne quelques autres pics de température observés dans le passé. C'est néanmoins la vague de chaleur de 1976 qui reste globalement la plus remarquable : elle avait duré 16 jours,

gedurende 15 opeenvolgende dagen de dagelijkse maximumtemperaturen hoger waren dan 30° C.

De neerslaghoeveelheid van de zomer was perfect normaal in juli en deficitair in juni en augustus, met vrij lange perioden zonder regen, zoals tussen 31 juli en 27 augustus. Het aantal meetbare neerslagdagen (29 dagen) was opnieuw lager dan de seizoensnormale (48 dagen). De drie zomermaanden waren eveneens zéér zonnig : het aantal uren zonneschijn bereikte 737 uur, hetzij 152 uur meer dan normaal.

De herfst 2003 (zie Figuur 5.4) was zonnig : dankzij de te hoge waarden die werden gemeten tijdens de drie maanden van dit seizoen, was de zonneschijnduur "zéér abnormaal" hoog. Terzelfdertijd werd een zéér abnormaal lage neerslagfrequentie waargenomen : we noteerden slechts 39 dagen met meetbare neerslag (regen of sneeuw), De seizoensnormale waarde bedraagt 50 dagen. De gemeten neerslaghoeveelheden tijdens dit seizoen waren deficitair, maar zij waren "normaal": we registreerden 152,5 mm neerslag voor een normale waarde van 208,9 mm. De gemiddelde seizoenstemperatuur was 0,7°C hoger dan normaal ; een dergelijke afwijking is nochtans normaal voor dit seizoen. De frisse maand oktober heeft de relatief hoge waarden van september en november gecompenseerd. In oktober bereikte de maandgemiddelde waarde van de minimumtemperaturen 4,0°C, een "uitzonderlijk" lage waarde die op de derde plaats komt voor deze maand sinds 1833 (het record dateert van 1922 met 3,2°C). Tijdens de herfst was de overgang van zomerse naar winterse toestanden zéér bruusk: op 20 september werd nog 30°C en meer gemeten op verschillende plaatsen in ons land terwijl een maand later, op 24 oktober, er sneeuw viel over een groot deel van ons land.

Als besluit kunnen wij stellen dat het jaar 2003 gekenmerkt werd door een opmerkelijk hoge zonneschijnduur en een opmerkelijk hoge gemiddelde temperatuur. Daarnaast valt het lage aantal neerslagdagen op. De lente was zéér zacht en de zomer kende een recordtemperatuur, tesamen met verschillende warme perioden en weinig of geen neerslag. Een gevolg daarvan is de relatief lage gemiddelde relatieve luchtvochtigheid tijdens de lente en de zomer. Merken wij tenslotte op dat de neerslaghoeveelheden globaal genomen deficitair, maar toch vrij normaal waren. Het waren de lage neerslagfrequenties die de indruk gaven van "droogte" tijdens een groot deel van dit jaar.

¹ De definities van de drempels van abnormaliteit worden weergegeven in tabel 1. In deze tekst vindt men de graad van abnormaliteit terug tussen haakjes.

² Zonder bijkomende vermelding betreffen alle numerieke waarden die in de tekst worden weergegeven de metingen die werden uitgevoerd in het Klimatologisch park van het KMI te Ukkel.

avec 15 jours consécutifs où les températures maximales journalières avaient été supérieures à 30°C.

La quantité de pluie a été tout à fait normale en juillet et déficitaire en juin et en août, avec de longues périodes sans précipitations notables, notamment entre le 31 juillet et le 27 août. Le nombre de jours avec des précipitations mesurables (29 jours) a de nouveau été inférieur à la normale saisonnière (48 jours). Les trois mois de l'été ont également été très ensoleillés : le nombre d'heures de Soleil a atteint 737 h, soit un excès de 152 h par rapport à la normale.

L'automne 2003 (voir Figure 5.4) fut ensoleillé : grâce aux valeurs excédentaires enregistrées lors des trois mois de la saison, l'excès de la durée d'ensoleillement est " très anormal ". En même temps, un déficit " très anormal " de la fréquence des précipitations a été observé : on a relevé seulement 39 jours de précipitations mesurables (pluie ou neige), la normale saisonnière étant de 50 jours. La quantité d'eau recueillie sur les trois mois fut déficitaire, mais elle reste " normale " : on a mesuré 152,5 mm de précipitations, pour une valeur normale de 208,9 mm. La température moyenne automnale est en excès de 0,7°C par rapport à la normale ; un tel écart reste cependant " normal " pour la saison. La fraîcheur du mois d'octobre a équilibré les températures relativement élevées des mois de septembre et novembre. En octobre, la moyenne mensuelle des températures minimales a atteint 4,0°C, soit une valeur " exceptionnellement " faible qui place ce mois en troisième position pour ce paramètre depuis 1833 (le record datant de 1922, avec 3,2°C). Au cours de l'automne, la transition entre les conditions estivales et hivernales a été très brutale : le 20 septembre, les 30°C étaient encore dépassés dans différentes régions du pays et, près d'un mois plus tard, le 24 octobre, des précipitations neigeuses tombaient sur une grande partie du territoire.

En résumé, l'année 2003 a été principalement marquée par des excès remarquables de la durée d'ensoleillement et de la température moyenne. Il faut retenir ensuite le nombre de jours de précipitations mesurables qui fut déficitaire. Le printemps fut très doux et l'été a connu une température record, en liaison avec plusieurs périodes chaudes avec peu ou prou de précipitations. Il en est résulté une humidité moyenne relativement basse au printemps et en été. Remarquons enfin que plus que les quantités de précipitations - globalement déficitaires, mais encore relativement normales -, ce sont les faibles fréquences de précipitations qui ont provoqué une impression de "sécheresse" au cours d'une grande partie de l'année.

¹ Les définitions des degrés d'anormalité sont données dans le tableau 1. Dans le texte, les mentions de degrés d'anormalité sont mises entre guillemets.

² Sauf mention explicite, toutes les valeurs numériques présentées dans ce résumé concernent les mesures effectuées dans le parc climatologique de l'IRM à Uccle

3 Een hittegolf wordt hier gedefinieerd als zijnde "een periode van 5 opeenvolgende dagen met een temperatuur van minstens 25°C waarvan 3 dagen de temperatuur hoger was dan 30°C".

3 Une vague de chaleur est définie ici comme " une séquence de cinq jours au moins avec une température dépassant 25°C parmi lesquels au moins 3 jours dépassent 30°C ".

Tabel 5.1: Definities van de graad van abnormaliteit

Graad van abnormaliteit	Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld één maal om de
Normaal (n)	
Abnormaal (a)	6 jaar
Zéér abnormaal (za)	10 jaar
Uitzonderlijk (u)	30 jaar
Zéér uitzonderlijk (zu)	100 jaar

Tableau 5.1: Définitions des degrés d'anormalité

Degré d'anormalité	Phénomène égalé ou dépassé en moyenne une fois tous les :
Normal(n)	
Anormal(a)	6 ans
Très anormal(ta)	10 ans
Exceptionnel(e)	30 ans
Très exceptionnel(te)	100 ans

Tabel 5.2: Normale waarden en waarden voor 2003 van de verschillende klimatologische parameters te Ukkel.

	2003	Normaal
Luchtdruk (herleid op zeeniveau) (hPa)	1017.7	1015,6
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3.2	3,6
Zonneschijnduur (h)	1987	1555
"ware" gemiddelde temperatuur (°C)	11.1	9,8
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	15.1	13,5
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7.0	6,3
Absolute maximumtemperatuur (°C)	33.8	29,9
Absolute minimumtemperatuur (°C)	-8.6	-8,6
Aantal vriesdagen (min < 0°C)	51	52,6
Aantal winterse dagen (max < 0°C)	7	9,9
Aantal zomerdagen (max ³ 25°C)	43	21,3
Aantal hittedagen (max ³ 30°C)	9	3,3
Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	78	82
Dampdruk (hPa)	10.8	10,3
Neerslagtotaal (mm)	670.7	780,1
Aantal meetbare neerslagdagen (0,1 mm)	157	203

Tableau 5.2: Valeurs pour 2003 et normales de différents paramètres météorologiques mesurés à Uccle.

	2003	Normales
Pression de l'air (réduite au niveau moyen de la mer) (hPa)	1017.7	1015,6
Vitesse moyenne du vent (m/s)	3.2	3,6
Durée d'ensoleillement (h)	1987	1555
Température moyenne " vraie " (°C)	11.1	9,8
Température maximale moyenne (°C)	15.1	13,5
Température minimale moyenne (°C)	7.0	6,3
Température maximale absolue (°C)	33.8	29,9
Température minimale absolue (°C)	-8.6	-8,6
Nombre de jours de gel (min < 0°C)	51	52,6
Nombre de jours d'hiver (max < 0°C)	7	9,9
Nombre de jours d'été (max ³ 25°C)	43	21,3
Nombre de jours de forte chaleur (max ³ 30°C)	9	3,3
Humidité relative moyenne de l'air (%)	78	82
Tension de vapeur moyen (hPa)	10.8	10,3
Total des précipitations (mm)	670.7	780,1
Nombre de jours de précipitations (0,1 mm)	157	203

Tabel 5.3: Temperaturen hoger dan 37,5°C waargenomen in het Belgische klimatologische meetnet.

Wasmuel (Quaregnon)	38,0 °C op 6 en 37,5 °C op 12
Han-sur-Lesse (Rochefort)	37,6 °C op 6, 38,5 °C op 7 en 38,4 °C op 12
Visé	37,8 °C op 12
Aubange	38,6 °C op 8 en 37,4 °C op 12

Tableau 5.3: Températures supérieures à 37,5°C relevées en août 2003 dans le réseau climatologique belge.

Wasmuel (Quaregnon)	38,0 °C le 6 et 37,5 °C le 12
Han-sur-Lesse (Rochefort)	37,6 °C le 6, 38,5 °C le 7 et 38,4 °C le 12
Visé	37,8 °C le 12
Aubange	38,6 °C le 8 et 37,4 °C le 12

Tabel 5.3: Temperaturen hoger dan 37,5°C waargenomen in het Belgische klimatologische meetnet.

Kleine-Brogel (Peer)	37,7 °C op 7 en op 12
Houyet	37,6 °C op 12

Tableau 5.3: Températures supérieures à 37,5°C relevées en août 2003 dans le réseau climatique belge.

Kleine-Brogel (Peer)	37,7 °C le 7 et le 12
Houyet	37,6 °C le 12

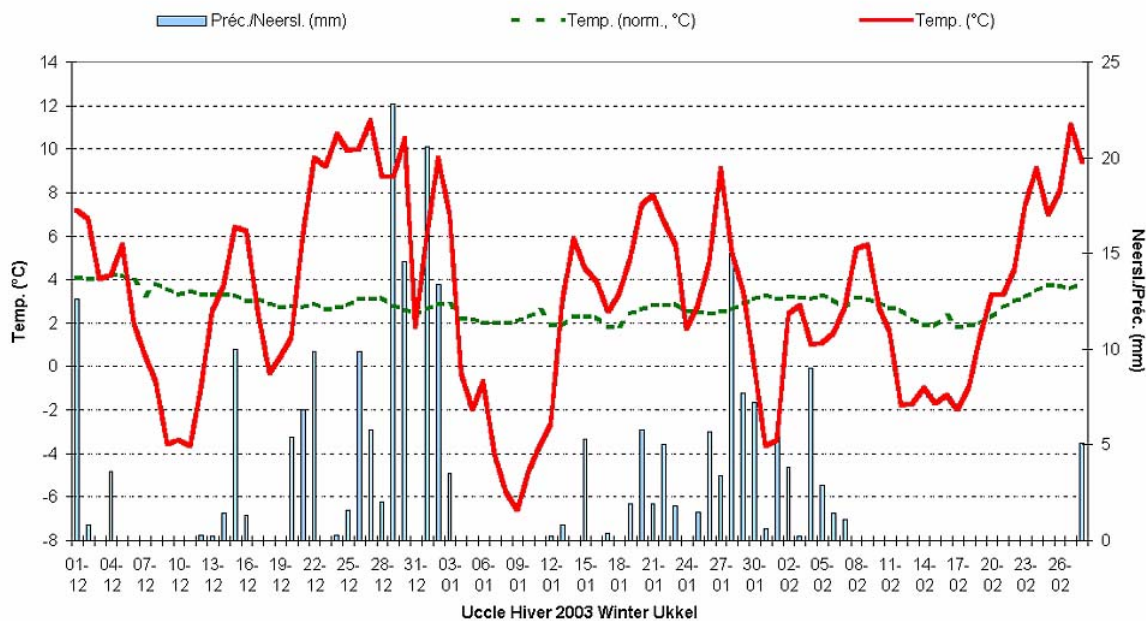
Tabel 5.4: Enkele opmerkelijke maximumtemperaturen uit het verleden

Station	Maximum temperatuur (°C)	Datum
Ramegnies (Belœil)	37,5	03-07-1976
Haacht	37,7	09-07-1959
Gerdingen (Bree)	37,5	09-07-1959
Meeuwen	37,6	03-07-1976
Meeuwen	37,7	16-07-1976
Ronquières (Braine-le-Comte)	37,9	04-07-1957
Ronquières (Braine-le-Comte)	38,4	06-07-1957
Ezemaal (Landen)	38,1	06-07-1957
Gorseem (Sint-Truiden)	37,9	06-07-1957
Tienen	37,6	09-07-1959
Liège (Monsin)	38,4	09-07-1959
La Roche-en-Ardenne	37,6	06-07-1957

Tableau 5.4: Quelques températures maximales remarquables dans le passé

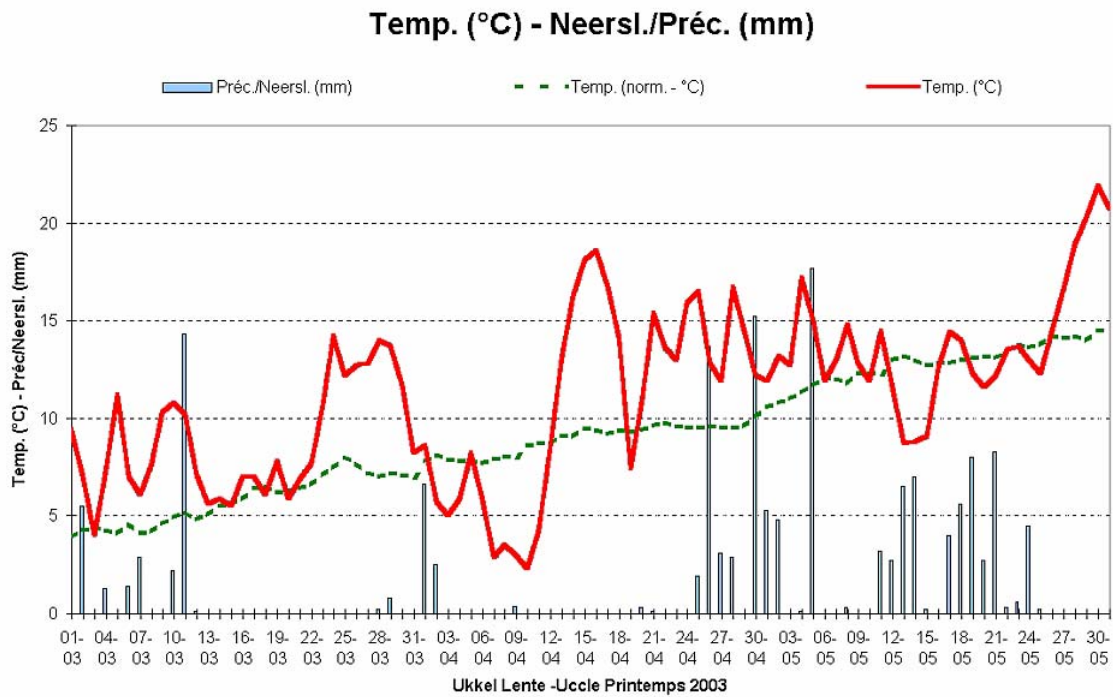
Station	Température Maximale (°C)	Date
Ramegnies (Belœil)	37,5	03-07-1976
Haacht	37,7	09-07-1959
Gerdingen (Bree)	37,5	09-07-1959
Meeuwen	37,6	03-07-1976
Meeuwen	37,7	16-07-1976
Ronquières (Braine-le-Comte)	37,9	04-07-1957
Ronquières (Braine-le-Comte)	38,4	06-07-1957
Ezemaal (Landen)	38,1	06-07-1957
Gorseem (Sint-Truiden)	37,9	06-07-1957
Tienen	37,6	09-07-1959
Liège (Monsin)	38,4	09-07-1959
La Roche-en-Ardenne	37,6	06-07-1957

Temp. (°C) et Neersl/Préc. (mm)



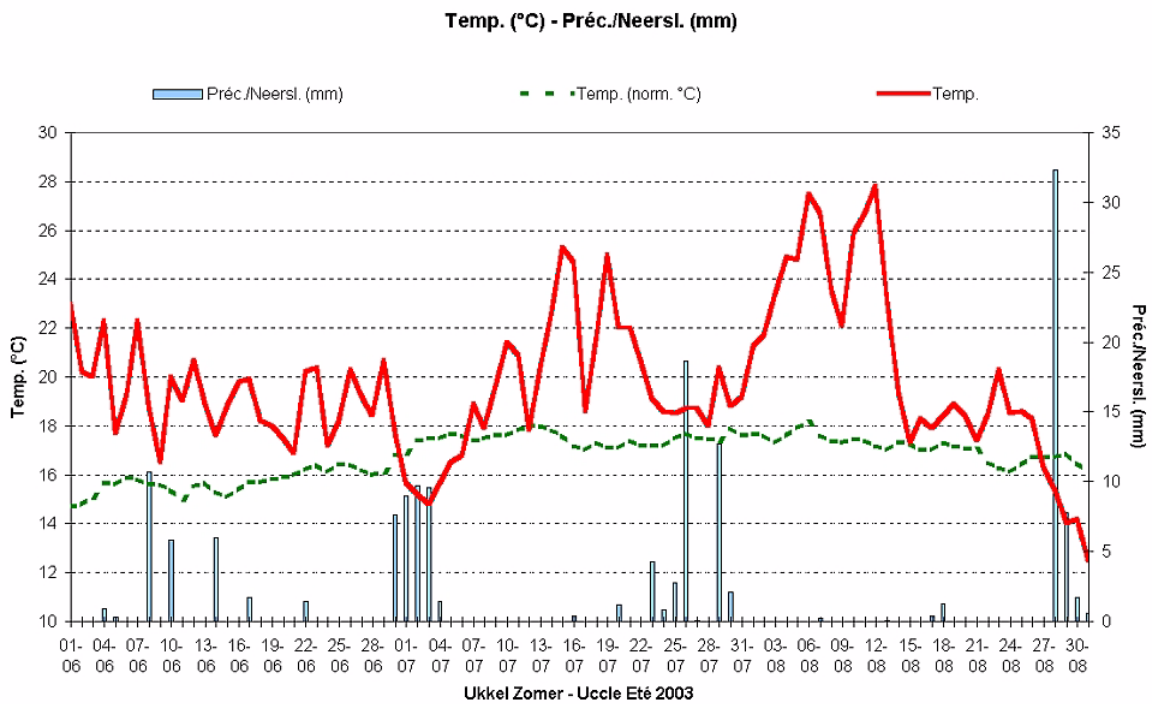
Figuur 5.1. Ukkel winter 2003

Figure 5.1. Uccle hiver 2003



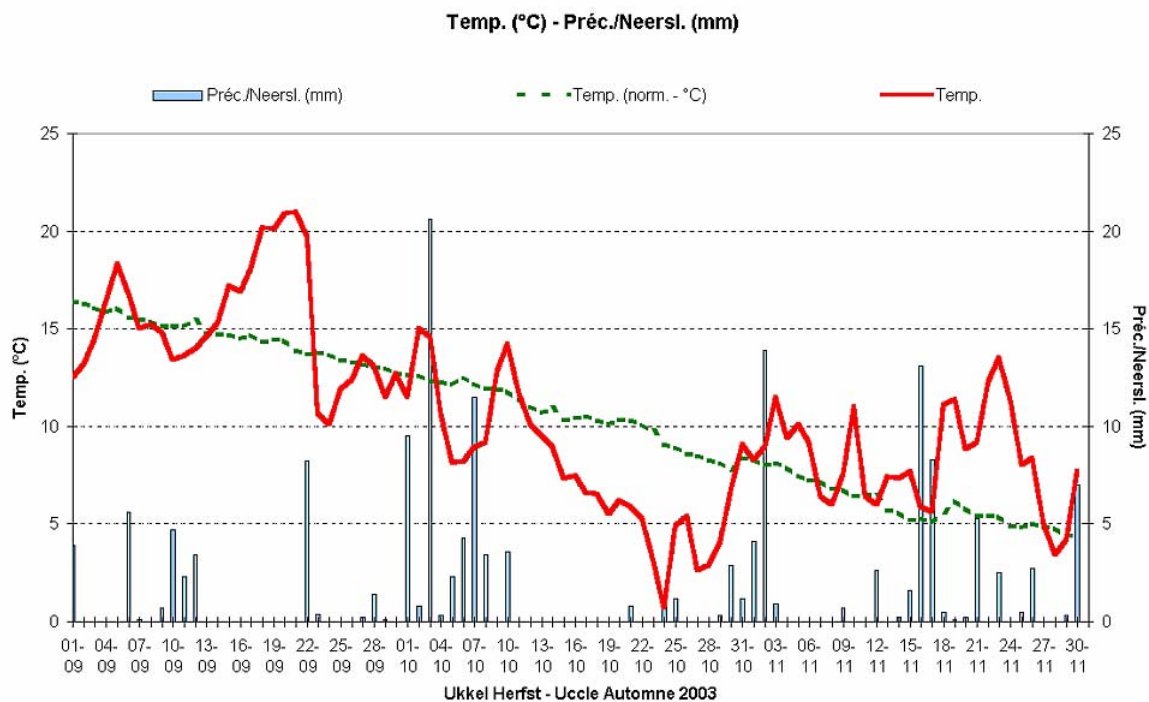
Figuur 5.2. Ukkel lente 2003

Figure 5.2. Uccle printemps 2003



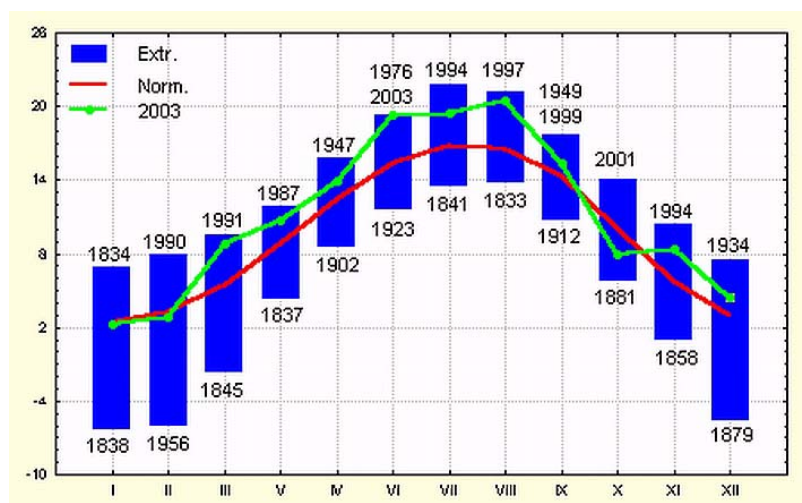
Figuur 5.3. Ukkel zomer 2003

Figure 5.3. Uccle été 2003



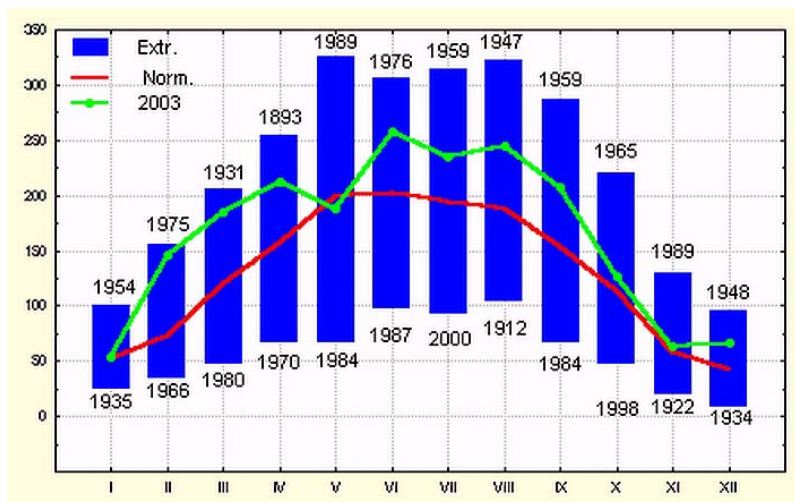
Figuur 5.4. Ukkel herfst 2003

Figure 5.4. Uccle automne 2003



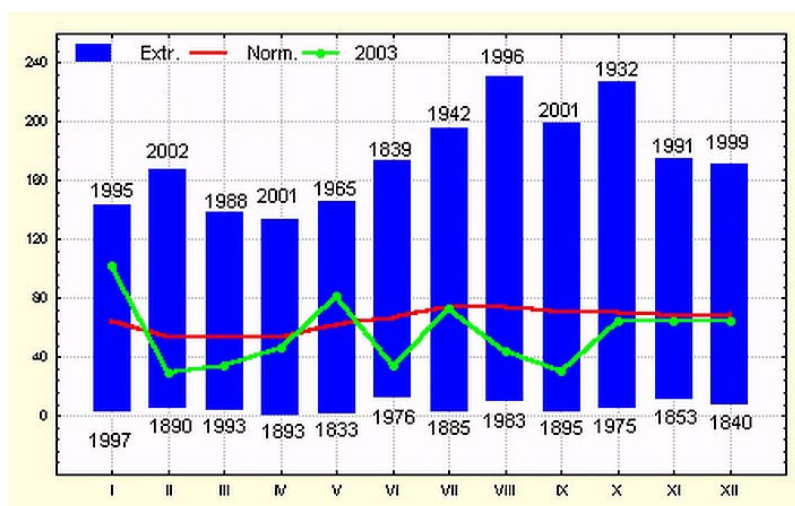
Figuur 5.5. Gemiddelde maandelijkse temperaturen te Ukkel (in °C)

Figure 5.5. Températures moyennes mensuelles à Uccle (en °C)



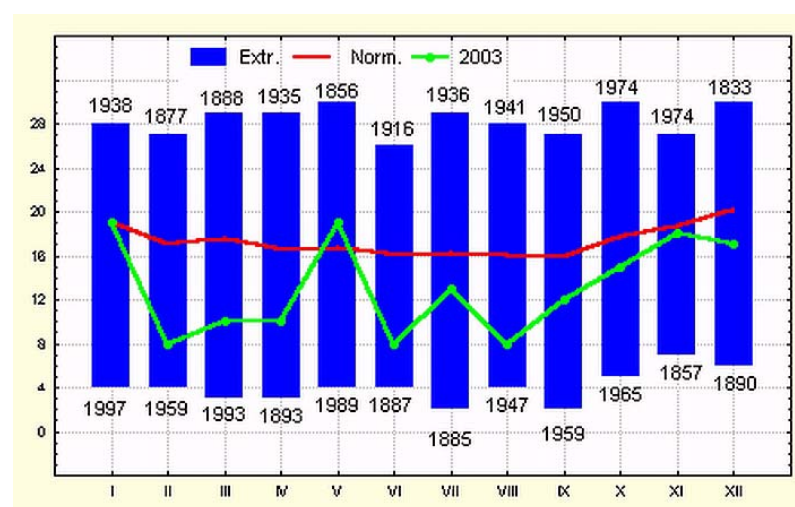
Figuur 5.6. Maandelijke zonneshijnduur te Ukkel (in uren)

Figure 5.6. : Durées d'ensoleillement mensuelles à Uccle (en heures)



Figuur 5.7. Maandelijke neerslaghoeveelheid te Ukkel (in mm)

Figure 5.7. Précipitations mensuelles à Uccle (en mm)



Figuur 5.8. Maandelijks aantal dagen met neerslag (>= 1 mm) te Ukkel (in dagen)

Figure 5.8. Nombres mensuels de jours de précipitations (>= 1 mm) à Uccle (en jours)



Wetenschappelijke Publicaties en Conferenties

Publications Scientifiques et Conférences

Publicaties met leatuurcomité / Publications avec comité de lecture

- Bertrand, C., Clerbaux, N., Ipe, A., Gonzalez, L. 2003; Estimation of the 2002 Mount Etna eruption cloud radiative forcing from Meteosat-7 data, *Remote Sensing of Environment*, 87, p. 257-272
- Cheymol, A., De Backer, H. 2003; Retrieval of the aerosol optical depth in the UV-B at Uccle from Brewer ozone measurements over a long time period 1984-2002, *Journal of Geophysical Research*, vol 108, no D24, 4800, doi: 10.1029/2003JD003758
- Clerbaux, N., Ipe, A., Bertrand, C., Dewitte, S., Nicula, B., Gonzalez, L. 2003; Evidence of azimuthal anisotropy for the thermal infrared radiation leaving the Earth's atmosphere, *International Journal of Remote Sensing*, Volume 24, p. 3005-3010
- Clerbaux, N., Dewitte, S., Gonzalez, L., Bertrand, C., Nicula, B., Ipe, A. 2003; Outgoing longwave flux estimation: improvement of angular modelling using spectral information, *Remote Sensing of Environment*, 85, p. 389-395
- Polder, C., De Backer, H., Tilborghs, G., Van Laer, J. 2003; Aantasting van de ozonlaag, Hoofdstuk 2.15 in *Milieu-en Natuurrapport Vlaanderen, MIRA-T 2003, VMM/Lannoo-Campus*, p. 275-285
- Coheur, P-F, Clerbaux, C, Carleer, M, Fally, S, Hurtmans, D, Colin, R, Hermans, C, Vandaele, A-C, Barret, B, De Mazière, M, De Backer, H. 2003; Retrieval of atmospheric water vapor columns from FT visible solar absorption spectra and evaluation of spectroscopic databases, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 82, p. 133-150
- Dehenauw, D. 2003; De stormvloed van 1 februari 1953: een historische terugblik met moderne technieken, *Wetenschappelijke en technische publicatie KMI*, No 31, 15 p.
- Dehenauw, D. 2003; An objective hail size forecasting method based on mesoscale model output, *Wetenschappelijke en technische publicatie KMI*, No 32, 17 p.
- Zanis, P., Trickl, T., Stohl, H., Cooper, O., Zerefos, C., Gaeggeler, H., Schnabel, C., Tobler, L., Kubik, P.W., Priller, A., Scheel, A.E., Kanter, H.J., Cristofanelli, P., Forster, C., James, P., Gerasopoulos, E., Delcloo, A., Papayannis, A., Claude, H. 2003; Forecast, observation and modelling of a deep stratospheric intrusion event over Europe, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 3, p. 763-777
- Delobbe, L., Dehenauw, D., Hamid, K., Neméghaire, J. 2003; Hail detection using radar observations: case studies in the summer 2002, *Wetenschappelijke en technische publicatie KMI*, No 29, 39 p.
- Demarée, G. 2003; Le pluviographe centenaire du plateau d'Uccle: son histoire, ses données et ses applications. *La Houille Blanche, Revue internationale de l'Eau*, Paris, 4, p. 95-102.
- Ozer, P., Erpicum, M., Demarée, G., Vandiepenbeeck, M. 2003; The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal*, 48 (3), December 2003, p. 489-492.
- De Meyer, F. 2003; Deconvolution of the Fourier spectrum, *Wetenschappelijke en technische publicatie KMI*, No 33, 42 p.

- De Meyer, F. 2003; A modulation model for the solar and lunar geomagnetic variations, *Earth Planet Space*, Vol. 55, no 7, p. 407-418
- De Meyer, F. 2003; A transfer function model for the sunspot cycle, *Solar Physics*, Vol. 217, p. 349-366
- De Smedt, B., Demarée, G., Mohymont, B. 2003; Grubbs revisited : a statistical technique to differentiate measurement methods of the degree of exposure of raingauges in a network. *Hydrological Sciences Journal*, 48 (6), December 2003, p. 891-897.
- Zhao, C., Hus, J., Yan, Y., Wang, H., Zhang, J. 2003; Late Pleistocene-Holocene chronostratigraphic sequence and the geomagnetic polar excursion on the West Coast of Bohai bay, *Geological Survey and research*, vol. 26, no 3, p 183-192
- Hus, J. 2003; The Magnetic Fabric of some Loess/Palaeosol Deposits, *Physics and Chemistry of the Earth*, 28, 689-699
- Ipe, A., Clerbaux, N., Bertrand, C., Dewitte, S., Gonzalez, L. 2003; Pixel-scale composite top-of-the-atmosphere clear-sky reflectances for Meteosat-7 visible data, *Journal of Geophysical research - Atmospheres*, 108(D19), 4612, doi:10.1029/2002JD002771
- Karim, H. 2003; Overzicht van de onweersactiviteit in België in 2001, *Wetenschappelijke en technische publicatie KMI*, No 27, 68 p.
- Karim, H. 2003; Overzicht van de onweersactiviteit in België in 2002, *Wetenschappelijke en technische publicatie KMI*, No 30, 80 p.
- Lahmam-Bennani, A., Duguet, A., Cappello, C. D., Nebdi, H., Piraux, B. 2003; Importance of non-first-order effects in the (e,3e) double ionization of helium, *Phys. Rev. A* 67 (1), 0701
- Nicolis, C., Nicolis, G. 2003; Transitions across a barrier induced by deterministic forcings. *Phys. Rev. E* 67, 046211, 1-13.
- Nicolis, C., Nicolis, G., Kozak, J.J. 2003; Lattice model of the early stages of electrification of a cloud. *Phys. Rev. E* 67, 061104, 1-10.
- Nicolis, C. 2003; Dynamics of Model Error: Some Generic Features. *J. Atmos. Sci.*, 60, 2208-2218.
- Nicolis, C. 2003; Comment on the connection between stability and entropy production. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 129, 3501-3504.
- Nicolis, C., Nicolis, G. 2003; Enhancement of the nucleation of protein crystals by the presence of an intermediate phase: a kinetic model. *Physica A*, 323, 139-154.
- Termonia, P. 2003; Monitoring and Improving the Temporal Interpolation of Lateral-Boundary Coupling Data for Limited-Area Models. *Mon. Wea. Rev.*, 131, p. 2450-2463.
- Vandiepenbeeck, M. 2003; Bilan climatologique de l'année culturale 2000-2001, *Parasitica*, 58 (1), p. 3-11.
- Vannitsem, S. 2003; Intrinsic error growth in a large-domain ETA regional model. *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 131, 2697-2704.

Doctoraatsthesis / Thèse de Doctorat

- Gellens, D. 2003. Étude des précipitations extrêmes - Établissement des fractiles et des périodes de retour d'événements pluviométriques. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade légal de Docteur en Sciences. Université Libre de Bruxelles.

Proceedings

- Dewitte, S., Clerbaux, N., Bertrand, C., Ipe, A., Gonzalez, L., Nicula, B., Joukoff, A.; Generation of TOA Radiative Fluxes from the GERB Instrument Data. Part I: Methods, The 2003 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, 29 September - 3 October 2003, p. 227-227
- Clerbaux, N., Dewitte, S., Ipe, A., Bertrand, C., Gonzalez, L., Joukoff, A.; Generation of TOA Radiative Fluxes from the GERB Instrument Data. Part II: First Results, The 2003 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, 29 September - 3 October 2003, p. 228-235

- Clerbaux, N., Bertrand, C., Dewitte, S., Gonzalez, L., Ipe, A., Nicula, B.; Estimation of TOA radiative fluxes from the GERB instrument data, Proceedings of the SPIE, 6 - 8 August 2003, Infrared Spaceborne Remote Sensing XI, Volume 5152, p. 305 - 315
- Delobbe, L., Holleman, I. ; Radar-based hail detection: impact of height assignment errors on the measured vertical profiles of reflectivity, Preprints, 31st Conference on Radar Meteorology, 6 - 12 August 2003, American Meteorological Society, p. 475-478
- Demarée, G. 2002; Soldiers, Missionaries and Merchants on the Road - Early Instrumental Meteorological Observations carried out by Westerners in China. Mededelingen Zittingen Koninklijke Academie Overzeese Wetenschappen, 48, p. 393-395
- Thuiller, G., Joukoff, A., Schmutz, W. ; Solar Variability as an Input to the Earth's Environment, The Picard Mission, 23-28 June 2003, ESA SP-535, p. 251-257
- Denisova, O.V., Denisov, A.Y., Sapunov, V.A., Rasson, J.L.; Additional Measurement Algorithms in the Overhauser Magnetometer POS-1, Proceedings of the Xth IAGA Workshop on Geomagnetic Instruments Data Acquisition & Processing, April 15-24, 2002, Hermanus Magnetic Observatory, P.O. Box 32, Hermanus 7200, South Africa. editor: Louis Loubser, p. 269-274
- Rasson, J.-L., Sapunov, V.-A.; Development of Testing Methods for Absolute Magnetometers and Some Test Results of the Overhauser Magnetometer POS-I, Proceedings of the Xth IAGA Workshop on Geomagnetic Instruments Data Acquisition and Processing, April 15-24, 2002, Hermanus Magnetic Observatory, P.O. Box 32, Hermanus 7200, South-Africa. Editor: Louis Loubser, p. 275-280
- Rasson, J.-L., da Silva Sumbana, F., Kampine, M.F., Nhatsave, A.A., Riddick, J.C.; Magnetic Observatory and Repeat Station Measurements in Mozambique, Proceedings of the Xth IAGA Workshop on Geomagnetic Instruments Data Acquisition and Processing, April 15-24, 2002, Hermanus Magnetic Observatory, P.O. Box 32, Hermanus 7200, South-Africa. Editor: Louis Loubser, p. 11-32
- Termonia, P., Roulin, E.; Numerieke modellering ten behoeve van neerslagvoorspellingen. Tekst van de lezing gegeven door Piet Termonia op het colloquium "Numeriek modelleren, mogelijkheden en beperkingen", AWZ, Antwerpen, elektronisch tijdschrift Water, (www. tijdschriftwater. be), water, 11 & 12, november & december 2003, 15p

Interne rapporten / Rapports internes

- Brasseur, O., Debal, F. 2003; Prévission des événements de pollution en Région Bruxelloise pour l'hiver 2002-2003, rapport technique réalisé dans le cadre de la convention passée entre l'IRM et la Région wallonne "Traitement et modélisation des données en matière de pollution atmosphérique. Phase probatoire", 78 p.
- De Smedt, B., Demarée, G. 2003; Doorlichting van het pluviografisch meetnet van het Hydrologisch Informatie Centrum (HIC). Eindrapport van het bestek 16EB/01/10 van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AWZ, 113 p., Annexen, 179 p.
- Renier, R. 2003; Functieclassificatie in de federale wetenschappelijke instellingen: van classificatie naar competentiemeting, gevallenstudie van de weersvoorspeller, 77 p.

Abstracts van conferenties of posters / Abstracts des conférences ou des posters

- Demarée, G., Zhang, De'er; An Extreme Climatological Event: the Burning Summer of the Year 1743 over North China in the Context of Climatic Changes. Abstract S2-02-10, International Symposium on Climate Change (ISCC), Beijing, China, 31 March - 3 April, 2003, p. 118-119
- Demarée, G. ; Impacts of the 1853 Conference on Maritime Meteorology on the European Meteorological Services. 150th Anniversary of the Brussels Maritime Conference of 1853, CLIMAR-II, Second JCOMM Workshop on Advances in Maritime Climatology, Abstracts, Brussels, 17-22 November 2003, 1 p.
- Reinisch, B., Huang, X., Belehaki, A., Jodogne, J.-C.; Bottom and Topside Ionospheric TEC Obtained from Ground Based Ionosonde Measurements, International Beacon Satellite Symposium, Boston College, MA, 2003, 5 p.
- Warnant, R., Morel, L., Stankov, S. M., Jodogne, J.-C., Nebdi, H., Jakowski, N.; The use of DORIS as a tool to study the Earth ionosphere, Invited paper. IDS Analysis Workshop, Marne la Vallée, France, 20-21 February 2003, 21 p.
- Jodogne, J.-C., Nebdi, H., Warnant, R.; Comparison of the TEC computed using the NeQuick model, the TEC deduced from GPS measurements and the IEC automatically estimated from the Digisonde data. Special International Reference Ionosphere (IRI) meeting in honor of Professor Karl Rawer at the Kleinheubacher Tagung 2003 of U.R.S.I., Miltenberg, Deutschland, 29 September - 2 October 2003, 7 p.

- Hus, J, Geeraerts, R., Plumier, J.; Archaeomagnetism of a Mediaeval brass melting and working site near Dinant (Belgium) and the suitability of firebricks as geomagnetic field recorders, EGS-AGU-EGU Joint Assembly, Nice, France, 06-11 April 2003, 1 p.
- Cugnon, P., Van der Linden, R., Berghmans, D., Vanlommel, P., Robbrecht, E., Clette, F., Zhukov, A., Wauters, L., Warnant, R., Bruyninx, C., Nebdi, H., Jodogne, J.-C., Heynderickx, D., Stegen, K., Kruglanski, M., Roth, M., Henry, J.-P.; The Solar Influences Data Centre: A Partnership for Space Weather. ESA Space Weather Workshop: Developing a European Space Weather Service Network, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 3-5 November 2003, 19 p.
- Termonia, P. ; Monitoring the coupling-update frequency. 13th ALADIN Workshop, Prague, 24-28 November 2003, 1 p.
- Vannitsem, S., Nicolis, C.; Statistics and dynamics of the lightning activity over Belgium. General Assembly EGS-AGU-EGU, Nice, 06-11/04/2003, EAE03-A-03896, NP10.03-1WE4P-1705, 1 p.

Conferenties en posters (zonder abstracts) / Conférences et posters (sans abstracts)

- Boyen, H. 2003; Temperatuur: zijn betekenis in de meteorologie en zijn meting, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-11-19.
- Cheymol, A. 2003; Aerosol optical depth retrieval from the Brewer measurements from 1984 to 2002, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-10-15.
- Dehenauw, D. 2003; Toegepaste mariene meteorologie in het KMI te Zeebrugge, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-06-18.
- Delcloo, A. 2003; Overview of tropospheric ozone studies at Uccle 2001-2002, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-12-17.
- Delobbe, L. 2003; De meteorologische radar van Wideumont: validatie en toepassingen, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-02-19.
- Demarée, G. ; De moderne instrumentele meteorologische waarnemingen te Brussel / Ukkel (1833-2003) of de problemen inherent aan een lange waarnemingsreeks. Sarton lezing, Universiteit Gent, vrijdag 21 november 2003.
- Demarée, G. ; De Ancien Régime instrumentele meteorologische waarnemingen in België of de geneesheer met lancet en thermometer in het spoor van Hippocrates. Sarton Leerstoel, Universiteit Gent, donderdag 20 november 2003.
- Demarée, G. ; Continental aspects of the Great Storm of the Year 1703. The Great Storm Conference, East Kent Maritime Trust, Ramsgate, U.K., Saturday 29 november 2003.
- Demarée, G., Nordli, O.; On the amount of rain fallen in Macao, China, in the year 1780. Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW), donderdag 18 december 2003
- De Meyer, F. 2003; A transfer model for the sunspot cycle, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-11-05.
- De Smedt, B. 2003; Over instrumenten en locaties voor neerslagmeting, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-01-29.
- Gérard, L. 2003; Behandeling van wolkencondensatie en convectie in een mesoschalig numeriek model, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-10-29.
- Rasson, J.-L.; State of the Art Geomagnetic Instrumentation: AUTODIF (Automatic Diffux), INTERMAGNET meeting, Dourbes, 5/2003
- Rasson, J.-L.; Strategy for the improvement of geomagnetic observatories quality and distribution, XXIII General Assembly of the IUGG, Sapporo 1/7/2003. Symposium: Global Geomagnetic Observatory: Towards an better network of geomagnetic observations
- Termonia, P. 2003; The problem of low temporal resolution in coupling data for ALADIN, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-12-10.
- Vannitsem, S. 2003; Statistische en dynamische analyse van de onweersactiviteit over België, KMI seminarie / Séminaire IRM, 2003-09-17.



Lijst van Afkortingen

Liste des Accronymes et Abbréviations

AARCH:	Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage
AOD:	Aerosol Optical Density
AUTODIF:	Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite
AWZ:	Administratie Waterwegen en Zeewezen
BIM:	Brussels Instituut voor Milieubeheer
BIRA:	Belgisch Instituut voor Ruimte Aeronomie
CELINE :	Cellule Interrégionale de l'Environnement
CEPMMT :	Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme
CERES:	Clouds and Earth's Radiant Energy System
COST:	European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research
CPG:	Centre de Physique du Globe
CRENEGON:	Creation of a Renewed Network of Basic Geomagnetic Observatories of NIS Countries
DGVH:	Direction générale des Voies hydrauliques
DIARAD:	Differential Absolute Radiometer
DISSCO:	Document management Integrated System for Scientific Organisations
ECMWF:	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EMMA:	European Multiservice Meteorological Awareness
EPS:	Ensemble Prediction System
ESA :	European Space Agency
EU:	European Union
EUMETSAT :	European Meteorological Satellites
GERB:	Geostationary Earth Radiation Budget
GMT:	Greenwich Mean Time
GOME:	Global Ozone Monitoring Experiment
GOMOS:	Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars
GPS :	Global Positioning System
IAS:	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
IBGE :	Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement
IDF:	Intensity - Duration - Frequency
IEC :	Ionospheric Electron Content
IGRF:	International Geomagnetic Reference Field
INTAS:	EU International Association acting to preserve and promote the valuable scientific potential of the NIS partner countries

INTERMAGNET:	International Real-time Magnetic Observatory Network
IRCEL:	Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu
IRM :	Institut Royal Météorologique de Belgique
J2EE:	Java 2nd Enterprise Edition
KMI:	Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
KNMI:	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KSB:	Koninklijke Sterrenwacht van België
MET:	Ministère de l'Équipement et des Transports
METOP :	Polar orbiting meteorological satellites
MIGRAN :	Magnetic Induction in the Geomagnetic Range
MIPAS :	Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding
MSG:	Meteosat Second Generation
NCEP:	National Centres for Environmental Prediction
NDSC:	Network for the Detection of Stratospheric Change
NIS:	New Independent States (of former USSR)
OMM :	Organisation Météorologique Mondiale
OMS:	Oceanografisch Meteorologisch Station
ORB:	Observatoire Royal de Belgique
POD :	Programmatorische Overheidsdienst
RIVM :	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMDCN:	Regional Meteorological Data Communication Network
RMSD :	Root Mean Square Distance
RTBF :	Radio Télévision Belge Francophone
RTL :	Radio Télévision Luxembourgeoise
SAF:	Satellite Applications Facilities
SCIAMACHY :	Scanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmospheric CHartography
SETHY:	Service d'Études Hydrologiques
SEVIRI:	Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager
SIDC :	Solar Influences Data Center
SOHO:	Solar and Heliospheric Observatory
SOLCON:	Solar Constant
SPP:	Service Public de Programmation
SQL:	Structured Query Language
TEC :	Total Electronic Content
UE:	Union Européenne
ULB :	Université Libre de Bruxelles
USSR:	Unie van Socialistische Sovjet - Republieken
UTC:	Coordinated Universal Time
UV-B:	Ultraviolet-B
VNIIM:	All Russian Scientific Research Institute for Metrology D.I. Mendeleyev
VRT :	Vlaamse Radio Televisie
VUB:	Vrije Universiteit Brussel
WMO:	Wereld Meteorologisch Organisatie
WOUDC:	World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre
WP:	Work Package