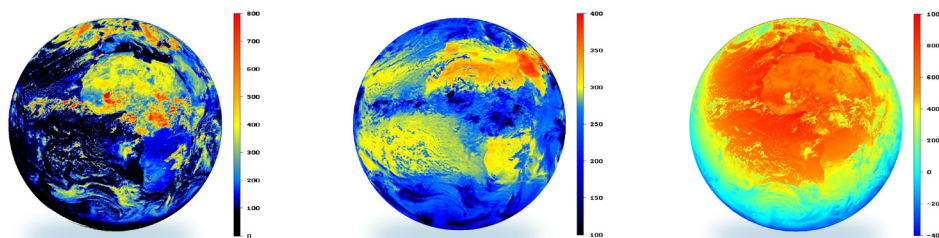


JAAERVERSLAG 2002 RAPPORT ANNUEL



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

Stralingsbalans van de aarde gemeten met het GERB instrument aan boord van de satelliet Meteosat Second Generation (MSG 1) gelanceerd te Kourou eind augustus 2002.

Bilan radiatif de la terre mesuré à l'aide de l'instrument GERB à bord du satellite Meteosat Second Generation (MSG 1), lancé à Kourou fin août 2002.

Inhoudstafel

1	Voorwoord	1
1	Opmerkelijke feiten	3
1.1	De overstromingen van de zomer 2002	3
1.2	Contract met het Ministerie voor Milieu van het Brusselse Gewest	4
1.3	KMI begeleidt ballon rond de wereld	4
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	Nieuwe strategieën voor de ontwikkeling van een hogeresolutie voorspellingsmodel voor België	7
2.1.1.1	Onderzoek aangaande de fysica van het model ALADIN-België	8
2.1.1.2	Koppeling en initialisatie	8
2.1.2	Bekomen resultaten en kwaliteitscontrole	9
2.1.2.1	Algemene kwaliteitsverbetering van producten en diensten	9
2.1.2.2	Evaluatie van de kwaliteit van de voorspellingen en waarschuwingen van het KMI betreffende gevaarlijke weerfenomenen 2002	10
2.1.2.3	Controle van de voorspellingen op middellange termijn	12
2.1.2.4	Gebruik en verificatie van de ENSEMBLE-voorspellingen	14
2.1.2.5	Gebruik en verificatie van de regionale voorspellingen	16
2.1.2.6	Voorspellingen van convectieve neerslag: de situatie op 27 augustus 2002	17
2.2	Verruiming en toepassingen van de kennis over het klimaat	20
2.2.1	Niet-lineair gedrag van de atmosfeer	20
2.2.1.1	Probabilistische en multifractale analyse van de elektrische ontladingen op het Belgisch grondgebied	20
2.2.1.2	Dynamica en statistiek van regionale voorspellingsmodellen	22
2.2.1.3	Dynamische eigenschappen en probabilistische aspecten van modelfouten	23
2.2.1.4	Dynamica van overgangen tussen regimes: rol van de tijdsafhankelijke dwang	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	27
2.2.4	Ozon Balans	28
2.2.4.1	Bepaling van de optische dikte in het UV gebied op basis van Brewer waarnemingen	28
2.2.4.2	Studie van de secundaire maxima in de ozonprofielen	29
2.2.4.3	Validatie van Envisat-1 door middel van metingen op het KMI	30
2.2.4.4	Trends in ozonconcentraties in functie van de hoogte en het seizoen	32
2.2.5	Zonneconstante en energiebalans	33
2.2.6	Studie van de variatie van het geomagnetisch veld	34
2.3	Verbeteren van de waarnemingssystemen	35
2.3.1	Invoeren van nieuwe waarnemingen en uitbreiding van bestaande systemen	35
2.3.1.1	Meetnetten	35
2.3.1.2	Ijklaboratorium	36
2.3.1.3	Teledetectie	36
2.3.1.4	Geomagnetische waarnemingen	37
2.3.1.5	Uitbreiding van het systeem voor de peilingen van de ionosfeer	38
2.3.2	Verhogen van de betrouwbaarheid	39

2.3.2.1	Meetnetten	39
2.3.2.2	Ijklaboratorium	40
2.3.2.3	Ozonwaarnemingen	40
2.3.2.4	Weerradar	42
2.3.2.5	Omgevingsmagnetisme	43
2.3.2.6	Ionosferische peilingen	43
2.3.3	Onderzoek naar nieuwe waarnemingstechnieken	44
2.3.3.1	Hageldetectie	44
2.3.3.2	Energiefluxen aan de top van de atmosfeer	45
3	Vergemakkelijken van de toegang tot de informatie	47
3.1	Informatieverwerking	47
3.1.1	Centrale relationele databank	47
3.1.2	Archivering	48
3.2	Verkorten van de antwoordtijd voor het leveren van informatie	49
3.3	Informatica-infrastructuur	49
3.4	Project DISSCO (Document management Integrated System for Scientific Organisations)	50
4	Uitbreiden en verbeteren van de diensten en producten voor de verschillende gebruikersgroepen	53
4.1	Overheden	53
4.1.1	Waarschuwingen	53
4.1.1.1	Een waarschuwingssysteem voor atmosferisch transport van verontreiniging	53
4.1.1.2	Voorspelling van winterse meteorologische toestanden die ongunstig zijn voor de dispersie van pollutanten	55
4.1.2	Mariene voorspellingen	58
4.1.3	Klimatologische informatie	59
4.2	Het grote publiek	60
4.2.1	Voorspellingen voor de kust	60
4.2.2	TV (nationaal)	60
4.2.3	TV (regionaal)	60
4.2.4	Radio	60
4.2.5	Internet	61
4.2.5.1	Een grafisch waarschuwingssysteem voor gevaarlijk weer	61
4.2.5.2	UV-Voorspellingen	63
4.2.6	Kranten	65
4.2.7	GSM	65
4.3	Socio-economische entiteiten	66
4.3.1	Waarschuwingen	66
4.3.2	Klimatologische informatie	66
4.4	Commerciële entiteit	66
5	Overzicht van het weer het voorbije jaar	67
5.1	Klimatologisch overzicht van het jaar 2002	67
5.2	Onweer tijdens de zomer 2002 in België	74
6	Wetenschappelijke publicaties en conferenties	77

Inhoudstafel

7	Lijst van Afkortingen	81
---	-----------------------------	----

Table des Matières

1	Préface	1
1	Faits marquants	3
1.1	Les inondations de l'été 2002	3
1.2	Contrat avec l'Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement (IBGE)	4
1.3	L'IRM dirige le tour du Monde en ballon	4
2	Plus de sécurité grâce à la connaissance du temps et du climat	7
2.1	Amélioration des prévisions et des avertissements sur terre et sur mer	7
2.1.1	Nouvelles stratégies pour le développement d'un modèle de prévision à haute résolution pour la Belgique	7
2.1.1.1	Recherche concernant la physique du modèle ALADIN-Belgique	8
2.1.1.2	Couplage et initialisation	8
2.1.2	Résultats obtenus et contrôle de qualité	9
2.1.2.1	Amélioration générale des produits et des services	9
2.1.2.2	Evaluation de la qualité des prévisions et des avertissements IRM relatifs aux phénomènes météorologiques dangereux durant l'année 2002	10
2.1.2.3	Contrôle des prévisions à moyenne échéance	12
2.1.2.4	Utilisation et vérification des prévisions d'ENSEMBLE	14
2.1.2.5	Utilisation et vérification des prévisions régionales	16
2.1.2.6	Prévisions de précipitations convectives: situation du 27 août 2002	17
2.2	Elargissement et applications de la connaissance du climat	20
2.2.1	Comportement non-linéaire de l'atmosphère	20
2.2.1.1	Analyse probabiliste et multifractale de décharges électriques sur le territoire belge	20
2.2.1.2	Dynamique et statistique de modèles de prévision régionale	22
2.2.1.3	Propriétés dynamiques et aspects probabilistes des erreurs de modélisation	23
2.2.1.4	Dynamique des transitions entre régimes: rôle des forçages dépendant du temps	24
2.2.2	Estimation de 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 sur l'Europe	27
2.2.4	Bilan d'ozone	28
2.2.4.1	Détermination des épaisseurs optiques dans l'UV à partir des observations Brewer	28
2.2.4.2	Etude des maxima secondaires dans les profils d'ozone	29
2.2.4.3	Validation des données ENVISAT à l'aide des mesures de l'IRM	30
2.2.4.4	Tendances de la concentration d'ozone en fonction de l'altitude et de la saison	31
2.2.5	Constante solaire et bilan d'énergie	33
2.2.6	Etude de la variation du champ géomagnétique	34
2.3	Amélioration des systèmes d'observation	35
2.3.1	Introduction de nouvelles observations et extension des systèmes existants	35
2.3.1.1	Réseaux d'observations	35
2.3.1.2	Laboratoire d'étalonnage	36
2.3.1.3	Téledétection	36
2.3.1.4	Observations géomagnétiques	37
2.3.1.5	Extension du système de sondage ionosphérique	38
2.3.2	Renforcer la fiabilité	39

2.3.2.1	Réseaux d'observations	39
2.3.2.2	Laboratoire d'étalonnage	40
2.3.2.3	Observations d'ozone	40
2.3.2.4	Observations radar	42
2.3.2.5	Magnétisme environnemental	43
2.3.2.6	Sondages ionosphériques	43
2.3.3	Recherche de nouvelles techniques d'observation	44
2.3.3.1	Détection de la grêle	44
2.3.3.2	Flux d'énergie au sommet de l'atmosphère	45
3	Faciliter l'accès à l'information	47
3.1	Traitement de l'information	47
3.1.1	Banque de données centrale relationnelle	47
3.1.2	Archivage	48
3.2	Ecourter le temps de réponse pour la fourniture de l'information	49
3.3	Infrastructure informatique	49
3.4	Projet DISSCO (Document management Integrated System for Scientific Organisations)	50
4	Élargir et améliorer les services et produits aux différents groupes d'utilisateurs	53
4.1	Les autorités	53
4.1.1	Avertissements	53
4.1.1.1	Un système d'alerte pour la dispersion atmosphérique des polluants	53
4.1.1.2	Prévisions des situations météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants	55
4.1.2	Prévisions marines	58
4.1.3	Les informations climatologiques	59
4.2	Le grand public	60
4.2.1	Prévisions pour la côte	60
4.2.2	Les Télévisions nationales	60
4.2.3	Les Télévisions régionales	60
4.2.4	Les Radios	60
4.2.5	Internet	61
4.2.5.1	Un système d'avertissement graphique pour les conditions météorologiques dangereuses	61
4.2.5.2	Prévisions UV	63
4.2.6	Les journaux	65
4.2.7	GSM	65
4.3	Les entités socio-économiques	66
4.3.1	Avertissements	66
4.3.2	Informations climatologiques	66
4.4	Les entités commerciales	66
5	Le temps en 2002	67
5.1	Résumé climatologique de l'année 2002	67
5.2	Les orages de l'été 2002 en Belgique	74
6	Publications scientifiques et conférences	77

Table des Matières

7	Liste des Accronymes et Abréviations	81
---	--	----

Lijst van Figuren

Figuur 1. Overstromingen langs de Maas te Godinne.	4
Figuur 2. Volledig traject door de ballon afgelegd in 14 dagen.	5
Figuur 3. Rozière ballon "Spirit of Freedom", met helium- en warme lucht cel.	6
Figuur 4. De gemiddelde seizoensfout (ofwel de gemiddelde afwijking ME) voor de voorspellingen van de temperatuur op twee meter hoogte voor een voorspelde periode van 1 tot 6 dagen. In de rechtse grafiek stellen T00 en T12 respectievelijk de temperaturen om 00.00 en 12.00 UTC voor, terwijl in de linkse grafiek TN en TX de minimum en de maximum temperaturen voorstellen, respectievelijk voor de perioden van 18.00 tot de volgende dag 06.00 en vanaf 06.00 tot 18.00 UTC.	13
Figuur 5. De gemiddelde seizoensgebonden skill score (SS) vergeleken met de climatologie voor voorspellingen voor 1 tot 6 dagen. In de rechtse grafiek stellen T00 en T12 respectievelijk de temperaturen om 00.00 en 12.00 UTC voor, terwijl in de linkse grafiek TN en TX de minimum en de maximum temperaturen voorstellen, respectievelijk voor de perioden van 18.00 tot de volgende dag 06.00 en vanaf 06.00 tot 18.00 UTC.	13
Figuur 6. Voorbeeld van de spreiding van enkele variabelen aan de grond, afgeleid uit de ensemble voorspellingen van het Europees model.	15
Figuur 7. De grafiek illustreert de subjectieve verificatie van het regionaal model ALADIN-België door de voorspeller. Hij toont voor 3 klassen de gemiddelde maandelijkse waarde van de voorspellingen van het model voor de temperatuur op 2m hoogte. De resultaten tonen aan dat de voorspellingen van deze temperatuur voor Ukkel meestal nuttig zijn. De toename van de voorspellingen met een mindere kwaliteit gedurende het laatste trimester, weerspiegelt de moeilijkheid om de daling van de temperatuur 's nachts correct te voorspellen.	16
Figuur 8. Neerslag in mm (liter/m ²) waargenomen tussen 27 augustus 2003 om 8u en 28 augustus 8u UT. In het zwart zijn de gemiddelde waarden weergegeven, in het rood de maxima.	17
Figuur 9. Simulatie van de 3-uurlijkse neerslag voor de situatie van 27 en 28 augustus 2002 tussen de middag en 06 UTC. Deze resultaten werden bekomen met de nieuwe versie van het ALADIN model.	19
Figuur 10. Radar echo's gemeten te Wideumont op 27 augustus 2002 om 15h39 UTC.	19
Figuur 11. Totaal aantal bliksems tussen de wolken en de grond in functie van de verblijftijd T in de actieve toestand. De verschillende symbolen stemmen overeen met verschillende jaren.)	21
Figuur 12. Gebiedsdomein van het hydrologische SCHEME model aangepast aan het conceptueel hydrologisch IRMB model en toegepast op de bekkens van de Maas en de Schelde.	25
Figuur 13. Blootstelling van de HIC pluviograaf sites te Sterrebeek, Lommel en Vlamertinge waarbij de angulaire hoogte (in graden) van de obstakels gegeven wordt voor de acht hoofdwindrichtingen. De streepjeslijnen geven duiden de WMO normen aan.	27
Figuur 14. Jaarlijkse variatie van de aërosol optische dikte in het UV (306.3 nm), zoals waargenomen met de Brewer spectrofotometer te Ukkel van 1984 tot 2002.	29
Figuur 15. Verdeling van de secundaire maxima waargenomen door het SAGE II instrument. De waarden stemmen overeen met het percentage van de ozonprofielen met een secundair maximum, gemiddeld voor de maanden maart, april en mei van 1985 tot 2000.	30
Figuur 16. Vergelijking tussen de totale kolom ozon (uitgedrukt in Dobson-eenheden), gemeten door SCIAMACHY en de kolom gemeten door de Brewer nr. 16 spectrofotometer te Ukkel (periode van 17/9/2002 tot 26/10/2002).	31
Figuur 17. Seizoenstrends als functie van de hoogte in ozon concentraties te Ukkel, gedurende 1988-2001.	33
Figuur 18. METEOSAT zichtbaar beeld (links) in vergelijking met een SEVIRI RGB (Rood: 1,6 µm, Groen: 0,8 µm, Blauw: 0,6 µm) kleurenbeeld (rechts) bekomen op hetzelfde tijdstip.	37
Figuur 19. Het nieuwe station voor magnetische metingen in het natuurgebied "Het Zwin".	38
Figuur 20. Grafische interface van de software ontwikkeld voor de acquisitie van gedigitaliseerde gegevens.	39
Figuur 21. Maandgemiddelden in 2002 tussen metingen in het automatisch weerstation (AWS) en manuele klimatologische metingen (CLIM) te Ukkel, voor dagelijkse waarden van de maximale (rTX) en de minimale (rTN) temperatuur.	40

Figuur 22. Scatterplot van quasi gelijktijdige metingen van de UV index met twee Brewer spectrofotometers te Ukkel. De blauwe lijn is het resultaat van een lineaire regressie.	41
Figuur 23. Verhouding tussen de geaccumuleerde hoeveelheid neerslag in mei 2002, berekend uit waarnemingen met de weerradar en waarnemingen bij de grond, als functie van de afstand tot de radar.	42
Figuur 24. Voorbeeld van een ionogram en ionosferische karakteristieken die gevisualiseerd worden in reële tijd op the website http://digisonde.oma.be . 44	
Figuur 25. Verticale doorsnede van een onweerscel vergezeld van hagel, die waargenomen werd op 3 juni 2002. Het verticale bereik van de cel bedraagt meer dan 10 km. Deze verticale doorsnede werd afgeleid uit driedimensionale gegevens van de weerradar van Wideumont.	45
Figuur 26. De webapplicatie Metap Forms voor het invoeren van de voorspellingen.	48
Figuur 27. Illustratie van een depositieberekening van de pollutant.	54
Figuur 28. Illustratie van de berekende evolutie van de depositie in Helsinki op 29/04/02.	55
Figuur 29. NO ₂ concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemeten tijdens de maand februari 2003. Bron: IRCEL (niet-gevalideerde gegevens)	56
Figuur 30. Situatie op 21 februari 2003. Evolutie van het temperatuurprofiel en de transportlengte volgens de voorspelling van ALADIN op 20/02/2003 om 0u UT.	57
Figuur 31. Het OMS maakte de weersvoorspellingen tijdens Sail 2002 in Zeebrugge	59
Figuur 32. Voorspelling voor vandaag onder grafische vorm	61
Figuur 33. Invoerblad van de gegevens per parameter.	62
Figuur 34. Controleblad voor visualisatie van de ingevoerde gegevens.	63
Figuur 35. Voorbeeld van een UV-index verwachting	64
Figuur 36. Dagelijkse gang van de UV-index in Ukkel	64
Figuur 37. Voorbeeld van een voorspelling via SMS	66
Figuur 38. Maandelijks gemiddelde temperaturen te Ukkel(in °C)	70
Figuur 39. Maandelijks zonneshijnduur te Ukkel (in uren)	71
Figuur 40. Maandelijks aantal neerslagdagen te Ukkel (in dagen)	71
Figuur 41. Maandelijks neerslag te Ukkel (in mm)	72
Figuur 42. Ukkel winter 2002	72
Figuur 43. Ukkel lente 2002	73
Figuur 44. Ukkel zomer 2002	73
Figuur 45. Ukkel herfst 2002.	74

Liste des Figures

Figure 1. Inondations le long de la Meuse à Godinne.	4
Figure 2. La trajectoire complète a été effectuée en 14 jours	5
Figure 3. Le ballon Rosière "Spirit of Freedom", gonflé à l'hélium et à l'air chaud	6
Figure 4. L'erreur moyenne saisonnière (ou le biais moyen noté ME) pour les prévisions de la température de surface entre 1 et 6 jours d'échéance. Dans le graphique de droite T00 et T12 représentent respectivement les températures à 00h00 et 12h00 UTC tandis qu'à gauche TN et TX indiquent les températures minimales et maximales respectivement pour les périodes nocturnes (de 18h00 au lendemain 06h00 UTC.) et diurnes (de 06h00 à 18h00 UTC).	13
Figure 5. L'erreur moyenne saisonnière (ou le biais moyen noté ME) pour les prévisions de la température de surface entre 1 et 6 jours d'échéance. Dans le graphique de droite T00 et T12 représentent respectivement les températures à 00h00 et 12h00 UTC tandis qu'à gauche TN et TX indiquent les températures minimales et maximales respectivement pour les périodes nocturnes (de 18h00 au lendemain 06h00 UTC.) et diurnes (de 06h00 à 18h00 UTC).	13
Figure 6. Exemple de la dispersion de quelques variables de surface issues des prévisions d'ensemble du modèle Européen	15
Figure 7. (illustrant la vérification subjective du modèle régional ALADIN Belgique) : le graphe reprend, en fonction de 3 classes, l'estimation mensuelle des prévisions du modèle ALADIN Belgique toutes échéances confondues. Pour la température à 2 mètres prévue dans le centre du pays (Uccle) on peut considérer que le modèle est très utile. L'augmentation du nombre de prévisions de moindre qualité au cours du dernier trimestre reflète surtout la difficulté de prévoir correctement la décroissance des températures nocturnes.	16
Figure 8. Précipitations en mm (littres/m ²) observées entre le 27 à 8h et le 28 août 2002 à 8h TU. Les valeurs indiquées en noir représentent une moyenne et les valeurs en rouge sont les maximums observés à la station.	17
Figure 9. Simulation des précipitations tri-horaires pour la situation du 27 et du 28 août 2002 entre midi et 06h TU. Ces résultats ont été obtenus à l'aide de la nouvelle version du modèle ALADIN.	19
Figure 10. Echos radar mesurés à Wideumont le 27 août 2002 à 15h39 TU.	19
Figure 11. Nombre total d'éclairs nuage-sol en fonction du temps de résidence, T, dans l'état actif. Les différents symboles correspondent aux différentes années étudiées.	21
Figure 12. Domaines du modèle hydrologique SCHEME, adapté du modèle hydrologique conceptuel IRMB et appliqué aux bassins de la Meuse et de l'Escaut.	25
Figure 13. Exposition des sites des pluviographes du HIC à Sterrebeek, Lommel et Vlamertinge: la hauteur angulaire (en degrés) des obstacles est donnée pour les huit directions principales; les tirets indiquent les normes de l'OMM.	27
Figure 14. Variation annuelle de l'épaisseur optique dans l'UV (306.3 nm) à Uccle, observée avec le spectrophotomètre Brewer à Uccle, entre 1984 et 2002.	29
Figure 15. Distribution géographique des maxima secondaires observés par l'instrument SAGEII. Les valeurs correspondent au pourcentage des profils d'ozone qui présentent un maximum secondaire, valeurs moyennes pour les mois de mars, avril et mai pour les années 1985 à 2000.	30
Figure 16. Comparaison entre la quantité totale d'ozone (exprimée en unités Dobson) mesurée par SCIAMACHY et l'instrument Brewer No. 16 situé à Uccle (période couverte : 17/09/2002 au 26/10/2002).	31
Figure 17. Tendances saisonnières des concentrations d'ozone à Uccle en fonction de l'altitude pour la période 1988-2001.	33
Figure 18. Image de Meteosat dans le visible (gauche) en comparaison avec une image en couleurs (Rouge: 1,6 µm, vert: 0,8 µm et bleu: 0,6 µm) de SEVIRI RGB (droite) obtenue au même moment.	37
Figure 19. La nouvelle station de répétitions magnétiques dans la réserve naturelle "Het Zwin".	38
Figure 20. Interface graphique du logiciel développé pour l'acquisition numérique.	39
Figure 21. Différences mensuelles en 2002 entre les mesures de la station automatique (AWS) et les mesures climatologiques classiques (CLIM) à Uccle, pour les températures journalières maximales (rTX) et minimales (rTN).	40

Figure 22. Comparaison entre les mesures quasi simultanées de l'index UV effectuées par les deux instruments Brewer. La droite de régression linéaire est en bleu.	41
Figure 23. Rapport entre le cumul mensuel observé en mai 2002 par le radar météorologique et mesuré au sol en fonction de la distance au radar. .	42
Figure 24. Un exemple d'ionogramme et des caractéristiques ionosphériques qu'on peut visualiser en temps réel sur le site web http://digisonde.oma.be .	44
Figure 25. Coupe verticale d'une cellule orageuse accompagnée de grêle observée le 3 juin 2002. L'extension verticale de la cellule atteint plus de 10 km. Cette coupe verticale est extraite des données à 3 dimensions du radar météorologique de Wideumont.	45
Figure 26. L'application Web Metap Forms pour l'importation des prévisions.	48
Figure 27. Illustration d'un calcul de dépôt d'un polluant	54
Figure 28. Illustration du calcul de l'évolution d'un dépôt à Helsinki le 29/04/02.	55
Figure 29. Concentrations de NO ₂ (µg/m ³) mesurées au cours du mois de février 2003. Source : CELINE (données non validées)	56
Figure 30. Situation du 21 février 2003. Evolution des profils de température et de longueur de transport établis à partir de la simulation ALADIN initialisée le 20/02/2003 à 0 TU.	57
Figure 31. La station océanique a élaboré les prévisions météorologiques pendant " Sail 2002 " à Zeebrugge	59
Figure 32. Forme graphique de la prévision "pour aujourd'hui".	61
Figure 33. Page alimentée en données classées par paramètre.	62
Figure 34. Feuille de contrôle pour la visualisation des données.	63
Figure 35. Exemple d'un bulletin de prévision UV.	64
Figure 36. Evolution journalière de l'index UV à Uccle.	64
Figure 37. Exemple de prévisions par SMS	66
Figure 38. Températures moyennes mensuelles à Uccle (à gauche, en °C)	70
Figure 39. Insolations mensuelles (à droite, en heures)	71
Figure 40. Nombres mensuels de jours de précipitations (à gauche, en jours)	71
Figure 41. Précipitations mensuelles à Uccle (à droite, en mm)	72
Figure 42. Uccle hiver 2002	72
Figure 43. Uccle printemps 2002	73
Figure 44. Uccle été 2002	73
Figure 45. Uccle automne 2002	74

In 2002 werd verder gewerkt aan de realisatie van de objectieven zoals deze in het strategisch plan 2001-2005 werden opgenomen, namelijk:

- Meer veiligheid door kennis over weer en klimaat;
- Uitbreiden en verbeteren van de diensten en producten voor de verschillende gebruikersgroepen;
- Vergemakkelijken van de toegang tot de informatie.

Voor wat betreft "meer veiligheid door kennis over weer en klimaat" gingen de inspanningen vooral naar het verbeteren van het hoge resolutie model voor België, het ontwikkelen van een methodologie voor de evaluatie van de kwaliteit van de voorspellingen en van de waarschuwingen voor gevaarlijke weerfenomenen. In het kader van de verruiming en toepassing van de kennis over het klimaat, ging de aandacht vooral uit naar het niet lineair gedrag van de atmosfeer, de schatting van hydrologische risico's, de ozonbalans en de zoneconstante.

Belangrijke inspanningen gebeurden om de meteorologische en geofysische waarnemingssystemen te verbeteren.

De toegang tot de informatie werd vergemakkelijkt door het operationeel maken van de relationele databank en het verder ontwikkelen van een systeem voor documentbeheer.

Verscheidene nieuwe producten en diensten werden gerealiseerd, ze waren vooral gericht op de overheid en het grote publiek.

Niettegenstaande de inzet van al het personeel van het instituut konden belangrijke objectieven, zoals het verkorten van de antwoordtijd voor het leveren van informatie aan de regering in het kader van het rampenfonds, het vergemakkelijken van de toegang tot de gegevensbanken van het KMI voor de gebruikers buiten het instituut, of de accreditatie van het ijklaboratorium, niet gerealiseerd worden. De nodige bijkomende middelen werden hiervoor niet verkregen.

Integendeel, de verdere realisatie van het strategisch plan werd bemoeilijkt door de gebrekkige processen voor het vervangen van statutair personeel dat de instelling verlaat. Het KMI is een kennisorganisatie, om de continuïteit en de overdracht van kennis te garanderen, dient nieuw personeel gedurende voldoende tijd samen te werken met het personeel dat de instelling verlaat. Dit is niet mogelijk indien de vervangingen enkele jaren op zich

En 2002, l'IRM a poursuivi la réalisation des objectifs définis dans le plan stratégique 2001-2005, à savoir:

- Plus de sécurité par la connaissance sur le temps et le climat;
- Elargir et améliorer la gamme de produits et de services orientés vers le client;
- Faciliter l'accès à l'information.

En ce qui concerne l'objectif "Plus de sécurité par la connaissance sur le temps et le climat", les efforts ont surtout porté sur l'amélioration du modèle de prévision à haute résolution pour la Belgique, le développement d'une méthodologie pour l'évaluation de la qualité des prévisions et des avertissements en cas de phénomènes météorologiques dangereux. Dans le cadre de l'élargissement et de l'application de la connaissance sur le climat, l'attention s'est portée principalement sur le comportement non linéaire de l'atmosphère, l'évaluation des risques hydrologiques, le bilan d'ozone et la constante solaire.

Des efforts importants ont été consentis pour améliorer les systèmes d'observation météorologique et géophysique.

L'accès à l'information a été facilité en rendant opérationnelle la banque de données relationnelle et en poursuivant le développement d'un système de gestion de documents.

Plusieurs nouveaux produits et services ont été réalisés, ils sont principalement destinés au grand public et aux autorités publiques.

Nonobstant l'ardeur de tout le personnel de l'institut, des objectifs importants tels la réduction de temps de réponse pour la fourniture d'informations au gouvernement dans le cadre du fonds des calamités, la facilitation de l'accès aux banques de données de l'IRM pour les utilisateurs externes, ou l'accréditation du laboratoire d'étalonnage, n'ont pas pu être atteints. Les crédits supplémentaires nécessaires à leur réalisation n'ont pas été obtenus.

Par ailleurs, la poursuite de la réalisation du plan stratégique a été gênée en raison de processus médiocres pour le remplacement du personnel statutaire qui quitte l'institut. L'IRM est une organisation hautement spécialisée et pour garantir la continuité et le transfert des connaissances, les nouveaux membres du personnel doivent pouvoir accompagner pendant un temps suffisant le personnel qui s'apprête à se retirer. Cela est impossible

laten wachten. Ook de talrijke tijdelijke contracten van onderzoekers, die aan projecten werken die de realisatie van de strategische objectieven moet toelaten, vormt een bedreiging voor de kennisoverdracht. Door hun precair statuut riskeert het KMI om noodzakelijke en geduldig opgebouwde knowhow te verliezen. Kortom, het gebrekkige personeelsbeheer op federaal vlak vormt een ernstige bedreiging voor het Koninklijk Meteorologisch Instituut als kennisorganisatie.

Dr Henri Malcorps
Directeur van het KMI

si les remplacements ne sont réalisés que des années après le départ des agents. Pire, le caractère précaire des nombreux contrats à durée déterminée des chercheurs qui travaillent sur des projets devant permettre la réalisation d'objectifs stratégiques fragilise aussi le transfert de connaissances. De ce fait, l'IRM risque de perdre un know-how de grande valeur, construit patiemment. En d'autres mots, la gestion défectueuse du personnel sur le plan fédéral constitue une menace pour l'Institut Royal Météorologique en tant qu'organisation de connaissances.

Dr Henri Malcorps
Directeur de l'IRM

1.1 De overstromingen van de zomer 2002

Aan de westelijke kant van Europa, heerst in onze regio's een gematigd klimaat maar dit sluit niet uit dat er nog steeds de mogelijkheid bestaat dat er zich bijzondere meteorologische situaties voordoen die kunnen leiden tot onaangename gevolgen voor de bevolking. In het bijzonder zijn er dit jaar op het einde van de maand juli en gedurende de maand augustus verschillende onweerachtige neerslagzones, sommige zelfs zeer hevig, op regelmatige tijdstippen over ons land getrokken. Lokaal zijn er waterwegen buiten hun oevers getreden en werd op vele plaatsen in ons land waterschade gemeld. Dit voornamelijk op 30 juli evenals op 20, 24 en 27 augustus.

Vanaf eind augustus heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken het advies van het KMI gevraagd in verband met de meteorologische condities die aan de basis lagen van de waargenomen schade. Het onderzoek van de pluviometrische gegevens, die ter beschikking staan van het KMI, en met behulp van de radarbeelden van de radar onlangs geïnstalleerd te Wideumont, heeft het Instituut in staat gesteld een rapport op te stellen op 13 september. We hebben op verschillende plaatsen in het land uurlijkse of dagelijkse neerslaghoeveelheden gemeten die de criteria, vastgesteld door het Ministerie van Binnenlandse Zaken om het exceptionele karakter van de neerslag aan te tonen, hebben overschreden.

Met deze gelegenheid, en dank zij de ruimtelijke spreiding, werd het nut van de radar aangetoond. Met dit hulpmiddel konden de gemeten oppervlaktewaarden in de zones met de meest opmerkelijke hoeveelheden beter omschreven worden. Inderdaad, neerslag gepaard gaande met onweer wordt dikwijls gekenmerkt door belangrijke verschillen op korte afstand en het waarnemingsnetwerk op de grond kan niet in detail zulke situaties aantonen.

Meermaals dit jaar werd beroep gedaan op alle hulpmiddelen van het Instituut in het geval van crisissituaties. Met name in het geval van de hevige storm van 27 oktober die ons land heeft doorkruist en ook bij nieuwe overstromingen die op vele plaatsen ons land hebben geteisterd gedurende de laatste dagen van dit jaar.

1.1 Les inondations de l'été 2002

Sur la façade occidentale de l'Europe, le climat dit tempéré de nos régions n'exclut cependant pas la possibilité de situations météorologiques particulières pouvant occasionner des difficultés parfois sérieuses pour les populations. Cette année, en particulier, à la fin du mois de juillet et durant le mois d'août, plusieurs zones de précipitations orageuses, parfois très intenses, ont traversé le pays. Localement, plusieurs cours d'eau ont débordé et des dégâts dus à l'eau furent signalés en de nombreux endroits du pays, principalement le 30 juillet et les 20, 24 et 27 août.

Dès la fin août, le Service public fédéral Intérieur demandait l'avis de l'IRM sur les conditions météorologiques à l'origine de ces dégâts. L'examen des données pluviométriques à la disposition de l'IRM, ainsi que le recours à l'imagerie du radar installé récemment à Wideumont, permit à l'Institut de rendre son rapport dès le 13 septembre. On avait observé en plusieurs endroits du pays des quantités de précipitations horaires ou journalières dépassant les critères retenus par le Service public fédéral Intérieur pour définir le caractère exceptionnel des précipitations.

À cette occasion, grâce à sa couverture spatiale, le radar s'avéra un complément très utile aux mesures effectuées en surface pour circonscrire les zones dans lesquelles les pluies avaient été les plus remarquables. En effet, les précipitations orageuses sont souvent caractérisées par des différences importantes sur de faibles distances et les réseaux de mesures au sol ne peuvent pas rendre compte de cette situation avec toute la finesse souhaitée.

Une telle mobilisation des moyens de l'Institut en cas de situation de crise eut encore lieu à plusieurs autres reprises au cours de l'année. Ce fut notamment le cas lors de la violente tempête qui traversa nos régions le 27 octobre et lors des nouvelles inondations qui touchèrent de nombreuses localités du pays pendant les derniers jours de l'année.



Figuur 1.1. Overstromingen langs de Maas te Godinne (foto: F. Honnay).

Figure 1.1. Inondations le long de la Meuse à Godinne (photo: F. Honnay).

1.2 Contract met het Ministerie voor Milieu van het Brusselse Gewest.

Het Aladin- model werd gebruikt om een index te berekenen voor de kans op intense luchtverontreiniging in het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest. Na een onderzoeksfase (zie jaarverslag 2001) werd de procedure operationeel gemaakt. Een waarschuwingsbulletin wordt dagelijks naar het Ministerie voor Milieu van het Brusselse Gewest gezonden.

1.3 KMI begeleidt ballon rond de wereld

In juni en begin juli hebben twee KMI-meteorologen ingestaan voor de meteorologische begeleiding van de succesvolle allereerste soloballonvlucht rond de wereld van Steve Fossett. Het KMI heeft daarin een belangrijke ondersteunende rol gespeeld, onder meer door het gebruik van specifieke computermodellen die op de supercomputer van het KMI gedraaid werden.

Beide meteorologen werden voor de gelegenheid door het KMI gedetacheerd naar St. Louis, VS, waar het vluchtcentrum van Fossett was gevestigd. Hun inzichten en voorspellingen lagen mee aan de basis van het succes van de vlucht, die ook een aantal records opleverde. Fossett brak het snelheidsrecord rond de wereld vliegen (14 dagen), vloog als eerste solo omheen het zuidelijk halfrond, en ook het gebruik van een niet-

1.2 Contrat avec l'Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement (IBGE)

Les sorties du modèle Aladin ont été utilisées pour calculer un indice de risque de pollution intense sur la Région de Bruxelles Capitale. Après une phase de recherche (voir Rapport annuel 2001), le procédé a été porté à un stade opérationnel. Un bulletin d'avertissement est envoyé chaque jour au Ministère de l'Environnement de la Région de Bruxelles.

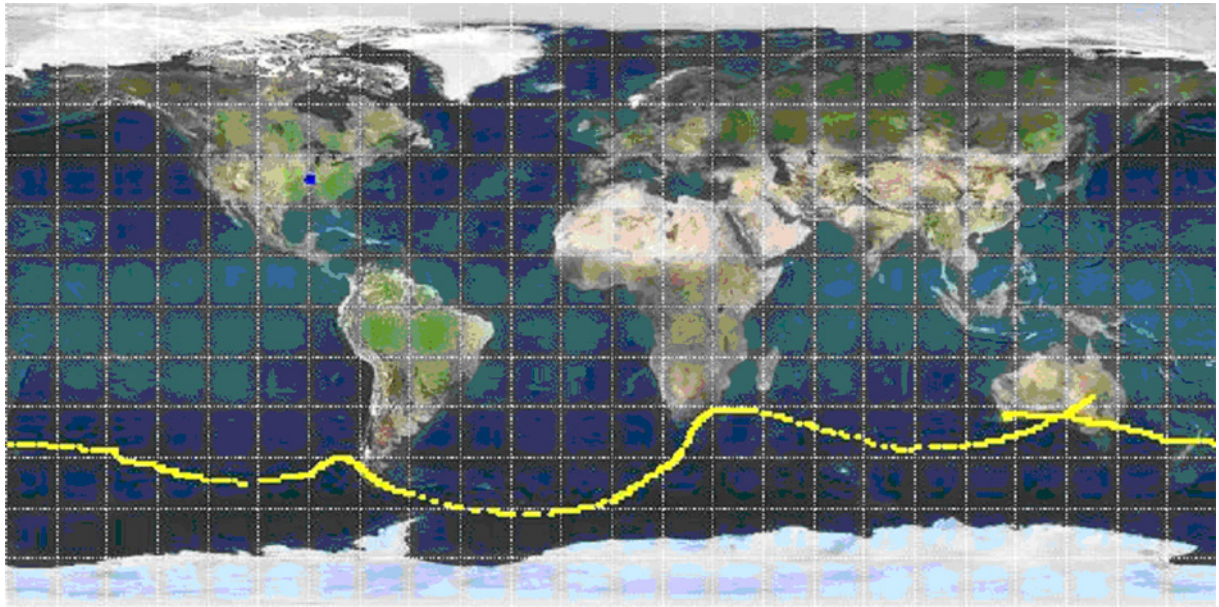
1.3 L'IRM dirige le tour du Monde en ballon

En juin et au début du mois de juillet, deux météorologues de l'IRM ont assuré le service météo du premier tour du Monde en ballon en solitaire qu'a réalisé avec succès l'aéronaute Steve Fossett. L'IRM a joué dans l'aventure un rôle de soutien important, mettant à la disposition de cette équipe le super ordinateur de l'IRM permettant le recours à des modèles numériques spécifiques.

Pour la circonstance, les deux météorologues ont été détachés de l'Institut et envoyés en mission à St Louis aux Etats-Unis où était installé le centre nerveux du vol de Steve Fossett. Leur expérience en matière de prévisions est pour beaucoup dans la réussite de l'opération qui a été l'occasion d'une série de records. Le record de vitesse pour un tour du Monde (14 jours), le premier vol en solitaire autour du monde par l'hémisphère sud, l'usage

gepressuriseerde cabine was daarbij een primeur. Boven de Indische Oceaan werd een snelheid van ongeveer 320 km/u gehaald op een hoogte van 11 km.

d'une cabine non pressurisée pour la traversée. Au dessus de l'Océan Indien, la vitesse du ballon était proche des 320 km à l'heure et l'altitude d'environ 11 km.



Figuur 1.2. Volledig traject door de ballon afgelegd in 14 dagen (bron: Marathon Racing inc)

Figure 1.2. La trajectoire complète a été effectuée en 14 jours (source: Marathon Racing inc.)



Figuur 1.3. Rozière ballon "Spirit of Freedom", met helium- en warme lucht cel (foto: Marathon Racing inc.)

Figure 1.3. Le ballon Rosière "Spirit of Freedom", gonflé à l'hélium et à l'air chaud (photo: Marathon Racing inc.)

Meer veiligheid door kennis over het weer en het klimaat

Meer veiligheid door kennis over weer en klimaat is één van de drie strategische objectieven van het KMI; de andere zijn het beter toegankelijk maken van de informatie en het uitbreiden en verbeteren van de producten en diensten aan de verschillende gebruikersgroepen van het KMI.

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

Meer veiligheid door kennis over het weer wensen we in de eerste plaats te bereiken door het verbeteren van de waarschuwingen. Dit vereist het verder ontwikkelen van het hogeresolutie voorspellingsmodel voor België, het invoeren van nieuwe waarnemingsmethoden en hun integratie in de modellen en het voorspellingsproces, en tenslotte de kwaliteitscontrole.

2.1.1 Nieuwe strategieën voor de ontwikkeling van een hogeresolutie voorspellingsmodel voor België

Via de afdeling "Hydrometeorologische modellering" neemt het KMI op actieve wijze deel aan een internationaal project voor hogeresolutiemodellering. In totaal nemen 15 landen deel aan het project ALADIN (Aire Limitée, Adaptation Dynamique, Développement International). Door deze samenwerking beschikken wij over een voorspellingsmodel met een resolutie van 7 km dat gecentreerd is boven België en operationeel gebruikt wordt voor voorspellingen tot 48 uur.

Er worden voortdurend inspanningen geleverd om onze kennis en competentie op het vlak van de numerieke weervoorspelling te onderhouden en verder te ontwikkelen. Daarnaast stelt de groep onderzoeksrichtingen voor die verband houden met onze eigen specificiteiten om de performantie van het model ALADIN-België te optimaliseren. Zo zijn we actief geweest in verschillende domeinen (zie 2.1.1.1 en 2.1.1.2), waarbij elke onderzoeker zijn eigen specialisatie heeft.

2 Plus de sécurité grâce à la connaissance du temps et du climat

Plus de sécurité grâce à la connaissance du temps et du climat est un des trois objectifs stratégiques de l'IRM ; les autres sont la facilitation de l'accès à l'information et l'élargissement et l'amélioration des produits et services aux différents groupes d'utilisateurs de l'IRM.

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

Nous souhaitons atteindre notre objectif " Plus de sécurité par la connaissance du temps " grâce à l'amélioration de nos observations. Ce qui implique la poursuite du développement du modèle de prévision à haute résolution pour la Belgique, l'introduction de nouvelles méthodes d'observation et leur insertion dans les modèles et processus prévisionnels, sans oublier in fine, un contrôle de qualité.

2.1.1 Nouvelles stratégies pour le développement d'un modèle de prévision à haute résolution pour la Belgique

L'IRM participe, de façon très active, par le biais de sa section " Modélisations Hydro-Météorologiques ", à un effort international de modélisation à haute résolution de l'atmosphère. Quinze pays participent au projet ALADIN (Aire Limitée, Adaptation Dynamique, Développement International). Cette collaboration nous a permis de disposer d'un modèle de prévision à mailles de 7 km centré sur la Belgique. Celui-ci est utilisé opérationnellement (2 fois par jour) pour des prévisions jusqu'à 48 h d'échéance.

Des efforts sont consentis en permanence afin de maintenir et de développer notre savoir-faire et notre compétence dans le domaine de la prévision numérique du temps. Par ailleurs, le groupe propose des voies de recherche en liaison avec nos spécificités afin d'optimiser les performances du modèle ALADIN. Ainsi, nous avons été actifs dans plusieurs domaines (voir 2.1.1.1 et 2.1.1.2), chaque chercheur ayant une spécialité propre.

2.1.1.1 Onderzoek aangaande de fysica van het model ALADIN-België

Een belangrijke uitdaging op dit domein is de representatie van convectie en in het bijzonder de onderverdeling in bijdragen die door het model beschreven kunnen worden en andere die geparametriseerd moeten worden omdat hun schaal te klein is voor de resolutie van het model.

Een onderzoeker ontwikkelt momenteel een coherent systeem voor "vochtigheidsfysica" dat prognostische variabelen bevat voor het water in wolken en voor convectie. De parametrisatie van de convectieve massaflux maakt het onderscheid tussen stijgende en dalende luchtstromen en houdt rekening met microfysische eigenschappen van wolken. Het systeem zal een van de eersten zijn dat een oplossing biedt voor het conflict tussen neerslag en opgeloste of submazige bewolking, wat het realisme van de parametrisatie sterk zal verbeteren.

Er is eveneens onderzoek verricht naar de behandeling van submazige orografische effecten, wat resulteerde in een publicatie (zie hoofdstuk 6).

Een postdoctorale onderzoeker, gedetacheerd van de universiteit van Bratislava (Slowakije) en gefinancierd door de Europese Gemeenschap (Alatnet), heeft zijn werk over de prognostische behandeling van turbulentie voortgezet. Deze originele benadering moet leiden tot een betere voorstelling van de atmosferische grenslaag en, in het bijzonder, van de dagcyclus.

2.1.1.2 Koppeling en initialisatie

Het jaarverslag van 2001 vermeldde reeds de tekortkomingen van het huidige koppelingsmechanisme tussen ALADIN-Frankrijk en ALADIN-België. Dat probleem werd diepgaand geanalyseerd aan de hand van een herbestudering van de stormen van december 1999, die sterk onderschat werden door ALADIN-België.

Zo is men gekomen tot het toevoegen van een versnellingsterm bij de interpolatie tussen opeenvolgende koppelingsvelden (momenteel beschikbaar om de 3 uur), wat geleid heeft tot een verbetering van de voorspelling. Deze studie heeft eveneens aangetoond dat het mogelijk is de kwaliteit van de koppelingsvelden te evalueren. Dat resultaat heeft belangrijke praktische gevolgen, want het laat toe om de tijdsintervallen te identificeren waar de standaardprocedure niet in staat is een snel evoluerend verschijnsel correct in rekening te brengen. Daaruit volgt dat het onder die omstandigheden nodig is het tijdsinterval tussen opeenvolgende koppelingen te verkleinen.

Deze resultaten worden behandeld in een artikel dat aanvaard is voor publicatie in *Monthly Weather Review*.

2.1.1.1 Recherche concernant la physique du modèle ALADIN-Belgique

Un défi essentiel dans ce domaine est celui de la représentation de la convection et, en particulier, la partition entre les contributions résolues et celles qui doivent être paramétrisées car d'extension inférieure à la taille de la maille.

Un chercheur développe actuellement un système cohérent pour la " physique humide " incluant des variables pronostiques pour l'eau nuageuse et l'activité convective. La paramétrisation des flux de masse convectifs distingue les courants ascendants et descendants et prend en compte des aspects de la microphysique des nuages. Le système sera un des premiers à offrir une réponse au conflit entre précipitation et nébulosité résolue ou sous-maille, ce qui devrait grandement améliorer le réalisme des paramétrisations.

Des recherches se sont également poursuivies sur le traitement des effets de l'orographie sous-maille et ont donné lieu à une publication (cfr. chapitre 6).

Un chercheur post-doc, détaché du service météorologique slovaque, grâce à un financement de la Communauté Européenne (Alatnet), a poursuivi ses travaux sur le traitement pronostique de la turbulence. Cette approche originale devrait conduire à une meilleure représentation de la couche limite atmosphérique et, en particulier, de son cycle diurne.

2.1.1.2 Couplage et initialisation

Le rapport annuel 2001 signalait déjà les déficiences du procédé de couplage en usage entre ALADIN-France et ALADIN-Belgique. Ce problème a été analysé en profondeur sur base d'un réexamen des tempêtes de décembre 1999, largement sous-estimées par ALADIN-Belgique.

C'est ainsi que l'on a adjoint un terme d'accélération dans l'interpolation entre champs de couplage successifs (disponibles actuellement de 3 en 3 heures), ce qui a entraîné une amélioration de la prévision. Cette étude a également montré qu'il était possible d'évaluer la qualité des champs interpolés. Ce résultat a des conséquences pratiques importantes car il permet d'identifier les intervalles de temps où la procédure standard est incapable de prendre correctement en compte un phénomène à évolution rapide. Il s'ensuit que, dans ces circonstances, il devient nécessaire de réduire l'intervalle de temps entre couplages successifs.

Ces résultats ont fait l'objet d'un article accepté pour publication dans le *Monthly Weather Review*. La mise en

De operationele implementatie is voorzien is voorzien tijdens een zending naar Toulouse in 2003.

Daarnaast is een techniek ontwikkeld, gebaseerd op wavelets, om over betere beginvoorwaarden te beschikken. Hiervoor houdt men rekening met de statistische eigenschappen van meteorologische variabelen in zowel observaties als schattingen afkomstig van een voorspelling. In de (standaard) spectrale representatie van ALADIN is het echter niet mogelijk rekening te houden met lokale eigenschappen. Om dat probleem te verhelpen zijn we van plan over te gaan naar een representatie met behulp van wavelets. Die procedure geeft de mogelijkheid om tegelijkertijd de plaats en de schaal van fenomenen te beschrijven. Zo wordt het dan mogelijk de lokale variaties te beschrijven van de statistische eigenschappen van meteorologische velden.

In samenwerking met Météo-France hebben we ook een studie beëindigd over de impact op de voorspellingen van een nieuwe database met van vegetatie- en bodemgegevens op zeer hoge resolutie. Hieruit blijkt dat vele interne parameters van het globale model Arpège en van de ALADIN modellen aangepast moeten worden om maximaal voordeel te halen uit deze nieuwe fysiografische gegevens.

De assimilatie door middel van optimale interpolatie voor het domein van ALADIN België werd afgewerkt. Dit verbetert de oppervlakteanalyses, wat leidt tot betere scores voor de voorspellingen van 9 tot 12 uur. Er wordt momenteel gewerkt aan de operationele implementatie van deze procedure op SGI, wat in het bijzonder zal toelaten het functioneren van de Belgische automatische weerstations te volgen.

2.1.2 Bekomen resultaten en kwaliteitscontrole

2.1.2.1 Algemene kwaliteitsverbetering van producten en diensten

- In verband met het evalueren van de kwaliteit en betrouwbaarheid van de waarschuwingen werd door het KMI een database ontwikkeld omtrent de waarschuwingen voor storm en harde wind die de voorbije tien jaar verspreid werden. De resultaten zullen in samenwerking met het Oceanografisch en Meteorologisch Station (OMS) te Zeebrugge verwerkt worden.
- Aan de opleiding van het personeel en de verhoging van de competentie werd bijzondere aandacht besteed. In 2002 werd door voorspellers een cursus gevolgd bij Météo-France betreffende synoptische meteorologie, lokale verschijnselen en convectie.
- De personeelsleden werden gemotiveerd door hen te wijzen op het belang dat de gebruikers hechten aan

œuvre opérationnelle est prévue lors d'une mission à Toulouse en 2003.

Par ailleurs, une technique basée sur les ondelettes a été développée afin de disposer de meilleures conditions initiales. Pour définir celles-ci, on tient compte des propriétés statistiques des variables météorologiques aussi bien de champs observés que d'ébauches issues d'une prévision. Toutefois, comme le modèle ALADIN est spectral, il n'est pas possible de tenir compte de propriétés locales. C'est pour surmonter cet inconvénient que l'on a envisagé de recourir à une représentation en ondelettes. Ce procédé permet de décrire à la fois la localisation et l'échelle des phénomènes. C'est ainsi qu'il devient possible de prendre en compte les variations locales des propriétés statistiques des champs météorologiques.

Nous avons, par ailleurs, terminé, en collaboration avec Météo-France, une étude de l'impact sur les prévisions d'une nouvelle base de données à très haute résolution sur la végétation et la nature du sol. Il s'avère que de nombreux paramètres au sein du modèle global Arpège et des modèles ALADIN devront être réajustés pour tirer le meilleur profit de ces nouvelles données physiographiques.

L'assimilation par interpolation optimale a été finalisée sur le domaine ALADIN Belgique. Les analyses de surface s'en trouvent amendées, ce qui améliore le score des prévisions jusqu'à 9 et 12 h d'échéance. L'implémentation opérationnelle de cette chaîne sur le calculateur SGI est en cours, ce qui permettra, complémentarément de suivre le fonctionnement des stations automatiques belges.

2.1.2 Résultats obtenus et contrôle de qualité

2.1.2.1 Amélioration générale des produits et des services.

- Dans la perspective de l'évaluation de la qualité et de la fiabilité des avertissements, nous avons constitué une base de données reprenant les avertissements des grands vents et des tempêtes émis ces dix dernières années. Les résultats seront prochainement retravaillés en collaboration avec la station de météorologie marine (OMS) de Zeebrugge.
- Une attention toute particulière a été apportée dans la formation du personnel et dans le niveau de compétence. Un cours spécifique sur la météorologie synoptique et sur la convection locale a été suivi à Météo-France par quelques prévisionnistes.
- Les membres du personnel s'en sont trouvés plus motivés, du fait de la production de services plus fiables et de l'intérêt qu'ont manifesté les utilisateurs

de geleverde diensten en producten. Medewerkers van Electrabel werden tijdens een algemene en praktische meteorologische cursus op het KMI opgeleid.

- Een betere controle van de verzendingen werd gerealiseerd (in nauwe samenwerking met de afdeling Informatica-infrastructuur en telecommunicatie) door het operationeel in dienst nemen van een door het KMI ontwikkeld softwarepakket voor controle van de verzendingen.
- Frequente updates (minstens 7 maal per dag) van de nowcastberichten op de website van het KMI werden gerealiseerd, met zoveel mogelijk regionale informatie (waarnemingen en voorspellingen) met betrekking tot zwaar weer.

2.1.2.2 Evaluatie van de kwaliteit van de voorspellingen en waarschuwingen van het KMI betreffende gevaarlijke weerfenomenen 2002

Naast het vermelden van gevaarlijke weerfenomenen in zijn voorspellingen stelt het KMI, indien nodig, ook waarschuwingen op. Tot en met 2002 waren de gangbare criteria hiervoor: meer dan 25 mm neerslag in 24 uur, rukwinden van meer dan 100 km per uur, en tenslotte onweer met kans op schade. Het KMI geeft echter geen waarschuwingen uit voor sneeuwval en gladheid op de wegen om dubbelgebruik en verwarring met de wegenberichten van de Meteo-Wing te vermijden.

In overeenstemming met het strategisch plan van het KMI werd de kwaliteit van de diensten, geleverd aan de gebruikers, gestaag verbeterd door:

- Het verbeteren van de controle op de kwaliteit van de producten en hun toelevering aan de gebruikers, onder meer door een betere controle van de verzendingen, door het operationeel in dienst nemen van een softwarepakket voor controle van de verzendingen.
- De optimalisatie van de productie en distributie processen
- Frequentere updates (minstens 7 maal per dag) van de nowcastberichten op de website van het KMI, met zoveel mogelijk regionale info (waarnemingen en voorspellingen) met betrekking tot gevaarlijk weer. De media besteden immers alsmar meer aandacht aan extreem weer. Vermits voorspellers vaak in contact komen met journalisten is er dan ook een soort van druk om meer speciale berichten op te stellen.

à leur livraison. Des membres du personnel d'Electrabel ont suivi un cours dispensé à l'IRM dont l'orientation était axée vers leurs besoins pratiques.

- Un meilleur contrôle des envois a été mis sur pied en collaboration avec la section informatique et télécommunications. Il a été rendu possible grâce au développement en interne d'un logiciel propre au contrôle de nos envois.
- Une actualisation fréquente des prévisions à très court terme a été mise sur pied (au moins 7 fois par jour) et est présente sur le site Web; cette rubrique comporte le plus possible d'informations régionales (prévisions et avertissements) et plus spécifiquement en cas de gros temps.

2.1.2.2 Evaluation de la qualité des prévisions et des avertissements IRM relatifs aux phénomènes météorologiques dangereux durant l'année 2002.

Si nécessaire, l'IRM établit en plus des renseignements relatifs aux phénomènes dangereux, des avertissements. Jusqu'en 2002, les critères suivants furent adoptés : plus de 25 mm en 24 heures, rafales de plus de 100 km par heure, et finalement les orages avec risque de dégâts. Cependant l'IRM ne donne pas d'avertissement pour les chutes de neige et le verglas afin d'éviter toute confusion ou double emploi avec les bulletins des routes du Wing Météo.

En accord avec le plan stratégique de l'IRM, la qualité des services aux utilisateurs a été améliorée par :

- Un meilleur contrôle de la qualité des produits et de leur envoi aux utilisateurs, entre autres par la mise en service d'un software pour le contrôle des envois.
- L'optimisation du processus de production et de distribution.
- Les médias prêtent sans cesse de plus en plus d'attention aux événements météorologiques extrêmes. Les prévisionnistes sont souvent en contact avec les journalistes; cela constitue une motivation pour la mise en place de bulletins spéciaux. Il en résulte aussi de fréquentes mises à jour (au moins 7 fois par jour) de la prévision à court terme sur le site web de l'IRM, avec autant d'informations régionales que possible concernant les phénomènes météorologiques dangereux (avertissements et prévisions).

Tabel 2.1: Extreem weer in 2002 en de kwaliteit van de voorspelling of waarschuwing

2002	Aantal dagen	Correcte voorspelling of waarschuwing	Opmerkingen
Sneeuw	16	100%	alleen voorspellingen
Algemene ijzel	1	100%	
Plaatselijk ijzel	7	88%	1 dag gemist
Bliksem > 5000 ontladingen	13	70%	7 waarschuwingen voor 8 dagen met meer dan 10000 ontladingen
Rukwinden > 100 km/u	6	83%	1 maal voorspeld, max. slechts 86 km/u
Hevige neerslag > 25 mm/24u over een uitgebreid gebied	21	95%	neiging tot overschatting van de uitgebreidheid van de neerslag
Hevige neerslag > 25 mm/24u ten minste op één plaats	68	62%	locale gevallen worden gemakkelijk gemist

Tijdens het jaar 2002 werden er globaal genomen meer speciale en correctere berichten verstuurd dan de voorgaande jaren. Een aantal modellen (ALADIN, UKMO, ETA, ...) zijn pas de laatste 2 tot 3 jaar beschikbaar geworden op het weerbureau. De meer grootschalige modellen, waarover het weerbureau reeds beschikte vóór 2002, hebben de neiging om extreme weersituaties nogal eens af te vlakken. Lokale hevige fenomenen werden hierdoor "uitgesmeerd" over een veel groter grondgebied. Door het gebruik van kleinschalige modellen wordt de aandacht van de voorspeller dus extra gevestigd op gevaarlijke weerstoestanden en kan hij nu accurater voorspellen.

Ook de kwaliteit van de mariene voorspellingen van het OMS werd opgevolgd. Zo bedroeg de fout op de voorspelde windsnelheid gemiddeld 0,8 Bft en op de windrichting 30°, waarmee we nog steeds beter doen dan de computervoorspellingen.

In het kader van de continue opleiding werden door het OMS-personeel zelf interne cursussen georganiseerd over bijvoorbeeld de interpretatie van hoogtekarten, waarbij om beurten iemand een topic voorbereidde, nota's beschikbaar stelde en uiteenzettingen gaf aan de collega's.

Tableau 2.1: Temps extrême en 2002 et qualité des prévisions ou avertissements

2002	Nombre de jours	Prévision ou avertissements corrects	Remarques
Neige	16	100%	Prévisions uniquement
Verglas généralisé	1	100%	
Verglas localisé	7	88%	1 jour raté
Éclairs > 5000 décharges	13	70%	7 avertissements pour 8 jours avec plus de 10000 décharges
Rafale > 100 km/h	6	83%	Prévu 1 fois, maximum de 86 km/h seulement
Précipitations intenses > 25mm/24h sur une zone étendue	21	95%	Légère tendance à surestimer l'étendue spatiale des précipitations
Précipitations intenses > 25 mm/24h au moins à un endroit	68	62%	Événements locaux difficiles à prévoir

Durant l'année 2002, il y a eu globalement plus de prévisions et de bulletins spéciaux corrects envoyés par rapport aux années précédentes. Un certain nombre de modèles (ALADIN, UKMO, ETA,...) ont seulement été mis à la disposition du bureau du temps ces 2 à 3 dernières années. Les modèles à plus grandes échelles, dont le bureau du temps disposait déjà avant 2002, ont tendance à minimiser les situations météorologiques extrêmes. Les phénomènes violents locaux étaient de ce fait "ratés" sur une plus grande zone. Avec la mise au point de modèles de prévision à petite échelle, l'attention des prévisionnistes a été attirée sur les situations météorologiques dangereuses. Les prévisionnistes peuvent maintenant établir des prévisions plus précises.

La qualité des prévisions maritimes de l'OMS a également été étudiée. Ainsi, l'erreur de prévision de la vitesse du vent s'élevait à 0,8 Bft en moyenne et celle de la direction du vent à 30°, résultats qui sont encore meilleurs que ceux des prévisions par ordinateur.

Dans le cadre de la formation continue, des cours internes ont été organisés par le personnel même de l'OMS sur l'interprétation des cartes d'altitude par exemple, où chacun à tour de rôle présentait un sujet, distribuait des notes et faisait un exposé devant ses collègues.

2.1.2.3 Controle van de voorspellingen op middellange termijn

Het Europees Centrum voor weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) te Reading, waarvoor het KMI bijdraagt sinds 1979, beheert een globaal atmosferisch voorspellingsmodel. De resolutie van dit spectraal model werd gevoelig vergroot, verhoogd tot 511 spectrale componenten wat neerkomt op een horizontale resolutie van ongeveer 40 km. De verticale resolutie bevat 60 niveau's in de onderste 50 km van de atmosfeer. Dagelijks worden de producten van dit Europees model verstuurd naar het KMI. De interpretatie ervan laat toe om dagelijks een weerbericht te maken geldig voor onze streken en voor heel Europa, voor een periode van minstens 7 dagen vooruit.

De voorspelde variabelen aan het aardoppervlak zoals de temperatuur, de minimum- en maximumtemperatuur, de gemiddelde windsnelheid en de gecumuleerde neerslag worden vergeleken met de waarnemingen van Ukkel voor de voorspellingen voor een periode van 1 tot 6 dagen.

Voor de winterperiode (oktober tot maart) en de zomerperiode (april tot september) worden verschillende statistische parameters berekend. De gemiddelde fout (ME = Mean Error) geeft een beeld van de over- of onderschatting van het model. De spreiding op de voorspellingsresultaten wordt geschat door de gemiddelde absolute fout (MAE = Mean Absolute Error) en de gemiddelde kwadratische fout (RMSE = Root Mean Square Error). Tenslotte wordt de Skill Score (SS) gedefinieerd door de MAE van het model te vergelijken met deze van de klimatologie (MAE)CL door middel van volgende formule $SS = 100 [1 - MAE / (MAE)CL]$.

De statistische resultaten voor de volgende variabelen aan het aardoppervlak worden regelmatig gepubliceerd: de temperatuur, de maximumtemperatuur voor de periode 06-18 UTC, de minimumtemperatuur voor de periode 18-06 UTC, het dagelijkse windmaximum en de dagelijkse gecumuleerde neerslag.

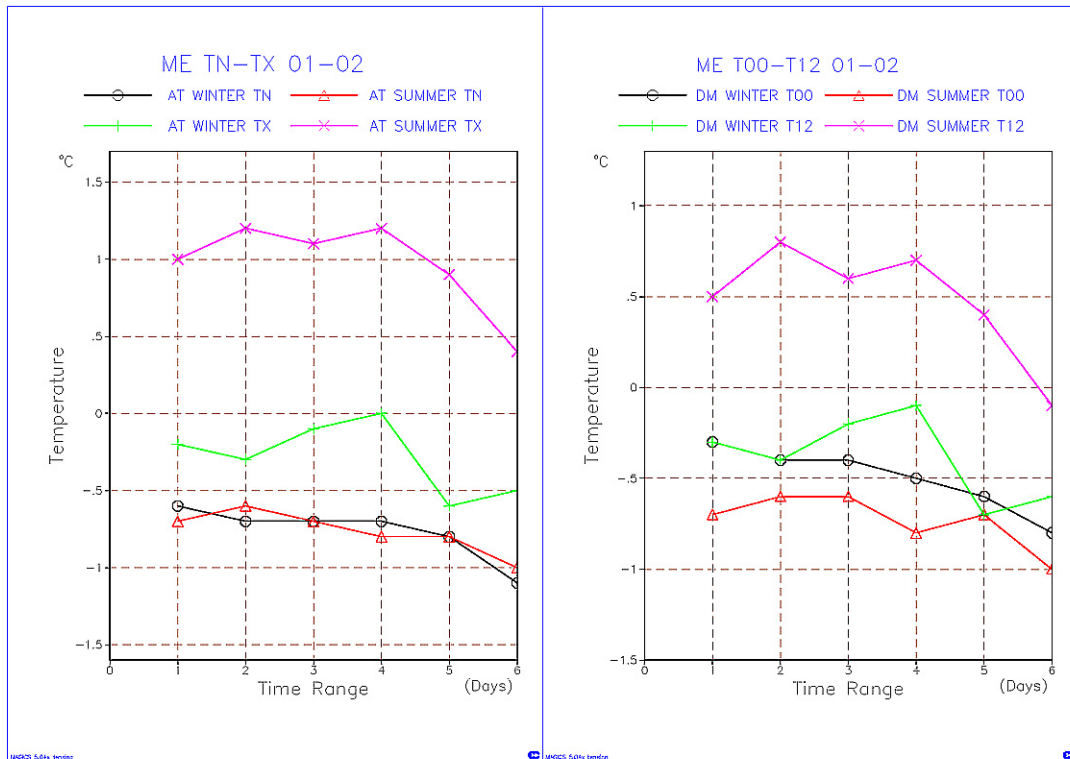
2.1.2.3 Contrôle des prévisions à moyenne échéance

Le modèle atmosphérique mondial est géré par le Centre Européen de Prévisions Météorologiques à Moyen terme (CEPMMT) et l'IRM y contribue depuis 1979. La résolution de ce modèle spectral s'est nettement affinée, elle équivaut actuellement à une résolution horizontale d'environ 40 kilomètres. La résolution verticale comporte 60 niveaux dans les premiers 50 kilomètres de l'atmosphère. Les produits du modèle européen sont disséminés quotidiennement à l'IRM. Leur analyse et leur interprétation permettent de fournir chaque jour une prévision du temps sur nos régions et sur l'Europe au moins jusqu'à une semaine d'échéance.

Des variables de surface issues du modèle, telles que la température y compris les minima et maxima, la vitesse moyenne du vent et le cumul des précipitations, sont comparées aux observations dans la région centrale de la Belgique (Uccle) pour des échéances de 1 à 6 jours.

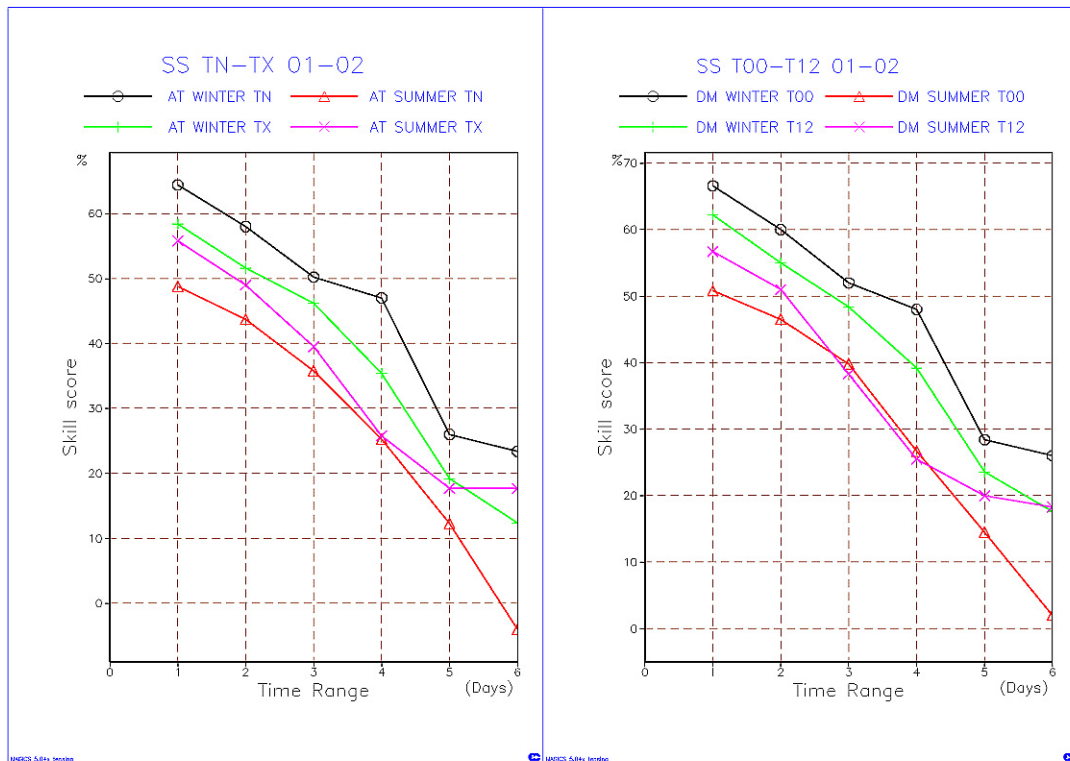
Pour chacune des périodes hivernales (d'octobre à mars) et estivales (d'avril à septembre) au cours d'une année, on calcule plusieurs scores statistiques. Le biais moyen (ME) indique la surestimation ou la sous-estimation des prévisions du modèle. La dispersion des prévisions est estimée par l'erreur absolue moyenne (MAE) et l'écart quadratique moyen (RMSE). Le score d'adresse (SS) est défini en comparant le MAE des prévisions du modèle à celui de la climatologie (MAE)CL à l'aide de la formulation suivante : $SS = 100 [1 - MAE / (MAE)CL]$.

Les résultats statistiques sont régulièrement publiés pour les variables de surface suivantes : la température y compris les minima et les maxima respectivement pour les périodes nocturne (18 - 06 U.T.C.) et diurne (06 - 18 U.T.C.) , le maximum du vent moyen journalier et le cumul des précipitations journalières.



Figuur 2.1. De gemiddelde seizoensfout (ofwel de gemiddelde afwijking ME) voor de voorspellingen van de temperatuur op twee meter hoogte voor een voorspelde periode van 1 tot 6 dagen. In de rechtse grafiek stellen T00 en T12 respectievelijk de temperaturen om 00.00 en 12.00 UTC voor, terwijl in de linkse grafiek TN en TX de minimum en de maximum temperaturen voorstellen, respectievelijk voor de perioden van 18.00 tot de volgende dag 06.00 en vanaf 06.00 tot 18.00 UTC.

Figure 2.1. L'erreur moyenne saisonnière (ou le biais moyen noté ME) pour les prévisions de la température de surface entre 1 et 6 jours d'échéance. Dans le graphique de droite T00 et T12 représentent respectivement les températures à 00h00 et 12h00 UTC tandis qu'à gauche TN et TX indiquent les températures minimales et maximales respectivement pour les périodes nocturnes (de 18h00 au lendemain 06h00 UTC.) et diurnes (de 06h00 à 18h00 UTC).



Figuur 2.2. De gemiddelde seizoensgebonden skill score (SS) vergeleken met de climatologie voor voorspellingen voor 1 tot 6 dagen. In de rechtse grafiek stellen T00 en T12 respectievelijk de temperaturen om 00.00 en 12.00 UTC voor, terwijl in de linkse grafiek TN en TX de minimum en de

Figure 2.2. L'erreur moyenne saisonnière (ou le biais moyen noté ME) pour les prévisions de la température de surface entre 1 et 6 jours d'échéance. Dans le graphique de droite T00 et T12 représentent respectivement les températures à 00h00 et 12h00 UTC tandis qu'à gauche TN et TX indiquent les températures minimales et maximales

maximum temperaturen voorstellen, respectievelijk voor de perioden van 18.00 tot de volgende dag 06.00 en vanaf 06.00 tot 18.00 UTC.

2.1.2.4 Gebruik en verificatie van de ENSEMBLE-voorspellingen

De ensemble-voorspellingen (EPS=Ensemble Prediction System) zijn 51 weersvoorspellingen die elke dag gemaakt worden op het ECMWF (model T255 en 60 niveau's) voor een gebied dat Europa en de nabije oceaan overdekt. De afwijkingen tussen de 51 voorspellingen laat toe een schatting te maken van de kans op bepaalde weerfenomenen, zoals bijvoorbeeld "een koudegolf" of "een warmtegolf", stormachtige windsnelheden of intense of grote neerslaghoeveelheden, en dit voor vooruitzichten van 1 tot 7 dagen.

Een subjectief onderzoek van deze ensemble voorspellingen voor onze streken geven soms een goede indicatie voor een periode van overwegend droog of regenachtig weer tot 7 dagen vooruit.

De ensemble-voorspellingen geven voor dezelfde periode eveneens een coherente en nuttige aanduiding van de kans op neerslag op grote schaal.

De grafiek beschrijft de spreiding van de ensemble voorspellingen rond de mediaanwaarde voor 5 variabelen aan de grond en voor een bepaalde dag. Deze variabelen aan de grond zijn voorspeld om de 6 uren, vanaf het tijdstip van de analyse tot 10 dagen later.

respectivement pour les périodes nocturnes (de 18h00 au lendemain 06h00 UTC.) et diurnes (de 06h00 à 18h00 UTC).

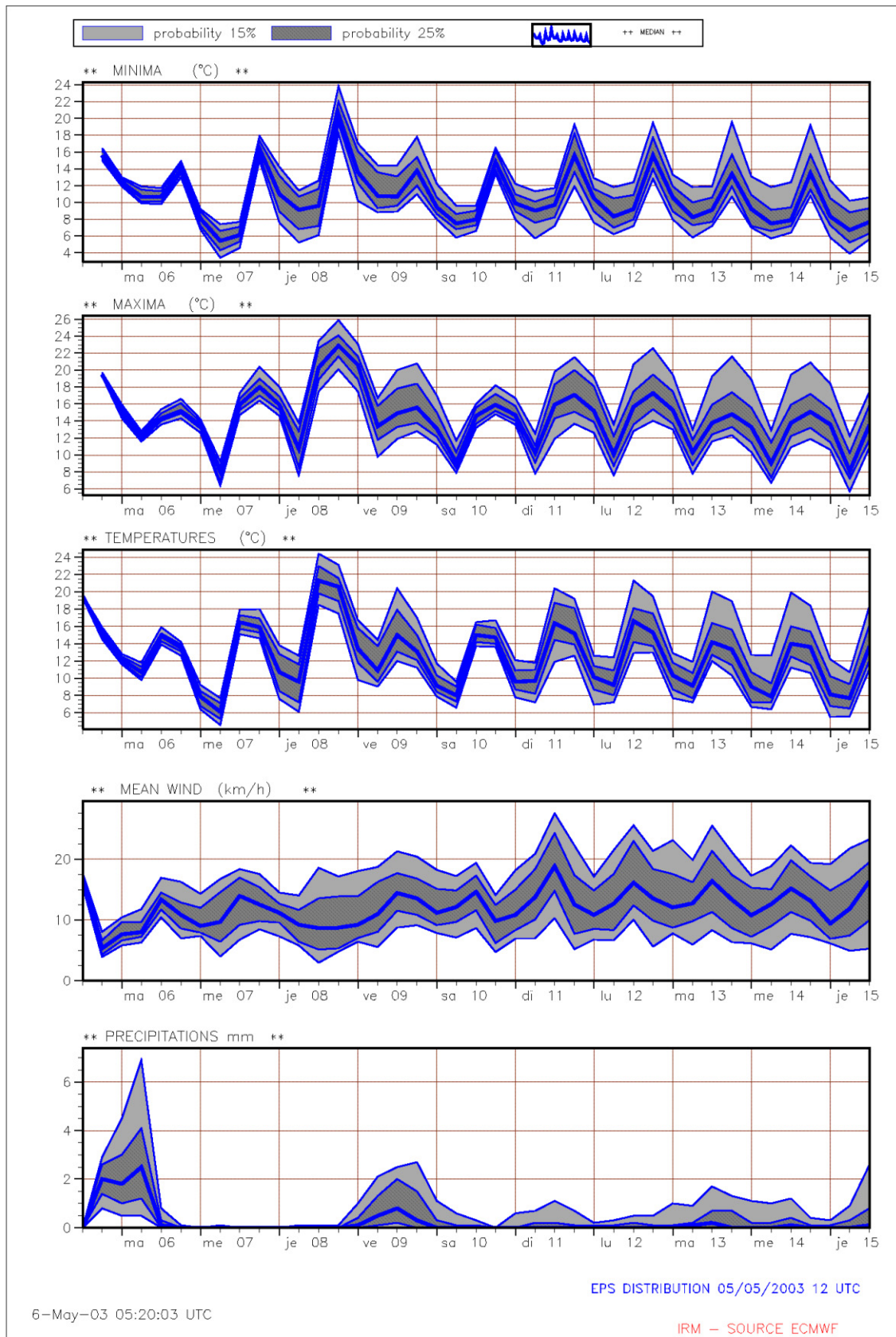
2.1.2.4 Utilisation et vérification des prévisions d'ENSEMBLE

Les prévisions d'ensemble sont constituées de 51 prévisions produites chaque jour en parallèle, à partir du modèle du CEPMMT (T255 - 60 niveaux verticaux) et sur une région couvrant l'Europe et le proche océan. La dispersion de ces 51 prévisions permet une estimation de la probabilité d'événements tels que des "vagues de froid ou de chaleur", des vents de tempête et des cumuls ou des intensités de précipitations élevées, pour des échéances comprises entre 1 à 7 jours.

La vérification subjective de ces prévisions d'ensemble sur nos régions indique une bonne détection des périodes de jours consécutifs de temps sec ou pluvieux jusqu'à une semaine d'échéance.

Ces prévisions d'ensemble fournissent pour les mêmes échéances une estimation utile et cohérente de la probabilité de précipitations d'échelle synoptique sur nos régions.

Le graphique décrit à l'aide d'intervalles inter quantiles la dispersion des prévisions d'ensemble autour de la médiane de la distribution statistique pour un choix de 5 variables de surface et une date donnée. Les variables de surface prévues sont représentées toutes les 6 heures jusqu'à une échéance de 10 jours suivant la date de l'analyse du modèle.



Figuur 2.3. Voorbeeld van de spreiding van enkele variabelen aan de grond, afgeleid uit de ensemble voorspellingen van het Europees model.

Figure 2.3. Exemple de la dispersion de quelques variables de surface issues des prévisions d'ensemble du modèle Européen.

2.1.2.5 Gebruik en verificatie van de regionale voorspellingen.

De hoge resolutie regionale weersvoorspellingen (horizontale roosterafstand 7 km) worden berekend door het model ALADIN-België van het KMI, gebaseerd op de koppeling met een model met een grotere roosterafstand, in dit geval de modellen ARPEGE - ALADIN-France. Deze voorspellingen worden tweemaal per dag gestart, om 00.00 en 12h00 UTC, met output om de 3 uur, voor een totale periode van 48 uren, in een 700 km bij 700 km groot gebied, waarin België centraal ligt.

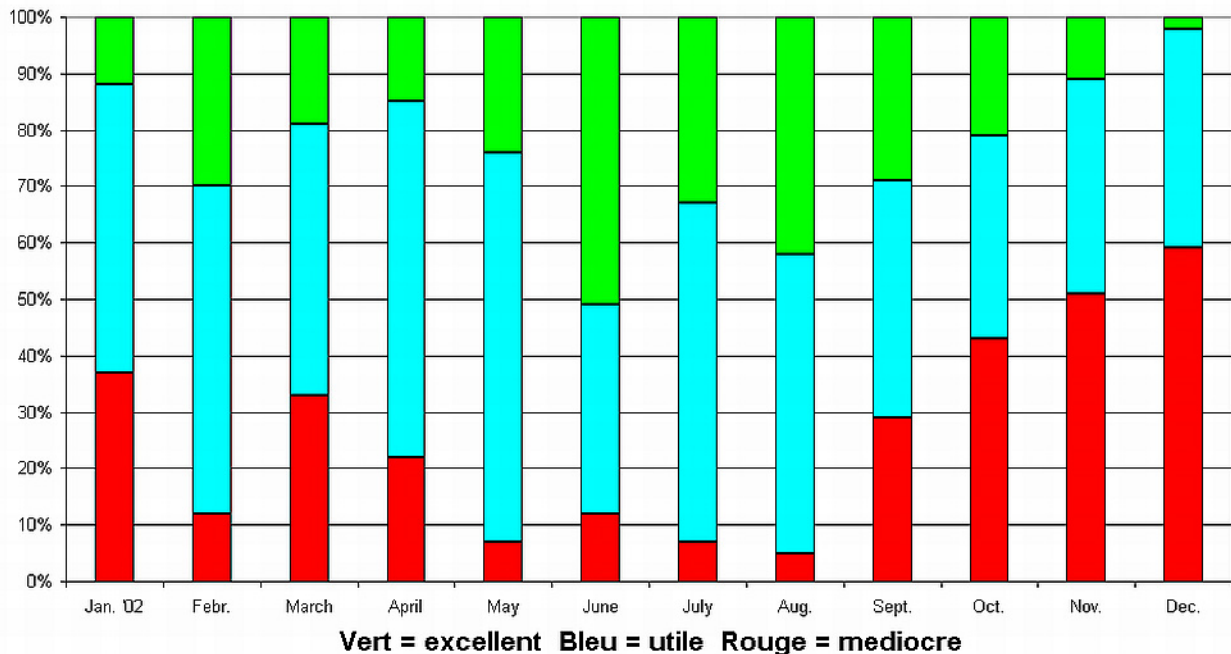
Sinds maart 1998 wordt dagelijks een subjectieve verificatie van de modelresultaten uitgevoerd, voor 4 regio's in België en voor 7 variabelen aan de grond, zoals de temperatuur, de vochtigheid, de wind, de bewolgingsgraad en de neerslag.

2.1.2.5 Utilisation et vérification des prévisions régionales

Les prévisions régionales à haute résolution (maille horizontale de 7 km) sont issues du modèle ALADIN-Belgique (IRM) sur base d'un couplage avec des modèles à plus grande échelle, en l'occurrence la suite Arpège - ALADIN-France. Ces prévisions sont implémentées deux fois par jour à 00h00 et 12h00 UTC pour des échéances de 3 en 3 heures jusqu'à 48 heures, dans un domaine de 700 sur 700 km centré sur la Belgique.

Une vérification subjective du modèle est opérée quotidiennement, depuis mars 1998, pour 4 sous-régions belges et 7 variables de surface telles que la température, l'humidité, le vent, la nébulosité et les précipitations.

Temperature a Uccle



Figuur 2.4. De grafiek illustreert de subjectieve verificatie van het regionaal model ALADIN-België door de voorspeller. Hij toont voor 3 klassen de gemiddelde maandelijkse waarde van de voorspellingen van het model voor de temperatuur op 2m hoogte. De resultaten tonen aan dat de voorspellingen van deze temperatuur voor Ukkel meestal nuttig zijn. De toename van de voorspellingen met een mindere kwaliteit gedurende het laatste trimester, weerspiegelt de moeilijkheid om de daling van de temperatuur 's nachts correct te voorspellen.

Figure 2.4. (illustreant la vérification subjective du modèle régional ALADIN Belgique) : le graphe reprend, en fonction de 3 classes, l'estimation mensuelle des prévisions du modèle ALADIN Belgique toutes échéances confondues. Pour la température à 2 mètres prévue dans le centre du pays (Uccle) on peut considérer que le modèle est très utile. L'augmentation du nombre de prévisions de moindre qualité au cours du dernier trimestre reflète surtout la difficulté de prévoir correctement la décroissance des températures nocturnes.

Een verificatie van de voorspellingen van het model wordt gebaseerd op objectieve scores van enkele variabelen aan de grond in verschillende regio's in België. Doordat de Oracle databank op het KMI nog niet volledig kon gebruikt worden, zijn de resultaten van deze verificatie nog niet publiceerbaar vóór 2003.

Une vérification du modèle est réalisée sur base de scores objectifs pour quelques variables de surface et plusieurs sous-régions belges. En raison de l'implémentation en cours de la banque de données Oracle à l'IRM, les résultats de cette vérification objective ne pourront pas être publiés avant 2003.

2.1.2.6 Voorspellingen van convectieve neerslag: de situatie op 27 augustus 2002

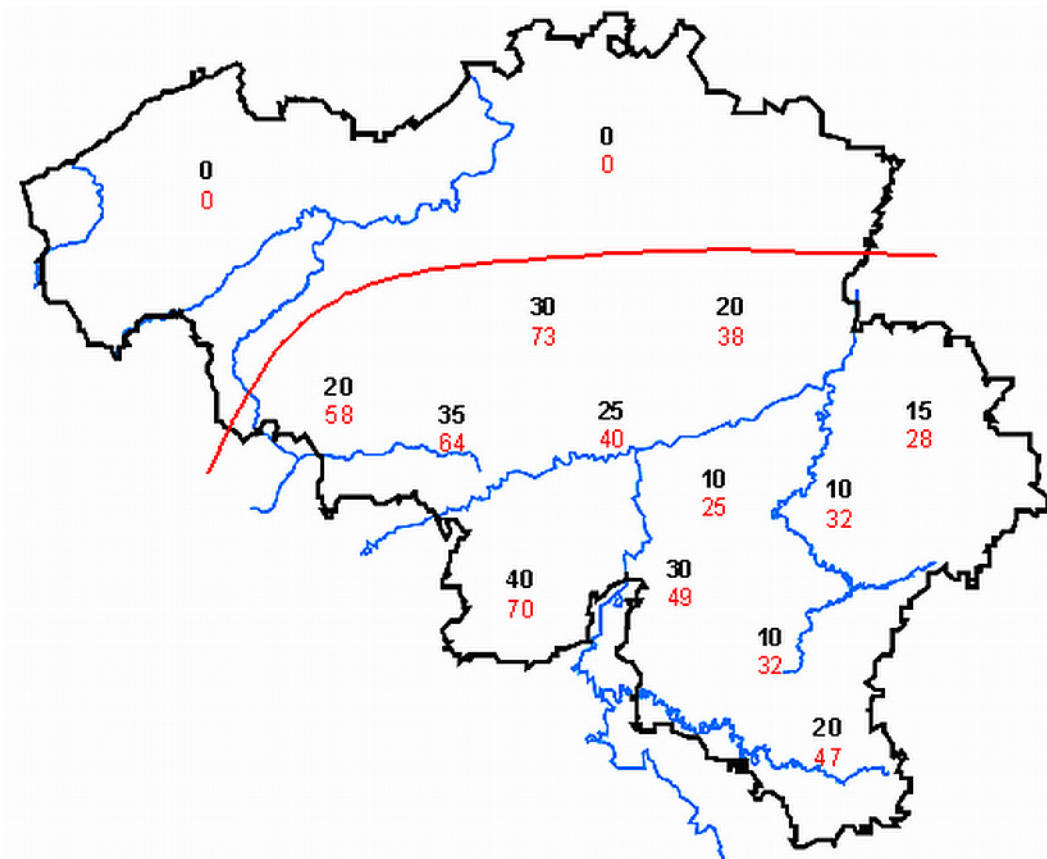
De algemene toestand op 27 augustus 2002 was de volgende: een depressiezone met weinig drukverschillen bevond zich boven Europa, met een minimum boven Duitsland en een anticyclonale wig boven de Britse eilanden. Aan de kust bevond zich een koud front. In het oosten was de lucht vochtig en onstabiel en men kon er een convergentielijn waarnemen.

In dit verslag wordt een gedetailleerde analyse gegeven van de pre-frontale convectieve situatie op 27 augustus. De gecumuleerde neerslag die op die dag werd waargenomen, is weergegeven in Figuur 2.5. De neerslag was vooral geconcentreerd in het centrum van het land en de provincie Luxemburg, terwijl het noorden droog bleef. In verschillende stations werd meer dan 60 mm in 24 uur waargenomen, met soms ernstige lokale overstromingen als gevolg.

2.1.2.6 Prévisions de précipitations convectives: situation du 27 août 2002

La situation générale du vendredi 27 août était la suivante: une zone à faible relief barométrique à caractère dépressionnaire était présente sur l'Europe, présentant un minimum sur l'Allemagne et une crête anticyclonique sur les Iles Britanniques. Un front froid était localisé sur la région côtière. A l'Est, la masse d'air était humide et instable et on y observait une ligne de convergence.

L'analyse de la situation pré-frontale convective du 27 août est présentée de façon détaillée dans ce rapport. Le cumul des précipitations observées au cours de cette journée est indiqué à la Figure 2.5. Les précipitations n'ont pas affecté le nord du pays et se sont concentrées essentiellement sur le centre du pays et la province de Luxembourg. Le cumul en plusieurs stations a dépassé les 60 mm en 24 heures, occasionnant localement d'importantes inondations.



Figuur 2.5. Neerslag in mm (liter/m²) waargenomen tussen 27 augustus 2002 om 8u en 28 augustus 8u UT. In het zwart zijn de gemiddelde waarden weergegeven, in het rood de maxima.

Figure 2.5. Précipitations en mm (l/m²) observées entre le 27 à 8h et le 28 août 2002 à 8h TU. Les valeurs indiquées en noir représentent une moyenne et les valeurs en rouge sont les maximums observés à la station.

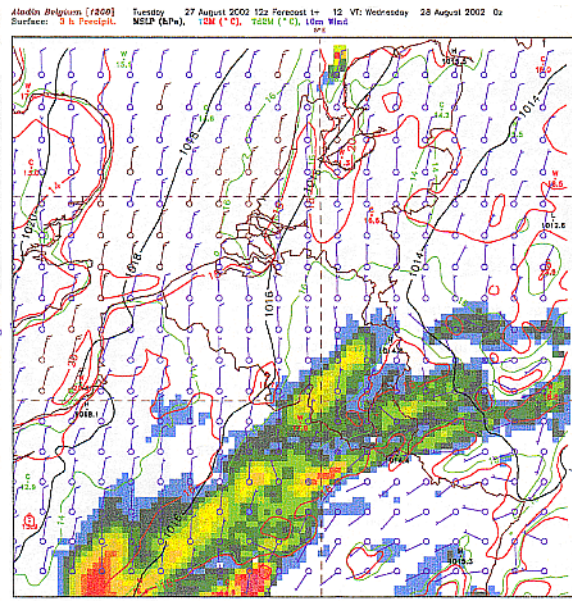
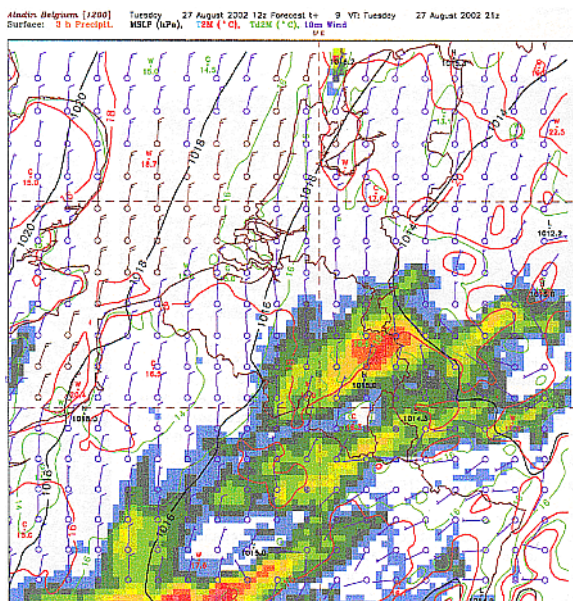
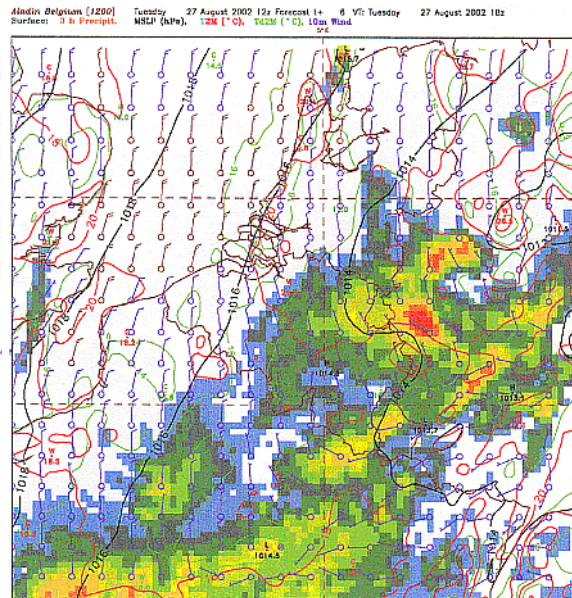
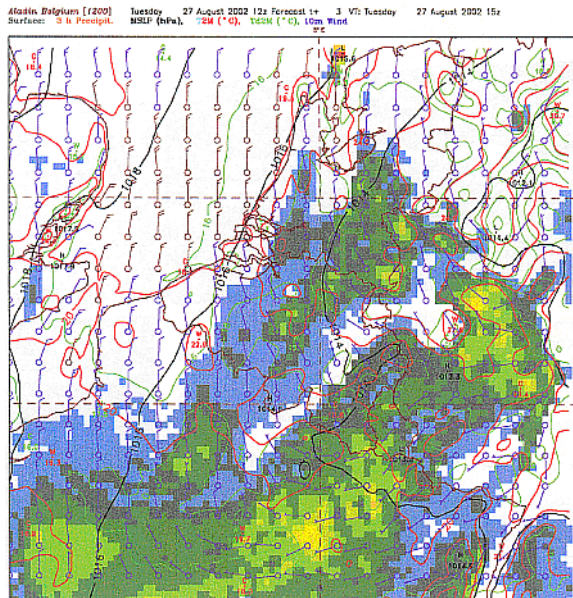
Deze situatie werd gesimuleerd met de nieuwe versie van het model ALADIN, die de huidige operationele versie moet vervangen. Figure 2.6 toont de neerslag gecumuleerd over 3 uur.

Cette situation a été simulée à l'aide de la nouvelle version du modèle ALADIN, destinée à remplacer la version actuellement opérationnelle. La Figure 2.6 montre les cumuls tri-horaires des précipitations obtenues. Le

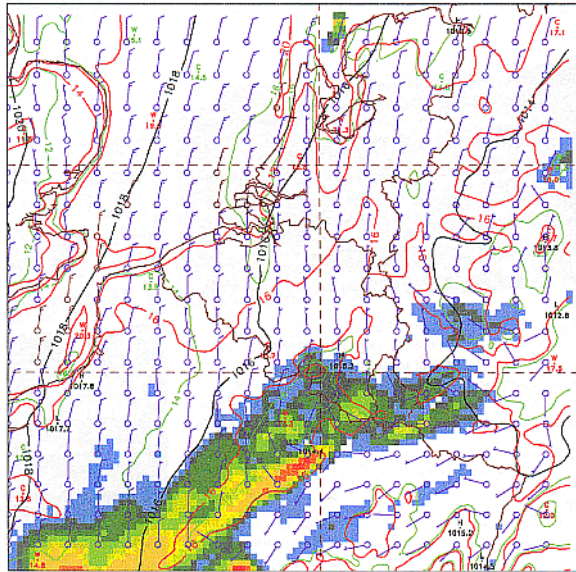
Er is een maximale neerslag tot 25 mm in 3 uur tussen 18u en 21u UT ten zuiden van Luik. Figure 2.7, afkomstig van de radar in Wideumont, toont een sterke kern van neerslag rond 15u40 UT, halfweg tussen Luik en Brussel. Het corresponderende maximum in de ALADIN simulatie tussen 15u en 18u bevindt zich ongeveer 100 km verder oostwaarts. Deze overeenkomst is relatief goed als men rekening houdt met met de moeilijkheden die alle modellen ondervinden bij dit soort fenomenen. De radar detecteert ook een zone met veel neerslag die vanuit het zuiden komt aan het einde van de dag, en die ook in de observaties terug te vinden is. De goede prestaties van deze nieuwe versie van het model werden ook bevestigd in andere situaties met convectieve neerslag.

modèle a simulé peu ou pas de précipitations dans le nord du pays, en bon accord avec les observations au sol.

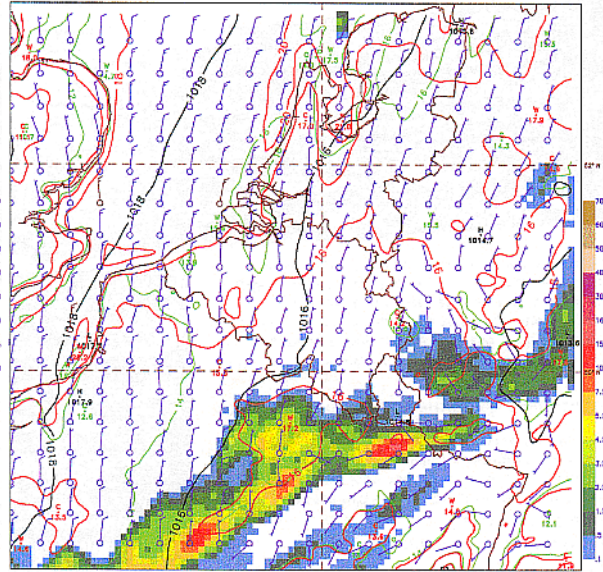
Un maximum de précipitations, pouvant atteindre 25 mm sur 3 heures, a été prévu entre 18 et 21h TU au sud de Liège. La Figure 2.7 provenant du radar de Wideumont montre la présence d'un très fort noyau de précipitations aux environs de 15h40 TU, à mi chemin entre Liège et Bruxelles. Le maximum correspondant simulé par ALADIN entre 15 et 18h TU est décalé d'environ 100 km vers l'Est. Cet accord est relativement bon, compte tenu de la difficulté que rencontrent tous les modèles à prévoir ce type de phénomène. Le radar détecte également une zone de précipitations abondantes qui remonte par le sud en fin de journée et qui est également présente dans les observations. Le bon comportement de cette nouvelle version du modèle ALADIN a été confirmé sur d'autres situations de précipitations de nature convective.



Aladin Belgium [200] Tuesday 27 August 2002 12z Forecast 1= 15 Vt Wednesday 28 August 2002 3z
 Surface: 3 h Precipit. MSLP (hPa), T2M (°C), Td2M (°C), 10m Wind
 spc

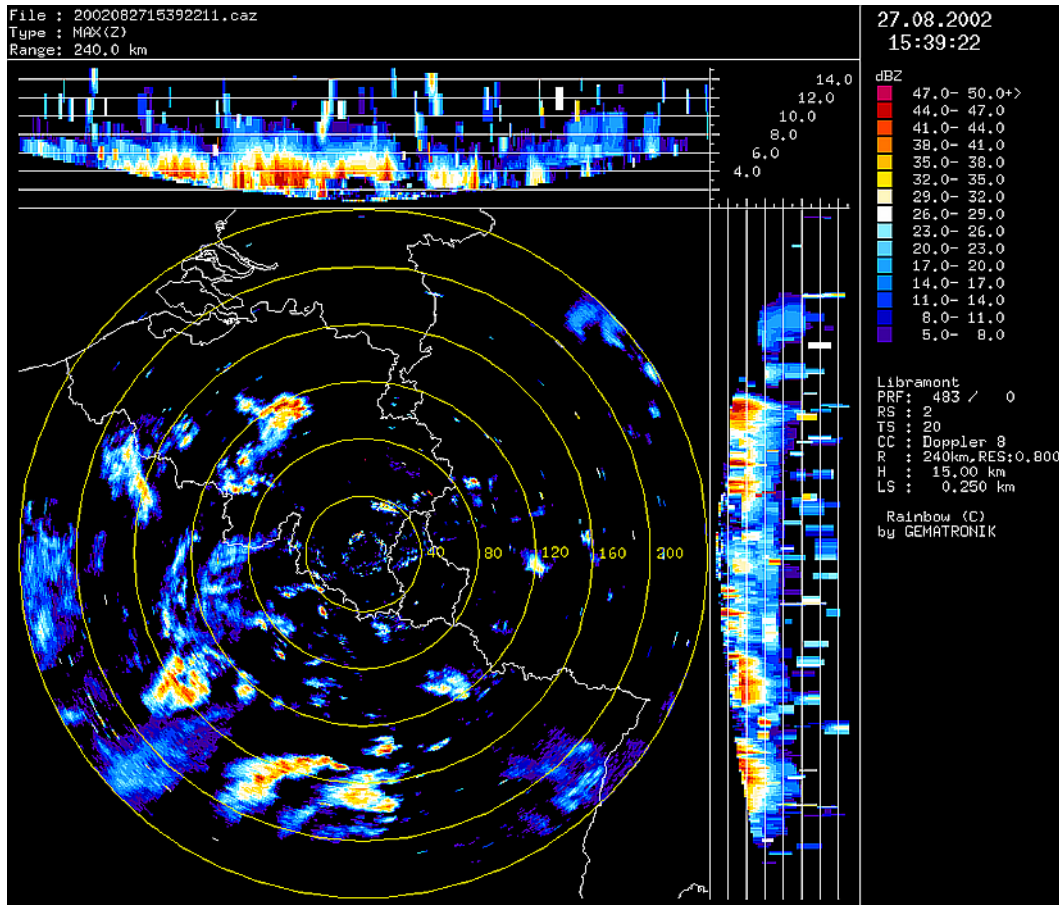


Aladin Belgium [200] Tuesday 27 August 2002 12z Forecast 1= 15 Vt Wednesday 28 August 2002 3z
 Surface: 3 h Precipit. MSLP (hPa), T2M (°C), Td2M (°C), 10m Wind
 spc



Figuur 2.6. Simulatie van de 3-uurlijkse neerslag voor de situatie van 27 en 28 augustus 2002 tussen de middag en 06 UTC. Deze resultaten werden bekomen met de nieuwe versie van het ALADIN model.

Figure 2.6. Simulation des précipitations tri-horaires pour la situation du 27 et du 28 août 2002 entre midi et 06h TU. Ces résultats ont été obtenus à l'aide de la nouvelle version du modèle ALADIN.



Figuur 2.7. Radar echo's gemeten te Wideumont op 27 augustus 2002 om 15h39 UTC.

Figure 2.7. Echos radar mesurés à Wideumont le 27 août 2002 à 15h39 TU.

2.2 Verruiming en toepassingen van de kennis over het klimaat

Meer veiligheid door kennis over het klimaat, wensen we te bereiken door het uitbreiden van onze kennis over het niet lineair gedrag van de atmosfeer, door een betere schatting van de hydrologische risico's en de evapotranspiratie, en het verder zetten van onze metingen en studies over de ozonbalans en de zoneconstante.

2.2.1 Niet-lineair gedrag van de atmosfeer

De atmosfeer en het klimaat zijn onderworpen aan strikt deterministische wetten die beschreven worden door de vloeistofmechanica, de scheikunde en de thermodynamica. Nochtans vertoont hun evolutie een aleatoir karakter, weerspiegeld in de bekende moeilijkheid om betrouwbare voorspellingen te maken op lange termijn. Het onderzoek uitgevoerd in afdeling "Dynamische Meteorologie en Dynamica" heeft tot doel de oorzaken van deze complexiteit te vereenzelvigen op een kwantitatieve manier, en om van meet af aan dit essentieel gegeven in de behandeling van de data en de voorspellingen te integreren. Om deze uitdaging aan te gaan, doen de onderzoekers verbonden aan deze afdeling een beroep op technieken afkomstig uit de niet-lineaire wetenschappen, de chaostheorie en de waarschijnlijkheidsleer. In deze context, heeft het onderzoek uitgevoerd in de loop van het jaar 2002 in deze afdeling bijgedragen tot vier belangrijke thema's:

- probabilistische en multifractale analyse van de elektrische ontladingen op het Belgische grondgebied;
- de dynamica en de statistiek van regionale voorspellingsmodellen;
- de dynamische eigenschappen en de probabilistische aspecten van modelfouten;
- de rol van de tijdsafhankelijke dwang op de dynamica van de overgangen tussen toestandsregimes.

De behandelde problemen en de bekomen resultaten worden hierna beschreven.

2.2.1.1 Probabilistische en multifractale analyse van de elektrische ontladingen op het Belgisch grondgebied

Omwille van hun zeer gelokaliseerde en voorbijgaande aard, vormen de voorspellingen en in het bijzonder de plaatsbepaling van de elektrische ontladingen in ruimte en tijd een grote uitdaging. De probabilistische benadering is, in deze context, veelbelovend. Sinds de installatie van de SAFIR antennes in België, beschikken

2.2 Elargissement et applications de la connaissance du climat

Nous souhaitons atteindre notre objectif " Plus de sécurité par la connaissance du climat " grâce à l'élargissement de nos connaissances sur le comportement non-linéaire de l'atmosphère, à une meilleure évaluation de l'évapotranspiration et des risques hydrologiques et à la poursuite de nos mesures et études sur le bilan d'ozone et la constante solaire.

2.2.1 Comportement non-linéaire de l'atmosphère

L'atmosphère et le climat sont régis par des lois d'évolution strictement déterministes, issues de la mécanique des fluides, de la chimie et de la thermodynamique. Pourtant leur évolution revêt un caractère aléatoire marqué, traduit par la difficulté bien connue de faire des prévisions fiables à long terme. Les recherches effectuées dans la section "Météorologie et Climatologie dynamiques" 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 attachés à la section font appel aux techniques de la science du non-linéaire, de la théorie du chaos et de la théorie des probabilités. Dans ce contexte, les recherches menées au sein de la section au cours de l'année 2002 ont porté sur quatre thèmes principaux :

- l'analyse probabiliste et multifractale de décharges électriques sur le territoire belge ;
- la dynamique et la statistique de modèles de prévision régionale ;
- les propriétés dynamiques et les aspects probabilistes des erreurs de modélisation ;
- le rôle des forçages dépendant du temps sur la dynamique des transitions entre états de régime.

Les problèmes particuliers abordés et les résultats obtenus sont décrits ci-après.

2.2.1.1 Analyse probabiliste et multifractale de décharges électriques sur le territoire belge

La prévision des orages et, plus particulièrement, de la localisation des décharges électriques dans l'espace et dans le temps constitue un défi majeur vu le caractère très localisé et transitoire du phénomène. L'approche probabiliste est, dans ce contexte, prometteuse. Depuis l'installation des antennes SAFIR sur la Belgique, nous possédons des données de très bonne qualité. On a

wij over gegevens van zeer goede kwaliteit. We hebben een deel van deze gegevens geëxploiteerd en onze analyse toegespitst op een karakterisatie van de dynamische en statistische aspecten van de onweersactiviteiten over België voor tijdsschalen gaande van vijf minuten tot enkele uren.

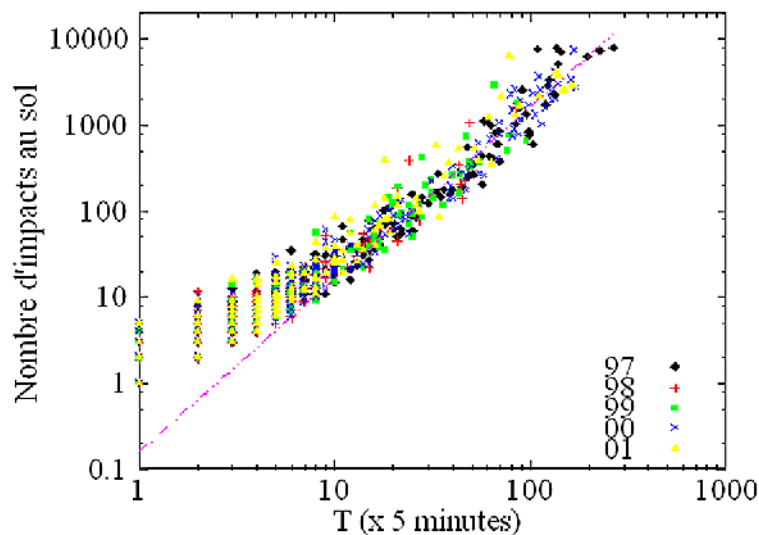
We hebben in de eerste plaats, voor vijf opeenvolgende jaren van 1997 tot 2001, een tijdsreeks van de onweersactiviteiten in regelmatige tijdstappen (vijf minuten) geconstrueerd op het domein dat bestreken wordt door het SAFIR systeem. Een analyse van de afhankelijkheid van de statistische momenten van de tijdsschalen, toont het bestaan aan van twee regimes met verschillende statistische eigenschappen voor korte en voor lange tijden. Bovendien vertoont het eerste regime een monofractale structuur tussen 5 en 150 minuten, terwijl de structuur van het veld voor langere tijden multifractaal is. Deze scheiding van de tijdsschalen toont aan dat er verschillende processen ten grondslag liggen aan de ontwikkeling van de onweersactiviteiten.

Vanuit dynamisch oogpunt wordt deze diagnose bevestigd door een analyse van de waarschijnlijkheid van de verblijftijd rond een actieve toestand (de onweerssituatie of activiteit is verschillend van nul) van de reeks, met voor korte verblijftijden een snelle vermindering van de waarschijnlijkheidsverdeling en een lage activiteitsgraad, en voor de lange tijden een lange staart en een belangrijkere activiteitsgraad. Figure 2.8 toont het totaal aantal bliksems tussen de wolken en de bodem in functie van hun verblijftijd in de actieve toestand. Op basis van deze resultaten, is er een model geconstrueerd dat toelaat om de intensiteit van de onweersactiviteiten en hun duur over ons grondgebied te bepalen.

exploité une partie de ces données en focalisant l'analyse sur une caractérisation des aspects dynamiques et statistiques de l'activité orageuse sur la Belgique pour des échelles de temps allant de 5 minutes à quelques heures.

On a tout d'abord construit une série temporelle à pas de temps réguliers (5 minutes) de l'activité orageuse sur le domaine couvert par le système SAFIR pour 5 années consécutives allant de 1997 à 2001. Une analyse de la dépendance des moments statistiques de la série en fonction des échelles temporelles nous indique que deux régimes présentant des propriétés statistiques différentes apparaissent pour des temps courts et des temps longs. De plus, le premier régime présente une structure monofractale entre 5 minutes et 150 minutes, alors que pour des temps longs, la structure du champ est multifractale. Cette séparation d'échelle au niveau temporel indique que des processus différents sont à l'œuvre dans le développement de l'activité orageuse.

D'un point de vue dynamique, une analyse de la probabilité des temps de résidence autour de l'état actif (situation où l'activité orageuse est non nulle) de la série confirme ce diagnostic, avec pour des temps de résidence courts une rapide décroissance de la distribution de probabilité et un taux d'activité faible, et pour des temps longs, une longue queue et un taux d'activité beaucoup plus important. La Figure 2.8 montre le nombre total d'éclairs nuage-sol en fonction du temps de résidence dans l'état actif. Ce nombre augmente de façon quadratique pour des temps de résidence longs. Sur base de ces résultats, un modèle probabiliste simple permettant une inférence de l'intensité de l'activité orageuse et de sa durée sur notre territoire a été construit.



Figuur 2.8. Totaal aantal bliksems tussen de wolken en de grond in functie van de verblijftijd T in de actieve toestand. De verschillende symbolen stemmen overeen met verschillende jaren.)

Figure 2.8. Nombre total d'éclairs nuage-sol en fonction du temps de résidence, T, dans l'état actif. Les différents symboles correspondent aux différentes années étudiées.

Een welbeschouwde interpretatie van deze scheiding in functie van de tijdschalen is voorgesteld: voor de korte tijden ontwikkelt de onweersactiviteit zich in onweerscellen die een korte levensduur hebben (van de orde van 1 uur), terwijl de organisatie van langdurige onweersactiviteiten zich voltrekt in mesoschalige structuren met een langere levensduur, met meerdere cellen (of supercellen). Voor deze laatste bestaat er een verband tussen hun ontwikkeling en de persistentie enerzijds en de gecombineerde neerwaartse bewegingen (downdrafts) en de eigenschappen van convectieve instabiliteiten van de onmiddellijke omgeving van de cellen anderzijds.

Tot slot toont een analyse aan dat de ruimtelijke verplaatsing van de onweders een aleatoir gedrag vertoont in de manier waarop de gemiddelde kwadratische afwijking groeit in de tijd. Deze groei is niettemin trager dan de lineaire groei die een diffusief proces karakteriseert (sub-diffusief gedrag).

2.2.1.2 Dynamica en statistiek van regionale voorspellingsmodellen

De behoefte aan meteorologische voorspellingen op steeds kleinere schalen in ruimte en tijd dan degenen die geleverd worden door operationele globale voorspellingsmodellen heeft een aantal landen ertoe aangezet om regionale modellen te ontwikkelen met hogere resoluties voor het gebied waarin men geïnteresseerd is. De randvoorwaarde zijn afkomstig van een model op een groter gebied maar met een lagere resolutie. Naast de onvermijdelijke moeilijkheden met betrekking tot de keuze en de frequentie van de koppelingen op de randen van het domein, introduceert deze benadering een bijkomende complicatie door een niet-autonome aandrijving van de systeemvergelijkingen, verbonden met de variabiliteit van de randvoorwaarden.

Wij hebben de studie van de dynamische aspecten van het regionaal ETA model, dat ontwikkeld werd en beheerd wordt door NCEP (National Centers for Environmental Prediction) verdergezet, waarbij de analyse werd toegespitst op de dynamica van een model met zeer grote omvang, gelijkaardig aan datgene wat op een operationele manier wordt gebruikt in NCEP (7000 x 11000 km). We hebben geprobeerd om na te gaan of de oplossingen van dit model een gelijkenis vertonen met de dynamica van de atmosfeer op het beoogde gebied en of zij sterk van de randvoorwaarden afhangen. Het is gebleken dat deze versie slechts weinig gevoelig is voor de randvoorwaarden (vooral in de zomer). Bovendien vertoont de tijdruimtelijke dynamica van de fout voorname gelijkenissen met de fouten verkregen in globale operationele modellen. Deze resultaten suggereren dat een dergelijke versie van het model een goed compromis vormt tussen de op het eerste zicht lijkende tegenstrijdigheden om een realistische interne oplossing te hebben enerzijds en een minimale rekentijd anderzijds.

Une interprétation de cette séparation en fonction des échelles temporelles considérées a été avancée : pour des temps courts, l'activité orageuse se développe au sein des cellules orageuses dont la durée de vie est courte (de l'ordre de l'heure), tandis que pour des temps longs, l'organisation de l'activité orageuse se fait au sein de structures à méso-échelle de durée de vie plus longue telles que les systèmes orageux à plusieurs cellules (ou les super-cellules). Pour ces derniers, le développement et la persistance sont associés à l'action combinée des mouvements descendants (downdrafts) et des propriétés d'instabilité convective de l'environnement immédiat de ces cellules.

Finalement, une analyse du déplacement spatial des orages nous indique un comportement aléatoire au sens que l'écart moyen quadratique croît dans le temps. Cette croissance est cependant plus lente que la croissance linéaire qui caractérise un processus de diffusion (comportement sub-diffusif).

2.2.1.2 Dynamique et statistique de modèles de prévision régionale

La nécessité de prévisions météorologiques à des échelles spatiales et temporelles plus petites que celles associées aux informations fournies par les modèles opérationnels globaux de prévision a poussé nombre de pays à développer des modèles régionaux à résolution particulièrement fine sur la région d'intérêt. Les conditions aux bords proviennent d'un modèle plus étendu mais de plus faible résolution. Au-delà des inévitables difficultés associées au choix et à la fréquence du couplage aux bords du domaine, cette approche introduit une complication supplémentaire par l'ajout d'un forçage non-autonome aux équations du système, associé à la variabilité des conditions aux bords.

On a poursuivi l'étude des aspects dynamiques du modèle régional ETA développé au NCEP (National Centers for Environmental Prediction), en focalisant l'analyse sur la dynamique d'un modèle de très grande taille similaire à celui utilisé de manière opérationnelle au NCEP (7000 x 11000 km). On a alors tenté d'évaluer si les solutions de ce modèle présentent une similarité avec la dynamique de l'atmosphère sur la région considérée et si elles dépendent fortement des conditions aux bords. Il est apparu que cette version est peu sensible aux conditions aux bords (surtout en été). De plus, la dynamique spatio-temporelle de l'erreur présente des similitudes importantes avec celle obtenue dans des modèles opérationnels globaux. Ces résultats suggèrent qu'une telle version du modèle constitue un bon compromis entre les nécessités à première vue contradictoires d'avoir une solution interne réaliste et un temps de calcul minimal.

2.2.1.3 Dynamische eigenschappen en probabilistische aspecten van modelfouten

De natuurlijke instabiliteit van de atmosfeer ligt aan de oorsprong van de snelle toename van de fouten die even goed afkomstig zijn van de onzekerheid in de beginvoorwaarden als van de benaderingen ten gevolge van de keuze van de modellering van de fysische processen. De studie van deze laatste bron van fouten, de zogenaamde modelfouten, bevindt zich nog in een embryonaal stadium. Sinds korte tijd verspreidt het ECMWF (European Center for Medium-range Weather Forecasts) probabilistische voorspellingen waar de modelfout wordt geassimileerd bij middel van een soort ruis dat de geparametriseerde processen vermenigvuldigt.

Wij hebben een fundamentele studie gestart van de modelfouten met als doel om universele wetten in het licht te stellen die bepalend zijn voor het gedrag op korte tijd, verscheidene scenario's voor de intermediaire tijden en de verzadigingseigenschappen. Het specifieke karakter van onze benadering met betrekking tot de gangbare ideeën bestaat erin niet enkel met het aleatoir karakter van de modelfout rekening te houden maar ook met de aspecten in verband met de onderliggende deterministische dynamica. In het bijzonder,

- Er is vastgesteld dat de gemiddelde kwadratische fout voor korte tijden een wet volgt die evenredig is met de tweede macht. De levensduur van dit regime werd in verband gebracht met het spectrum van de Lyapunov exponenten en de afname van de correlatiefuncties van de betreffende observabelen.
- Een evolutievergelijking voor de waarschijnlijkheid van de gemiddelde fout op de attractor van het referentiesysteem werd opgesteld. Zij brengt enige geheugeneffecten aan het licht die hun oorsprong vinden in het deterministisch karakter van de dynamica en die de waarschijnlijkheidsschommelingen op een gegeven ogenblik in verband brengen met zijn voorafgaande waarden. Als nevenresultaat werden de beperkingen op de geldigheid van de hypothese dat de modelfout geassimileerd kan worden als ruis, juist gesteld.
- Daar waar een dergelijke aanpak is gerechtvaardigd, hebben wij de rol, gespeeld door de aard van de ruis op de kwaliteit van de probabilistische voorspelling geanalyseerd. Er is gebleken dat deze op cruciale wijze van de karakteristieke tijd van de correlatie van de ruis afhangt.

Deze resultaten zijn geïllustreerd met modellen met een lage dimensie die bifurcatiefenomenen en dynamisch-chaotische eigenschappen vertonen.

2.2.1.3 Propriétés dynamiques et aspects probabilistes des erreurs de modélisation

L'instabilité naturelle de l'atmosphère est à l'origine de l'amplification rapide des erreurs provenant tant de l'incertitude sur les conditions initiales que des approximations liées au choix de la modélisation des processus physiques. L'étude de cette dernière source d'erreurs, connue sous le nom d'erreur de modélisation, reste encore à un stade embryonnaire. Depuis peu, des prévisions probabilistes sont issues du CEPMMT où l'erreur de modélisation est assimilée à un bruit multipliant les processus physiques paramétrisés.

On a entrepris une étude fondamentale des erreurs de modélisation visant à mettre en évidence des lois universelles régissant leur comportement pour des temps courts et des scénarios divers pour les temps intermédiaires et les propriétés de saturation. La spécificité de l'approche par rapport aux idées reçues est de rendre compte non seulement des caractéristiques aléatoires de l'erreur de modélisation mais aussi des aspects liés à la dynamique déterministe sous-jacente. En particulier,

- Il a été établi que l'erreur quadratique moyenne suit pour des temps courts une loi en puissance d'un exposant égal à deux. La durée de vie de ce régime a été reliée au spectre des exposants de Lyapunov et à la décroissance des fonctions de corrélation des observables impliquées.
- Une équation d'évolution pour la probabilité de l'erreur moyennée sur l'attracteur du système de référence a été obtenue. Elle met en évidence des effets de mémoire trouvant leur origine au caractère déterministe de la dynamique, liant la variation de la probabilité à un instant donné à ses valeurs antérieures. A titre de corollaire, les limites de validité de l'hypothèse que l'erreur de modélisation peut être assimilée à un bruit ont été précisées.
- A la limite où une telle stylisation peut être adoptée, l'on a analysé le rôle joué par la nature du bruit sur la qualité de la prévision probabiliste. Il est apparu que celle-ci dépend crucialement du temps caractéristique de corrélation du bruit.

Ces résultats ont été illustrés sur des modèles de basse dimension présentant des phénomènes de bifurcation et/ou une dynamique chaotique.

2.2.1.4 Dynamica van overgangen tussen regimes: rol van de tijdsafhankelijke dwang

De overgangen tussen verschillende toestanden die representatief zijn voor regimes die tegelijkertijd stabiel zijn en gescheiden door een intermediaire scheiding, maken deel uit van de meest representatieve problemen op het raakvlak tussen de atmosferische dynamica en climatologie enerzijds, en de niet-lineaire wetenschappen en de theorie van stochastische processen anderzijds. Zij doen zich voor in verscheidene situaties, van de ijsvorming tijdens de quartaire periode tot en met de microfysica van de heterogene chemische reacties in wolkenmassa's.

De dynamica van deze overgangen werd geanalyseerd in drie representatieve situaties.

- De overgang wordt geïntroduceerd door een aleatoire dwang en de bemiddelende parameters in het model variëren op een niet-stationaire manier in de tijd.

Dit betreft een typische situatie in de meteorologie in het licht van de variabiliteit van de dwang die interfereert met de dynamica van de atmosfeer (zonnestraling, CO₂ gehalte, ...). Wij hebben de repercussies van deze variabiliteit in de limietpuntsbifurcatie in verband met de overgang tussen het huidige klimaat en een verschillend klimaat bestudeerd. Het onverwacht resultaat van deze analyse is de verschijning van overgangstoestanden van lange duur die een lineaire modellering niet had kunnen ontsluiten.

- De overgang wordt veroorzaakt door een deterministische dwang in afwezigheid van aleatoire ruis.

De gevallen van periodische dwang, quasi-periodische dwang met twee frequenties en chaotische dwang werden in beschouwing genomen. Er werd afgeleid dat de verschijning van een overgang tussen toestanden geconditioneerd wordt door de overschrijding van een drempelwaarde van zijn intensiteit. Trouwens, een toegelaten overgang doet zich voor op een langere tijdschaal dan wanneer het model onderworpen zou zijn aan een aleatoire dwang van dezelfde intensiteit. Op dezelfde wijze wordt de respons van het systeem gekarakteriseerd door een aleatoire dwang door uitgesproken geheugeneffecten.

- Kinetica van nucleatie in een omgeving met microgravitatie.

Een van de voornaamste doelstellingen van de ruimtezendingen is de synthese van kristallijne materialen van hoge kwaliteit. Door de condities op aarde wordt deze synthese negatief beïnvloed door de verschijning van parasitaire convectiestromen. Vanuit dit oogpunt hebben wij het probleem van de kristallisatie van proteïnes aangepakt, beschouwd als een overgang tussen twee stabiele toestanden (fasen) - vloeibare toestand en

2.2.1.4 Dynamique des transitions entre régimes: rôle des forçages dépendant du temps

Les transitions entre différents états représentant des régimes simultanément stables et séparés par une barrière intermédiaire constituent l'un des problèmes les plus représentatifs à l'interface entre d'une part, la dynamique atmosphérique et climatique et d'autre part, la science du non-linéaire et la théorie des processus stochastiques. Elles se manifestent dans des situations diverses, depuis les glaciations de l'ère Quaternaire jusqu'à la microphysique des réactions chimiques hétérogènes se produisant dans les masses nuageuses.

La dynamique de ces transitions a été analysée dans trois situations représentatives.

- La transition est introduite par un forçage aléatoire et les paramètres intervenant dans le modèle varient de façon non-stationnaire dans le temps.

Il s'agit là d'une situation typique en météorologie, au vu de la variabilité des forçages interférant avec la dynamique de l'atmosphère (influx solaire, teneur en CO₂ etc.). On a étudié les répercussions de cette variabilité dans la bifurcation de point limite associé à la transition entre le climat actuel et un régime climatique différent. Le résultat inattendu de cette analyse est l'apparition des états transitoires de longue durée qu'une modélisation linéaire n'aurait pu dévoiler.

- La transition est induite par un forçage déterministe en l'absence de tout bruit aléatoire.

Les cas de forçages périodiques, quasi-périodiques à deux fréquences et chaotiques ont été considérés. Il a été établi que l'apparition d'une transition entre états est conditionnée par le dépassement d'une valeur seuil de son intensité. Par ailleurs, une transition permise se produit sur une échelle de temps plus longue que si le système était soumis à un forçage aléatoire de même intensité. D'une manière générale, la réponse du système est caractérisée par des effets de mémoire marqués.

- Cinétique de nucléation dans un environnement de microgravité.

Un des objectifs majeurs des missions spatiales est la synthèse de matériaux cristallins de haute qualité. En effet dans des conditions terrestres cette même synthèse est affectée de manière négative par l'apparition de flux parasites de convection. On a abordé sous cet angle le problème de la cristallisation des protéines, vu comme une transition entre deux états (phases) stables - un état fluide et l'état cristallin - induite par un phénomène de nucléation. On a mis en évidence des conditions sous lesquelles le processus peut être accéléré suite notamment à la présence d'un état intermédiaire métastable (fluide dense). L'existence de tels états

kristallijnen toestand -veroorzaakt door nucleatie. Wij hebben de condities aan het licht gebracht onder dewelke het proces versneld kan worden, meer bepaald met betrekking tot een intermediaire metastabiele toestand (dichte vloeistof). Het bestaan van dergelijke toestanden lijkt een algemene eigenschap te zijn van interagerende toestanden (zoals proteïnes) door tussenkomst van attractieve potentialen van korte afstand.

2.2.2 Schatting van de hydrologische risico's

2.2.2.1 Hydrologische modellering

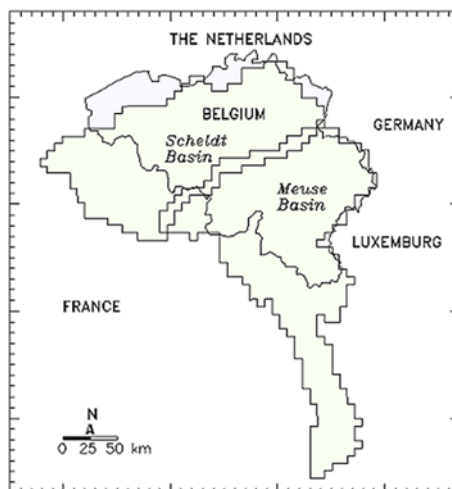
In het kader van het "Global Change" programma werd de studie van de impact van de klimaatveranderingen op de hydrologische cyclus van de grote hydrografische bekkens (Schelde en Maas) verder gezet. Het model gebruikt een rooster voorstelling met mazen van 50 km² grootte. In het bijzonder, werd er een studie van de impact van klimaatveranderingen gerealiseerd op de deelbekkens van de Leie, de Schelde stroomopwaarts van Gent, de Zenne, de Dijle, de Demer, de Kleine Nete en de Schelde bij de samenvloeiing met de Rupel. De zes gebruikte klimaatscenario's zijn het resultaat van simulaties met drie algemene circulatie modellen. Er moet opgemerkt worden dat de veranderingen in de neerslag zeer verschillend zijn van het ene globale model tot het andere en zelfs van de ene simulatie tot de andere voor het geheel van de vier simulaties verwezenlijkt met het klimaatmodel van het Hadley Center uit Groot-Brittannië. De analyse van de gevoeligheid van de hydrologische cyclus aan deze scenario's toont een vermindering aan van het gemiddelde maandelijks debiet in de zomer en de herfst evenals een verhoging van het aantal dagen met lage debieten tijdens dezelfde periode. Integendeel kan in de winter het gemiddelde maandelijks debiet toenemen of verminderen volgens de scenario's evenals het aantal dagen met hoge afvoeren.

semble être une propriété générique de substances interagissant (comme les protéines) par l'intermédiaire de potentiels attractifs à courte portée.

2.2.2 Estimation de risques hydrologiques

2.2.2.1 Modélisation hydrologique

Dans le cadre du Programme " Global Change ", l'étude des impacts de changements climatiques sur le cycle hydrologique des grands bassins (Escaut et Meuse) belges s'est poursuivie. Le modèle utilise une représentation sur une grille de mailles de 50 km². En particulier, une étude des impacts des changements climatiques a été réalisée sur les sous-bassins de la Lys, de l'Escaut en amont de Gand, de la Senne, de la Dyle, du Demer, de la Petite Nette et de l'Escaut au confluent du Rupel. Les six scénari climatiques utilisés sont issus de simulations réalisées avec trois modèles de circulation générale. Il faut noter que les changements de précipitations sont très différents d'un modèle global à l'autre et même d'une simulation à l'autre d'un ensemble de quatre simulations réalisées avec le modèle climatique du Hadley Centre de Grande-Bretagne. L'analyse de sensibilité du cycle hydrologique à ces scénarios montre une réduction du débit mensuel moyen en été et en automne de même qu'une augmentation du nombre de jours d'étiage pendant la même période. Par contre, pour l'hiver, le débit mensuel moyen peut croître ou diminuer, selon les scénarios, de même que le nombre de jours de crue.



Figuur 2.9. Gebiedsdomen van het hydrologische SCHEME model aangepast aan het conceptueel hydrologisch IRMB model en toegepast op de bekken van de Maas en de Schelde.

Figure 2.9. Domaines du modèle hydrologique SCHEME, adapté du modèle hydrologique conceptuel IRMB et appliqué aux bassins de la Meuse et de l'Escaut.

Voegen wij er eveneens aan toe dat een project op het DWTC werd ingediend met het oog op het koppelen van een hydrologisch model met de uitgangsveranderlijken van het ECMWF-model en van het Aladin-België model met het oog op het uitvoeren van voorspellingen van debieten van Belgische waterlopen. Dit onderzoeksproject beoogt van de op het KMI aanwezige meteorologische modellen te gebruiken ten einde te testen of het gebruik van de uitgangsveranderlijken van deze modellen kan toelaten van een betere voorspelling van de debieten te realiseren en van de ensemble voorspellingen te gebruiken ten einde aan de resultaten van het hydrologisch model een waarschijnlijkheid van voorkomen toe te wijzen (Opmerking: de voorspellingen van operationele debieten behoren tot het voogdijschap van de Regio's).

Signalons également qu'un projet a été soumis aux SSTC en vue de coupler un modèle hydrologique aux sorties du CEPMMT ainsi qu'aux sorties du modèle ALADIN en vue d'effectuer des prévisions de débit des cours d'eau belges. Ce projet de recherche viserait à tirer profit des modèles météorologiques disponibles à l'IRM afin de tester si l'usage des sorties de ces modèles peut permettre une meilleure prévision des débits et d'exploiter les prévisions d'ensemble pour affecter les résultats d'un modèle hydrologique d'une probabilité d'occurrence. (Remarque: les prévisions de débit opérationnelles relèvent des Régions).

2.2.2.2 Analyse van hydrologische risico's

De openbare aanbesteding van het bestek nr. 16EB/01/10 "Doorlichting van het pluviografisch meetnet van het Hydrologisch InformatieCentrum (HIC)" uitgeschreven door het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ), Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek, werd aan het KMI gegund dankzij haar expertise.

2.2.2.2 Analyse des risques hydrologiques

L'offre publique à l'appel n°16EB/01/10 "Audit sur le réseau de pluviographes du Centre d'Information Hydrologique (HIC)" publié par le Ministère de la Région flamande, Administration des Voies hydrauliques et de la Marine (AWZ), Section Laboratoire hydraulique et Recherche hydrologique a été attribué à l'IRM grâce à son expertise.

Deze opdracht bestond er in een algemeen overzicht te geven van de voorschriften bij het plaatsen van een pluviometer / pluviograaf en van de optredende fouten. Bijzondere aandacht werd besteed aan de windvelddeformatie, de blootstellingsgraad en de mogelijke correcties. Vervolgens werden deze punten toegepast op de drie verschillende types van pluviografen die deel uitmaken van het meetnet van HIC-pluviografen.

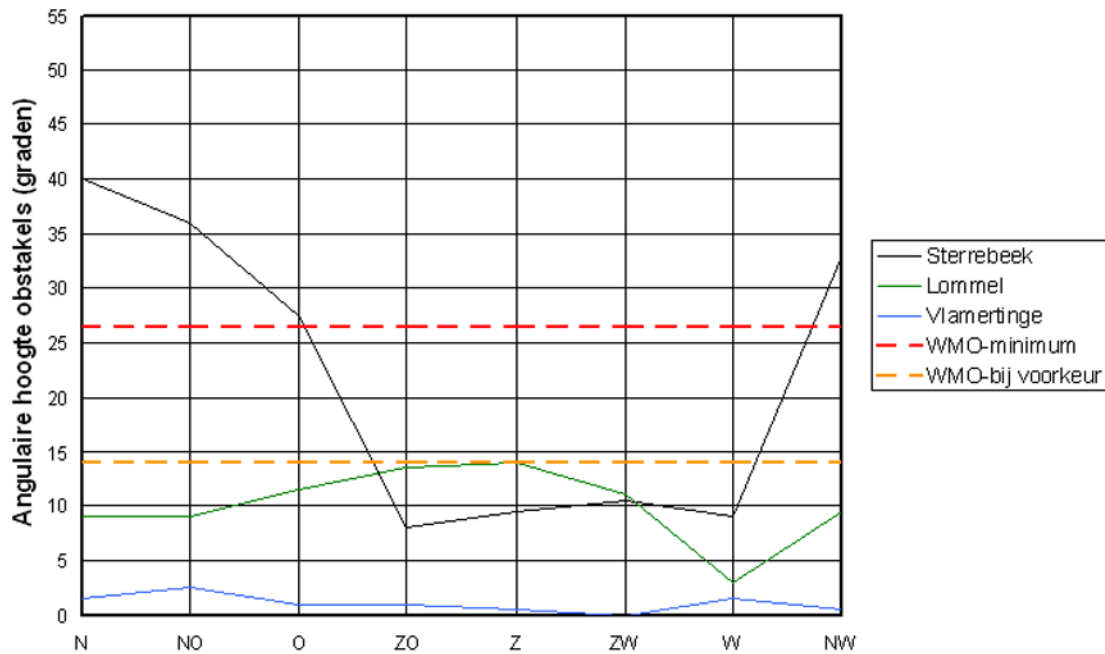
Ce projet consiste à donner un aperçu général des prescriptions sur l'emplacement d'un pluviomètre ou pluviographe et de leur influence sur l'erreur de mesure. Une attention particulière a été portée sur la déformation du champ de vent, sur le degré d'exposition et sur les corrections possibles. Ensuite, ces critères ont été appliqués à trois modèles de pluviographes dont est constitué le réseau du HIC. Les qualités et les défauts des

Van de HIC-pluviografen werden de sterke / zwakte punten beschreven en werd een kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving gemaakt van de sites van de HIC-pluviografen.

De hoofdbrok van de opdracht bestond uit de analyse van de langetijdreeksen van de HIC-gegevens en deze te vergelijken met de langetijdreeksen van de dagsommen van de neerslag afkomstig uit het klimatologische meetnet van het KMI. Een methodologie voor de validatie van de meetreeksen werd opgesteld. Ten slotte werden praktische richtlijnen voor het onderhoud voor het huidig of voor een toekomstig HIC-pluviografenmeetnet aangereikt.

pluviographes du HIC ont été décrits et une analyse qualitative et quantitative des sites du HIC a été réalisée.

Ce projet s'est basé sur l'analyse des longues séries temporelles de données du HIC et, en particulier, sur leur comparaison avec les séries correspondantes des précipitations journalières du réseau climatique de l'IRM. Une méthode de validation des mesures a été développée. Enfin, des lignes directrices pratiques ont été esquissées pour la gestion du réseau actuel et futur des pluviographes du HIC.



Figuur 2.10. Blootstelling van de HIC pluviograaf sites te Sterrebeek, Lommel en Vlamertinge waarbij de angulaire hoogte (in graden) van de obstakels gegeven wordt voor de acht hoofdwindrichtingen. De streepjeslijnen geven duiden de WMO normen aan.

Figure 2.10. Exposition des sites des pluviographes du HIC à Sterrebeek, Lommel et Vlamertinge: la hauteur angulaire (en degrés) des obstacles est donnée pour les huit directions principales; les tirets indiquent les normes de l'OMM.

2.2.3 Schatting van de evapotranspiratie over Europa

SAF-Land

Het SAF-Land project heeft voor objectief de exploitatie van gegevens afkomstig van de Meteosat satellieten van de Tweede Generatie (MSG) om er verschillende oppervlakteparameters zoals de stralingstemperatuur, het albedo, de karakteristieken van vegetatiebedekking, van de vochtigheidsgraad van de bodem, etc... uit af te leiden. De onderzoeksgroep uit de afdeling "Hydrometeorologische modellering" houdt zich specifiek met de evapotranspiratie bezig. Zijn zending bestaat uit het op punt stellen van een algoritme dat in staat is om op

2.2.3 Estimation de l'évapotranspiration sur l'Europe

SAF-Land

Le projet SAF-LAND a pour objectif l'exploitation des données issues des satellites Météosat de Seconde Génération (MSG), pour en déduire différents paramètres de la surface tels que la température radiative, l'albédo, les caractéristiques du couvert végétal, l'humidité du sol, etc... L'équipe de la section " Modélisations Hydro-météorologiques " s'occupe spécifiquement de l'évapotranspiration. Sa mission consiste à mettre au point un algorithme capable de déterminer, de manière opérationnelle, l'évapotranspiration au-dessus de l'Europe, par télédétection.

een operationele manier door middel van teledetectie de evapotranspiratie boven Europa te bepalen.

Een algoritme dat uit een vereenvoudigde versie bestaat van het interactie schema bodem-vegetatie-atmosfeer van het model van het Europees centrum werd opgezet en geïmplementeerd. Het werd toegepast op tijdreeksen van verschillende jaren gegevens waargenomen te Cabauw (Nederland) en Murex (Frankrijk). Zijn prestatie is vergelijkbaar met deze van het originele schema. Het einde van het jaar 2002 werd aangewend om de karakteristieken van het algoritme op een rooster te definiëren en voor het realiseren van een prototype.

De programma's die met deze versie overeenkomen zullen geïmplementeerd worden op het instituut dat gast is voor het SAF-Land project (het Portugese Meteorologische Instituut te Lisbonne). Zij zullen het onderwerp vormen van een wetenschappelijke en technische evaluatie tijdens de transitie naar de volgende fase voorbehouden aan de ontwikkeling en de integratie van de verschillende constitutieve elementen van het project.

2.2.4 Ozon Balans

2.2.4.1 Bepaling van de optische dikte in het UV gebied op basis van Brewer waarnemingen

Sinds 1984 meet een Brewerspectrofotometer de ozonkolom te Ukkel door de intensiteit van de directe zonnestraling waar te nemen bij vijf golflengten in het UVB spectrum: 303.3 nm, 310.1 nm, 313.5 nm, 316.7 nm en 320.1 nm.

Met de zogenaamde "Langley plot" techniek kan men, door middel van een lineaire regressie, uit deze intensiteiten de optische dikte van aerosolen (AOD) afleiden voor de gehele periode van 1984 tot november 2002.

Figuur 2.11 toont dat er in Ukkel een duidelijke jaarlijkse cyclus waarneembaar is. Zo variëren de dagelijkse waarden van de AOD tussen 0.26 in de winter en 1.4 in de zomer. De amplitude van deze variaties is vergelijkbaar met wat gemeten werd door zon-fotometers op andere plaatsen behorend tot het AERONET netwerk.

De analyse van deze AOD's toont tevens dat de effecten van de uitbarsting van de Mont Pinatubo vulkaan alleen zichtbaar waren gedurende de winter. Daarnaast werd een trend in de maandgemiddelden van AOD's vastgesteld: er is een significant negatieve trend voor alle golflengten over de periode 1989-2002, en voor de golflengten 306.3 nm, 310.1 nm en 320.1 nm voor de periode 1984-2002.

Un algorithme consistant en une version simplifiée du schéma d'interaction sol-végétation-atmosphère du modèle du Centre Européen a été établi et implémenté. Il a été appliqué à des séries de plusieurs années de données observées aux sites de Cabauw (Pays-Bas) et Murex (France). Sa performance est semblable à celle du schéma originel. La fin de l'année 2002 a été mise à profit pour définir les caractéristiques de l'algorithme sur grille et pour en réaliser une version prototype.

Les programmes correspondant à cette version seront implémentés dans le système informatique de l'institut hôte de la SAF-Land (l'Institut Météorologique Portugais localisé à Lisbonne). Ils feront l'objet d'une évaluation scientifique et technique lors de la transition vers la phase suivante dévolue au développement et à l'intégration des différents éléments constitutifs du projet.

2.2.4 Bilan d'ozone

2.2.4.1 Détermination des épaisseurs optiques dans l'UV à partir des observations Brewer

Depuis 1984, le spectrophotomètre BREWER mesure la colonne d'ozone à Uccle à partir du rayonnement direct du soleil à 5 longueurs d'onde différentes dans l'UV-B : 306.3 nm, 310.1 nm, 313.5 nm, 316.7 nm et 320.1 nm.

Nous avons utilisé une méthode de régression linéaire appelée " Langley plot " afin de déterminer l'épaisseur optique des aérosols (AOD) à partir de ces radiations sur une longue période allant de 1984 à novembre 2002.

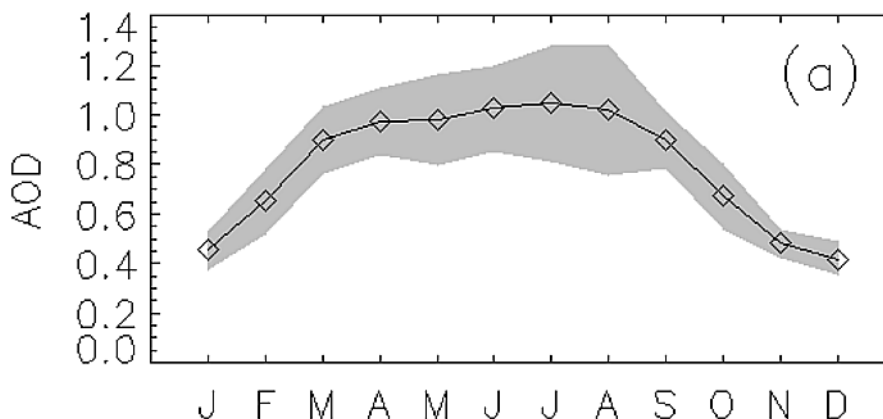
La Figure 2.11 montre qu'une variation saisonnière est clairement observée à Uccle. Par exemple, les valeurs journalières des AOD varient entre 0.26 en hiver et 1.4 en été. L'amplitude de ces AOD est comparable à celles mesurées par les photomètres solaires du réseau AERONET à d'autres endroits de la planète.

L'analyse des AOD montre également que les effets de l'éruption volcanique du Mont Pinatubo de juin 1991 sont uniquement visibles en hiver. De plus, une tendance des moyennes annuelles des AOD est mise en évidence : elle est significativement négative pour toutes les longueurs d'onde sur la période 1989-2002 et sur 1984-2002 pour les longueurs d'onde 306.3 nm, 310.1 nm et 320.1 nm.

En hiver, la tendance est significativement négative pour toutes les longueurs d'onde. Pour l'été, ceci n'est que le cas pour 3 longueurs d'onde : 306.3 nm, 310.1 nm et

De trend is significant negatief voor alle golflengten gedurende de winter. Tijdens de zomer daarentegen is dit slechts het geval voor 3 golflengten: 306.1 nm, 310.1 nm en 320.1 nm. Voor de lente en de herfst werden geen significante trends vastgesteld.

320.1 nm alors que pour le printemps et l'automne, aucune tendance n'est significative.



Figuur 2.11. Jaarlijkse variatie van de aerosol optische dikte in het UV (306.3 nm), zoals waargenomen met de Brewer spectrofotometer te Ukkel van 1984 tot 2002.

Figure 2.11. Variation annuelle de l'épaisseur optique dans l'UV (306.3 nm) à Uccle, observée avec le spectrophotomètre Brewer à Uccle, entre 1984 et 2002.

2.2.4.2 Studie van de secundaire maxima in de ozonprofielen

Deze studie onderzoekt het fenomeen van de secundaire maxima die waargenomen worden in de ozonprofielen, opgemeten met ballonpeilingen. Een secundair ozonmaximum is een lokaal maximum in de ozonconcentratie in de lage stratosfeer waarvan de grootte vergelijkbaar is met de maximumconcentratie die zich op een hoogte van 20 tot 24 km bevindt. Deze maxima worden bijna het gehele jaar door waargenomen, maar de grootste frequentie treedt op in de lente. Van de peilingen uitgevoerd in de maanden maart april en mei, vertonen tot 30 % van de profielen een secundair maximum, terwijl er in september slechts één maximum opgetreden is tijdens de hele waarnemingsperiode, die reeds meer dan dertig jaar beslaat.

2.2.4.2 Etude des maxima secondaires dans les profils d'ozone

On s'est proposé d'étudier le phénomène des maxima secondaires observés dans les profils d'ozone obtenus par sondages par ballon. Un maximum d'ozone secondaire est un maximum local de la concentration en molécules d'ozone situé dans la basse stratosphère et dont l'amplitude est comparable à l'amplitude du maximum de concentration situé vers 20 à 24 km d'altitude. Des maxima secondaires peuvent être observés quasiment toute l'année, avec une plus grande fréquence au printemps. Jusqu'à 30% des sondages effectués au cours des mois de mars, avril et mai montrent un maximum secondaire tandis qu'en septembre un maximum seulement se présente au cours de la période d'observation qui couvre plus de 30 ans.

Het optreden van deze secundaire maxima is verbonden aan de aanwezigheid van planetaire golven in de atmosfeer boven onze streken. Deze voeren een mengsel van ozonrijke en ozonarme luchtlagen aan, afhankelijk van hun oorsprong. Zo kunnen ozonarme luchtmassas afkomstig uit tropische streken over ozonrijke polaire luchtmassa's schuiven. Deze conclusies, die andere bestaande studies bevestigen, werden bekomen door trajectberekeningen, door de analyse van synoptische kaarten en door beschouwingen van de potentiële vorticeit.

L'apparition des maxima secondaires est liée à la présence en altitude d'ondes planétaires au-dessus de nos régions qui entraîne la superposition de couches d'air riche et pauvre en ozone du fait de leurs origines différentes : de l'air polaire riche en ozone est surmonté par de l'air pauvre en ozone en provenance des régions tropicales. Ces résultats, qui confirment d'autres études, ont été obtenus à l'aide de calculs de trajectoires et par l'analyse de cartes synoptiques et de vorticité potentielle.

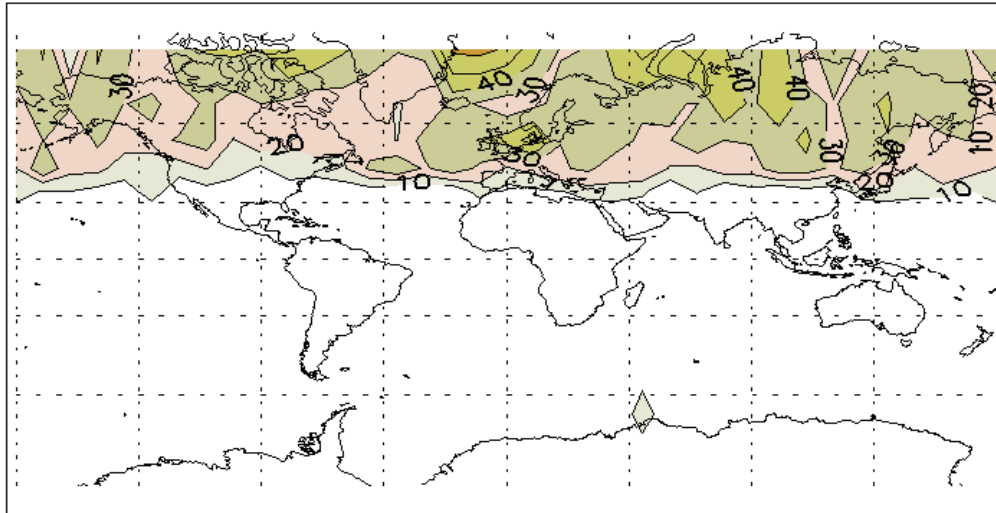
Het gebruik van satellietgegevens (het SAGEII instrument) laat toe de globale verdeling van de secundaire maxima in kaart te brengen. De resultaten zijn in overeenstemming met de resultaten van de studie van

L'utilisation de données satellite (instrument SAGEII) permet d'obtenir la distribution globale des maxima secondaires. Les résultats sont en accord avec ceux obtenus à partir des sondages, comme le cycle saisonnier, et confirment certains résultats mentionnés dans d'autres publications, comme : l'absence de maxima

de peilingen (vb zelfde seizoenscyclus). Ze bevestigen ook sommige resultaten die vermeld zijn in andere publicaties, zoals de afwezigheid van secundaire maxima op lage breedtegraden. Een belangrijk resultaat is dat de zonale verdeling van de secundaire maxima niet homogeen is. Dit heeft te maken met de ontwikkeling en de voortplanting van planetaire golven, bijvoorbeeld tussen de Oostelijke en Westelijke kusten van de Atlantische Oceaan, zie Figuur 2.12.

secondaires aux faibles latitudes. Un résultat important est que la distribution en longitude des maxima secondaires n'est pas du tout homogène et est liée à la genèse et à la propagation des ondes planétaires, par exemple entre les façades Est et Ouest de l'océan Atlantique (voir Figure 2.12).

MAM



Figuur 2.12. Verdeling van de secundaire maxima waargenomen door het SAGE II instrument. De waarden stemmen overeen met het percentage van de ozonprofielen met een secundair maximum, gemiddeld voor de maanden maart, april en mei van 1985 tot 2000.

Figure 2.12. Distribution géographique des maxima secondaires observés par l'instrument SAGEII. Les valeurs correspondent au pourcentage des profils d'ozone qui présentent un maximum secondaire, valeurs moyennes pour les mois de mars, avril et mai pour les années 1985 à 2000.

2.2.4.3 Validatie van Envisat-1 door middel van metingen op het KMI

Envisat-1 is Europa's grootste satelliet voor aardobservatie. Via een Ariane 5 werd deze op 1 maart 2002 succesvol in een baan om de aarde gebracht. Naast metingen aan het landoppervlak (vegetatie), de oceanen (temperatuur en hoogte van de golven) en de ijsmassa's, zijn er ook drie instrumenten aan boord die in staat zijn om meer precies de evolutie en de verdeling van de verschillende atmosferische bestanddelen na te gaan. Deze instrumenten (GOMOS, MIPAS en SCIAMACHY), geven een globaal beeld van de atmosfeer, van de top van de stratosfeer tot onder de tropopauze.

Het KMI is betrokken bij de validatie van de ozon- en temperatuurmetingen van deze drie instrumenten. Onder validatie wordt verstaan dat de satellietmetingen worden vergeleken met metingen van referentie-instrumenten. Uit deze vergelijking kan dan worden geconcludeerd wat de kwaliteit is van de satellietmetingen en door welke factoren deze kwaliteit wordt beïnvloed. Deze kennis laat dan toe de satellietmetingen te verbeteren. Vermits satellieten een beperkte levensduur

2.2.4.3 Validation des données ENVISAT à l'aide des mesures de l'IRM

Envisat-1 est le plus gros satellite européen d'observation de la Terre. Il a été mis en orbite autour de la Terre en mars 2002 par une fusée Ariane 5. En plus des instruments dédiés à l'observation du sol (végétation), des océans (hauteur des vagues) et des glaces de mer, Envisat emporte également à son bord trois instruments qui ont pour but de mieux connaître l'évolution et la distribution des différents composants de l'atmosphère. Ces trois instruments (GOMOS, MIPAS et SCIAMACHY) offrent une vue globale de l'atmosphère, depuis le sommet de la stratosphère jusqu'en dessous de la tropopause.

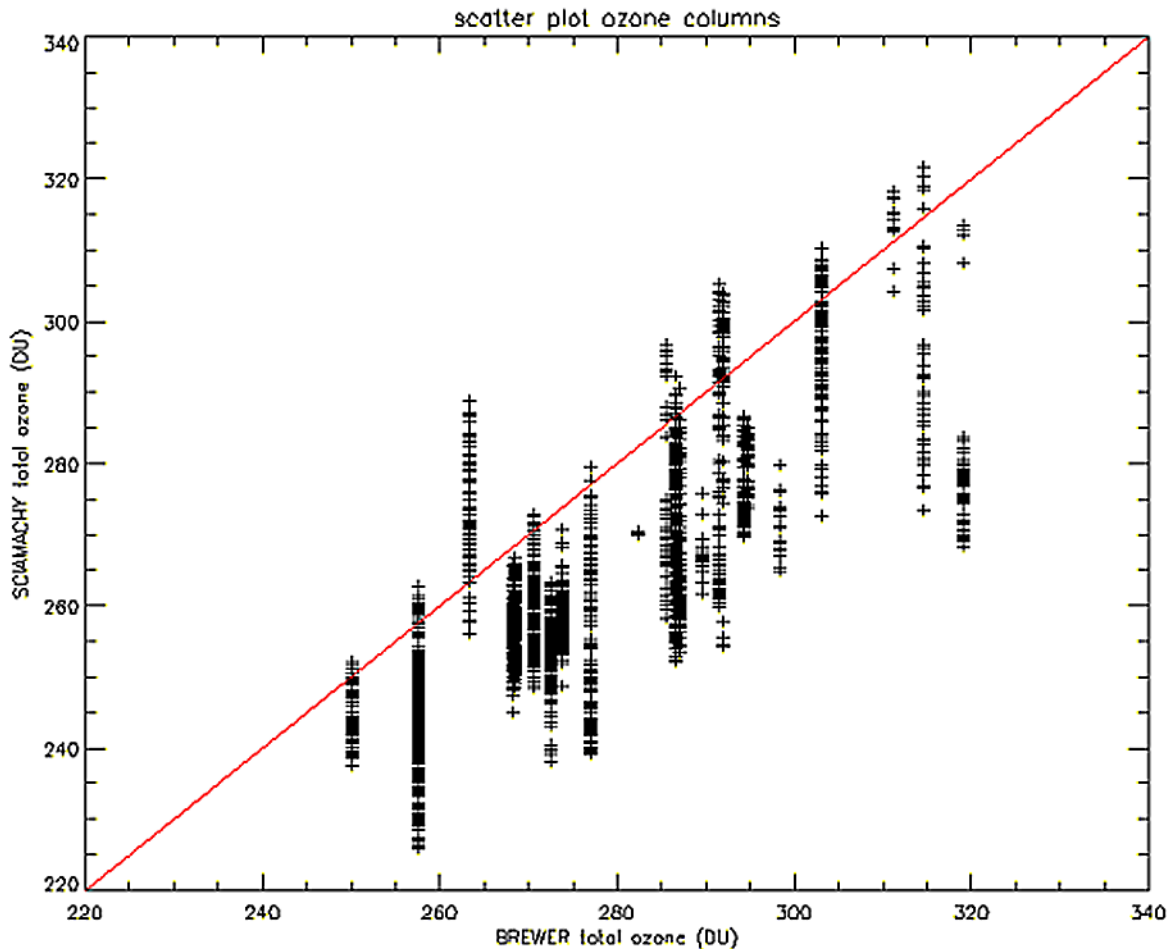
L'IRM est impliqué dans la validation des mesures d'ozone et de température effectuées par ces trois instruments. Par validation, nous entendons la comparaison des mesures satellites avec des mesures effectuées au sol par des instruments de référence. Cette comparaison permet de déterminer la qualité des mesures satellites et de chercher par quels facteurs celle-ci est influencée afin, ensuite, de pouvoir améliorer les

van enkele jaren hebben, is validatie ook belangrijk om de gegevens van verschillende generaties van satellieten te homogeniseren.

Op het KMI zijn er drie soorten referentieinstrumenten beschikbaar voor deze validatiestudie: de Brewer en Dobson spectrofotometers die de ozonkolom boven Ukkel kunnen meten, de ozonsondes die het verticale ozonprofiel meten en de aërologische radiopeilingen die temperatuurprofielen leveren. Vanwege de lange beschikbare tijdreeks en de voortdurende kwaliteitscontrole van deze gegevens, zijn deze bijzonder geschikt om gebruikt te worden in validatiestudies.

mesures satellites. Etant donné la durée de vie limitée des satellites, la validation permet également d'homogénéiser les mesures effectuées par différentes générations de satellites.

Trois types d'instruments de référence sont disponibles à l'IRM pour cette étude: les instruments Brewer et Dobson qui mesurent l'épaisseur de la couche d'ozone au dessus d'Uccle, les sondes d'ozone qui mesurent la distribution verticale de l'ozone et les radiosondages aérologiques qui donnent les profils de température. Toutes ces mesures sont particulièrement adaptées à la validation de par leur qualité avérée et la longue série de données déjà disponible.



Figuur 2.13. Vergelijking tussen de totale kolom ozon (uitgedrukt in Dobson-eenheden), gemeten door SCIAMACHY en de kolom gemeten door de Brewer nr. 16 spectrofotometer te Ukkel (periode van 17/9/2002 tot 26/10/2002).

Figure 2.13. Comparaison entre la quantité totale d'ozone (exprimée en unités Dobson) mesurée par SCIAMACHY et l'instrument Brewer No. 16 situé à Uccle (période couverte : 17/09/2002 au 26/10/2002).

Figuur 2.13 toont een voorbeeld van een vergelijking tussen de totale kolom ozon, gemeten door SCIAMACHY en de kolom gemeten door de Brewer nr. 16 spectrofotometer (periode van 17/9/2002 tot 26/10/2002). De figuur suggereert een onderschatting van de hoeveelheid ozon door SCIAMACHY.

La Figure 2.13 montre un exemple de comparaison entre les mesures de la quantité totale d'ozone effectuées par SCIAMACHY et par le spectrophotomètre Brewer No.16 situé à Uccle (période couverte : 17/09/2002 au 26/10/2002). La figure suggère une sous-estimation de la quantité d'ozone par SCIAMACHY.

2.2.4.4 Trends in ozonconcentraties in functie van de hoogte en het seizoen

Trends van ozon in de vrije troposfeer zijn sinds de jaren '90 negatief gedurende de lente en de zomer. Gedurende de herfst en winter zijn er geen significante trends aanwezig in de vrije troposfeer (Figure 2.14).

Ozonconcentraties in de bovenste laag van de troposfeer en de onderste laag van de stratosfeer, de UTLS-zone (upper troposphere - lower stratosphere), zijn gedurende de laatste decade significant veranderd. Indien we de periode 1988-2001 nader bekijken, is er vooral gedurende de zomer- en de herfstperiode een toename in ozonconcentraties in de lage stratosfeer (8-10 km) en een afname in de bovenste laag van de troposfeer.

Een model werd op het KMI ontwikkeld om het gedrag van ozon dichtbij de oppervlakte te verklaren met behulp van meteorologische parameters. Dit model is in staat om 75 % van de variabiliteit te verklaren met een minimum aan parameters. De meest belangrijke meteorologische parameters in het model zijn de straling, oppervlaktetemperatuur, menghoogte en NOx concentratie.

Ozon in de grenslaag vertoont een jaarcyclus met twee maxima, namelijk gedurende de maanden mei en augustus. Er werd een significante negatieve trend van $-0.77 \text{ ppb/jaar} \pm 0.30 \text{ ppb/jaar}$ gevonden gedurende de periode 1988-2001.

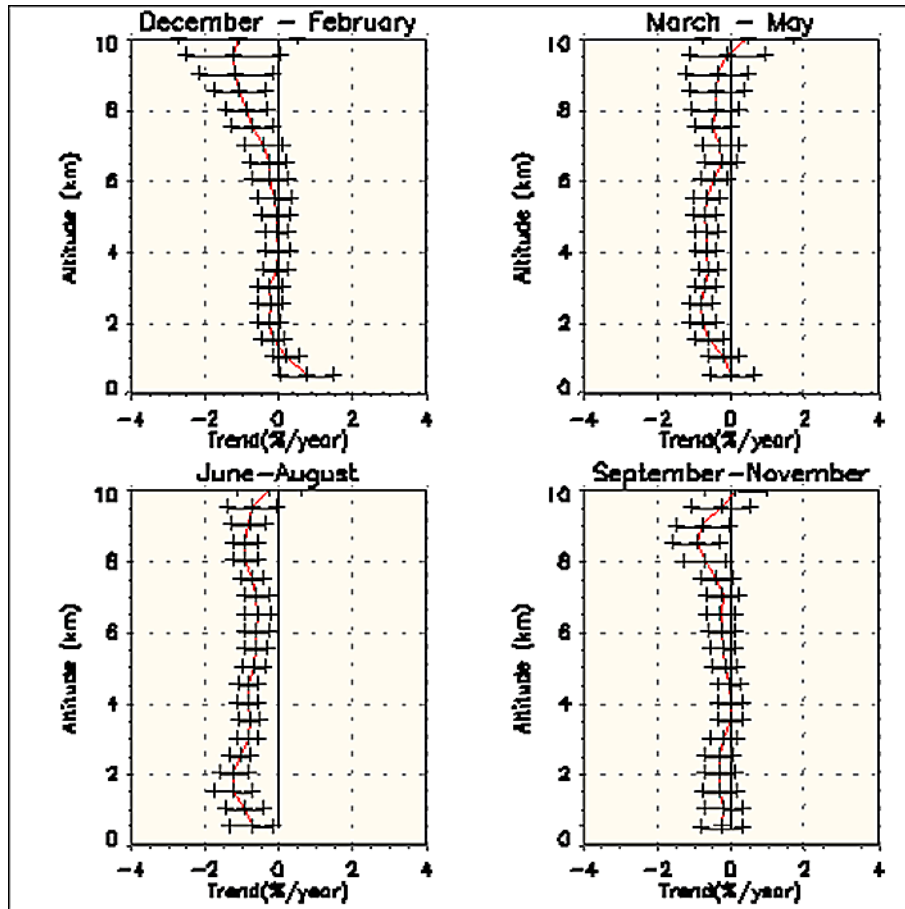
2.2.4.4 Tendances de la concentration d'ozone en fonction de l'altitude et de la saison

Depuis 1990, les tendances de la concentration en ozone dans la troposphère libre sont négatives au printemps et en été. En automne et en hiver, aucune tendance n'est observée dans la troposphère libre (Figure 2.14).

Dans les couches supérieures de la troposphère et les couches inférieures de la stratosphère, dite zone UTLS (upper troposphere-lower stratosphere), les concentrations en ozone ont varié de façon significative au cours de la dernière décennie. Si l'on considère la période 1988-2001, nous observons, pendant l'été et l'automne, une augmentation des concentrations en ozone dans la basse stratosphère (8-10km) et une diminution dans la haute troposphère.

D'autre part, un modèle a été développé à l'IRM afin d'étudier l'influence de plusieurs paramètres météorologiques sur les concentrations en ozone mesurées au niveau du sol. Ce modèle permet d'expliquer 75% de la variabilité à l'aide d'un minimum de paramètres. Les paramètres météorologiques les plus importants du modèle sont le rayonnement incident, la température au sol, la hauteur de la couche de mélange et la concentration en NOx.

L'ozone dans la couche limite planétaire présente un cycle annuel avec deux maxima, un en mai et un second en août. Une tendance négative significative de $-0.77 \text{ ppb/an} \pm 0.30 \text{ ppb/an}$ est observée durant la période 1988-2001.



Figuur 2.14. Seizoenstrends als functie van de hoogte in ozon concentraties te Ukkel, gedurende 1988-2001.

Figure 2.14. Tendances saisonnières des concentrations d'ozone à Uccle en fonction de l'altitude pour la période 1988-2001.

2.2.5 Zonneconstante en energiebalans

De aarde ontvangt energie van de zonnestraling en verliest energie door haar eigen uitstraling. Het verschil tussen de geabsorbeerde zonnestraling en de uitgezonden thermische straling is verantwoordelijk voor de globale opwarming of afkoeling van de aarde.

Het KMI is betrokken in de meting van deze stralingsbalans, enerzijds door de metingen van de "zonneconstante" (stralingsenergieflux per eenheid oppervlakte op de gemiddelde afstand aarde-zon) en anderzijds door de metingen van de straling die de aarde verlaat.

De metingen van de zonneconstante op het KMI startten in 1983 aan bord van SPACELAB-1. Sindsdien hebben absolute radiometers - ontworpen, ontwikkeld en gebouwd op het KMI - deelgenomen en zullen actief deelnemen aan de waarneming van de zonneconstante. Dit gebeurt zowel door lange termijnwaarnemingen van satellieten, als door korte termijnruimteveervluchten voor ijkingdoeleinden. Ons instrument "SOLCON" is een referentie voor de bepaling van de veroudering van radiometers die continu meten vanuit de ruimte en die verouderen door blootstelling aan de UV zonnestraling.

2.2.5 Constante solaire et bilan d'énergie

La planète Terre reçoit de l'énergie par le rayonnement solaire et perd son énergie par rayonnement. C'est la différence entre la quantité d'énergie reçue du Soleil et celle réfléchi et rayonnée par la planète qui rend compte du réchauffement ou du refroidissement global.

L'IRM est impliqué dans la mesure de ce bilan radiatif, d'une part par les mesures de la " constante solaire " (flux d'énergie radiative par unité de surface normale au rayonnement solaire au sommet de l'atmosphère et à la distance moyenne Terre-Soleil) et d'autre part dans les mesures du rayonnement qui quitte la Terre.

Les mesures de la constante solaire ont débuté dès 1983 à bord de SPACELAB 1. Depuis lors, les radiomètres absolus conçus, développés et construits à l'IRM ont participé, participent et participeront activement à la surveillance de la constante solaire, tant par la mesure précise des variations du flux solaire que par des missions de courte durée présentant aussi un objectif météorologique. En effet, notre instrument " SOLCON " constitue une référence pour apprécier le vieillissement des radiomètres en vol permanent, exposés en continu au rayonnement UV solaire.

In 2002, lagen een deel van de activiteiten verbonden aan de zonneconstante op het vlak van gegevensverwerking, in het bijzonder de gegevens bekomen door het DIARAD (Differential Absolute Radiometer) instrument dat deel uitmaakt van het VIRGO (Variability of Solar Irradiance and Gravity Oscillations) experiment aan bord van de SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) satelliet. We hebben ook actief de ruimteveervlucht STS-107 van SOLCON, uitgevoerd in Jan. 2003, voorbereid. Twee nieuwe instrumenten worden gebouwd en gekarakteriseerd: SOVIM voor installatie aan boord van het internationale ruimtestation en SOVAP aan boord van de Franse microsatteliet PICARD. De PICARD zending heeft een bijzonder belang voor studies van de klimaatsverandering op aarde, want er zullen simultaan metingen gemaakt worden van de variaties van de diameter van de zon en van de uitgezonden zonnestraling. Zo kan er een correlatie opgesteld worden tussen beide variaties, die dan gecombineerd kan worden met precieze metingen die de Franse astronoom Picard maakte van de diameter van de zon in de tijd van Lodewijk XIV. Deze metingen moeten toelaten de metingen van de zonneconstante in de tijd terugwaarts uit te breiden tot de tijd van Lodewijk XIV. In die tijd viel het Maunder minimum van de zon samen met een koude periode op aarde.

Het KMI is verantwoordelijk voor een deel van de gegevensverwerking van het GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) instrument aan boord van de toekomstige satellieten MSG (Meteosat Second Generation). Vanuit de GERB metingen zullen de stralingsfluxen aan de top van de atmosfeer van de aarde berekend worden en in quasi reële tijd ter beschikking gesteld worden van eindgebruikers. GERB werd gelanceerd in Augustus 2002 en de eerste beelden werden bekomen in Dec. 2002. Het KMI neemt ook deel aan de ontwikkeling van de SAF (Satellite Application Facility) voor klimaatsmonitoring (EUMETSAT) door de bepaling van homogene tijdseries van de stralingsfluxen aan de top van de atmosfeer vanuit de metingen van de verschillende beschikbare instrumenten (GERB, CERES, ScaRaB). Experimentele producten werden routinematig geproduceerd op basis van METEOSAT 7 gegevens en ter beschikking gesteld van gebruikers zoals het DWD of het MetOffice.

2.2.6 Studie van de variatie van het geomagnetisch veld

De magnetische gegevens die in de magnetische Observatoria van Dourbes en Manhay zoals door het "Magnetische Wereldwake" netwerk en andere opgezameld werden, lieten de volgende studies toe :

Een dipoolmodel voor de magnetische anomalieën over België heeft een zeer duidelijke geologische interpretatie getoond. De Curie isotherm toont de superpositie van het Massief van Brabant op dieper gelegen tektonische

En 2002, les activités liées à la constante solaire ont porté sur l'exploitation des mesures, en particulier celles en provenance du radiomètre absolu DIARAD (Differential Absolute Radiometer) qui fait partie de l'expérience VIRGO (Variability of Solar Irradiance and Gravity Oscillations) à bord du satellite SOHO (Solar and Heliospheric Observatory). Nous avons aussi activement préparé le vol STS-107 de SOLCON, prévu en janvier 2003. Deux nouveaux instruments sont en cours d'élaboration et de caractérisation : SOVIM qui doit être embarqué à bord de la station spatiale internationale et SOVAP qui volera à bord du micro-satellite français PICARD. La mission PICARD, du nom de l'astronome du roi de France Louis XIV qui a effectué les premières mesures précises du diamètre du Soleil, présente un intérêt particulier pour l'étude du climat. En effet, des mesures simultanées des variations du diamètre solaire et de son rayonnement doivent permettre d'établir une corrélation entre le diamètre et la constante solaire et ainsi faire remonter la série des valeurs de la constante solaire jusqu'à l'époque de Louis XIV sur base des mesures du diamètre solaire. Il sera donc possible d'étudier le minimum de Maunder (période de basse activité solaire au 17^{ème} siècle) auquel une période froide est associée.

L'IRM est responsable de la partie du segment sol de l'instrument GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) embarqué sur les satellites MSG (Meteosat Second Generation) chargé de calculer les flux radiatifs au sommet de l'atmosphère et de les mettre à la disposition des utilisateurs en temps quasi-réel. GERB a été lancé en août 2002 et les premières images ont été reçues en décembre 2002. L'IRM participe au développement du SAF (Satellite Application Facility) pour la surveillance du climat en vue de la génération opérationnelle des séries homogènes de flux radiatif au sommet de l'atmosphère à partir des mesures de différents instruments (GERB, CERES, ScaRaB). Des produits expérimentaux ont été élaborés en routine sur base des données de Meteosat 7 et mis à la disposition d'utilisateurs comme le DWD ou le MetOffice.

2.2.6 Etude de la variation du champ géomagnétique

Les données magnétiques collectées dans les Observatoires de Dourbes et Manhay ainsi que par le réseau "Veille Magnétique Mondiale" et d'autres ont permis d'effectuer les travaux suivants :

Un modèle dipolaire pour les anomalies magnétiques en Belgique a montré une interprétation géologique très claire. L'isotherme de Curie montre la superposition du Massif de Brabant sur des structures tectoniques plus

structuren in het noorden en het zuiden van het land (zie Hoofdstuk 6). Het werk zal aangeboden worden aan Geophysical Prospecting in 2003.

Een transfer functie model voor de zonnecyclus, beschreven door de Wolf getallen, bestaat uit de opeenvolging van onafhankelijke impulsen die quasi-periodisch herhaald worden met intervallen van de orde van 11 jaar. Het model laat een verantwoorde voorspelling voor de volgende cyclus toe (zie Hoofdstuk 6). Een ingekort versie van het manuscript is voorgelegd aan Solar Physics.

Een dipolair model, bestaande uit de distributie van radiale dipolen op een gemeenschappelijke afstand van het aardcentrum, laat een zeer significante benadering toe van de seculaire variatie van het geomagnetisch veld beschreven door het IGRF. Een publicatie zal kortelings verschijnen in het KMI.

Een modulatie model voor de dagelijkse verandering van het magnetisch signaal, opgetekend in Dourbes voor de periode 1960-1999, beschrijft de zolaire en lunaire bijdragen tot het magnetisch veld. Een voorstel voor publicatie is aangeboden aan Earth, Planets and Space.

Theoretische studie van de deconvolutie van een numeriek bepaald Fourier spectrum met toepassing op het magnetisch signaal in Dourbes. Een publicatie in het KMI wordt overwogen.

2.3 Verbeteren van de waarnemingssystemen

Voor het bereiken van de objectieven onder 2.1 en 2.2 werd de continue goede werking van de bestaande waarnemingssystemen verzekerd en werden nieuwe waarnemingstechnieken ontwikkeld. Het automatisch meetnet voor meteorologische en geofysische parameters werd verder uitgebreid. Gezien de waarnemingen de basis vormen van alle activiteiten van het instituut werd bijzondere aandacht besteed aan het verhogen van hun betrouwbaarheid.

2.3.1 Invoeren van nieuwe waarnemingen en uitbreiding van bestaande systemen

2.3.1.1 Meetnetten

Het Belgisch klimatologisch meetnet, beheerd door het KMI in samenwerking met andere instellingen zoals de regionale hydrologische diensten, bestaat uit ongeveer 270 stations waar de vrijwillige waarnemers elke dag metingen verrichten van de neerslag en eventueel de temperatuur. In 2002 werden als gevolg van een vroegere

profondes au nord et au sud du pays (voir Chapitre 6). Le travail sera proposé à Geophysical Prospecting en 2003.

Un modèle de fonction de transfert pour le cycle solaire, caractérisé par les nombres de Wolf, consiste en la succession d'impulsions indépendantes répétées quasi-périodiquement à des intervalles de l'ordre de 11 ans. Le modèle permet une prévision du cycle suivant (voir Chapitre 6). Une version condensée du manuscrit est soumise à Solar Physics.

Un modèle dipolaire, consistant en une distribution de dipôles radiaux à une distance commune du centre de la terre, permet une approximation très significative de la variation séculaire du champ géomagnétique IGRF. Une publication sortira prochainement à l'IRM.

Un modèle de modulation pour la variation journalière du signal magnétique, enregistré à Dourbes pour la période 1960-1999, décrit les contributions solaires et lunaires au champ magnétique. Une proposition pour publication est envoyée à Earth, Planets and Space

Enfin, on a procédé à une étude théorique de la déconvolution d'un spectre de Fourier numérique avec une application sur le signal magnétique à Dourbes. Une publication à l'IRM est envisagée.

2.3 Amélioration des systèmes d'observation

Pour atteindre les objectifs décrits aux points 2.1 et 2.2, le bon fonctionnement continu des systèmes d'observation existants a été assuré et de nouvelles techniques d'observation ont été développées. Le réseau de mesure automatique des paramètres météorologiques et géophysiques a été agrandi. Comme les observations sont à la base de toutes les activités de l'Institut, une attention particulière a été accordée à l'amélioration de leur fiabilité.

2.3.1 Introduction de nouvelles observations et extension des systèmes existants

2.3.1.1 Réseaux d'observations

Le réseau climatologique belge, géré par l'IRM en collaboration avec d'autres institutions comme les services hydrologiques régionaux, est composé de 270 stations dans lesquelles des observateurs quasi bénévoles relèvent chaque jour des observations de précipitations et éventuellement de température. En

studie omtrent de kwaliteit en de ruimtelijke spreiding van het meetnet, vier stations gesloten en werden 20 nieuwe stations geopend om bepaalde lacunes in het meetnet op te vullen.

Er werd verder gewerkt aan de geleidelijke uitbouw van het netwerk van automatische weerstations van het KMI. Wegens diverse omstandigheden konden geen nieuwe stations volledig afgewerkt worden; de werkzaamheden beperkten zich tot het upgraden van bestaande metingen en het voorbereiden en opstarten van de werken aan nieuwe stations. De bouw van een uitgebreid automatisch weerstation in Beitem werd voorbereid. Het synoptisch station te Meix-devant-Virton bevindt zich op een ongunstige plaats; daarom werd na overleg tussen Departementen I en IV beslist om dit station te vervangen door een nieuw station te Buzenol. Nadat de nodige toelatingen voor de bouw van dit station beschikbaar waren, kon men de basiswerken uitvoeren en werden de eerste sensoren geplaatst.

In de automatische synoptische stations waar er een waarnemer aanwezig is werd een systeem voorzien waarbij, via de nodige software op een PC, men visuele waarnemingen kan invoeren om ze samen met de andere waarnemingen te kunnen versturen.

2.3.1.2 Ijklaboratorium

De renovatie van de opstelling voor drukijkingen werd afgewerkt. De vernieuwde opstelling is aangepast voor de ijking van diverse types van barometers. Met het oog op een efficiënt onderhoud en beheer van de stock van wisselstukken van deze opstelling, werd een volledig technisch dossier opgesteld.

2.3.1.3 Teledetectie

Het tweede gedeelte van een locatiestudie voor een meteorologische radartoren in Vlaanderen, in opdracht van AWZ (Administratie Waterwegen en Zeewezen), werd beëindigd. Dit tweede gedeelte omvat essentieel een locatiestudie op microschaal. Als voornaamste conclusie van deze studie kwam naar voor dat onder alle voorgestelde locaties, de beste plaats voor inplanting van een weerradar in Vlaanderen zich in Zedelgem (ongeveer 10 km ten ZW van Brugge) bevindt.

De lancering van de nieuwe Europese satelliet MSG-1 op 29 augustus 2002 opent nieuwe perspectieven voor het gebruik van satellietbeelden binnen het KMI. Deze satelliet bevat twee instrumenten: SEVIRI (Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager) en GERB (Geostationary Earth Radiation Budget).

SEVIRI levert beelden in 12 spectrale kanalen in plaats van de huidige drie voor Meteosat 7. De tijdsresolutie is 15 minuten in plaats van 30, en de ruimtelijke resolutie is

2002, à la suite d'un examen approfondi de la qualité et de la couverture spatiale de ce réseau, quatre stations ont été fermées et vingt nouvelles stations ont été ouvertes pour combler certaines lacunes dans le réseau.

Les travaux pour compléter progressivement le réseau des stations automatiques de l'IRM se sont poursuivis. Suite à des circonstances diverses, la mise en place de nouvelles stations n'a pas pu être finalisée. Les travaux se sont limités à une remise à jour de stations existantes et à la préparation de travaux préliminaires à la mise en route de nouvelles stations. La construction d'une station automatique élargie à Beitem a été préparée. Etant donné que la station synoptique de Meix-devant-Virton se trouve à un endroit peu favorable et suite à une concertation entre les Départements I et IV, il a été décidé de la remplacer par une nouvelle station située sur le plateau de Barre à Buzenol. Après l'obtention des permis de construire, les travaux de base ont été exécutés et les premiers capteurs ont été placés.

Dans les stations synoptiques automatiques où un observateur est en place il a été prévu un système où, via un PC et un software adéquat, les mesures visuelles peuvent être introduites et envoyées en même temps que les observations physiques.

2.3.1.2 Laboratoire d'étalonnage

La rénovation des équipements pour l'étalonnage en pression est terminée. La nouvelle installation est adaptée pour l'étalonnage de différents types de baromètres. En vue d'une maintenance efficace et d'une gestion des stocks des pièces consommables de cette installation, un dossier technique complet a été établi.

2.3.1.3 Télédétection

La deuxième partie d'une étude d'emplacement d'un radar météorologique en Flandre, pour le compte de l'AWZ (Administratie Waterwegen en Zeewezen), a été achevée. Cette deuxième partie comprend essentiellement une étude d'emplacement. La conclusion principale de cette étude est que parmi tous les emplacements proposés, le meilleur endroit pour une implantation d'un radar météorologique se trouve à Zedelgem (à environ 10 km au SO de Bruges).

Le lancement d'un nouveau satellite européen MSG-1 le 29 août 2002 a ouvert de nouvelles perspectives pour l'utilisation des images satellitaires à l'IRM. Ce satellite contient les instruments : SEVIRI (Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager) et GERB (Geostationary Earth Radiation Budget).

SEVIRI donne des images en douze canaux spectraux à la place des trois donnés actuellement par Meteosat 7. La résolution temporelle est de 15 minutes au lieu de 30

1 km in plaats van 2,5. GERB is een instrument voor de meting van de opwarming van de aarde (breedband radiometer); het is de eerste maal dat een dergelijk instrument aan boord van een geostationaire satelliet geplaatst wordt. Dit laat een permanente observatie van een deel van de aarde (Afrika en Europa) toe met een tijdsresolutie van 15 minuten, in tegenstelling tot instrumenten aan boord van polaire satellieten die een gegeven plaats op aarde slechts twee maal per dag waarnemen.

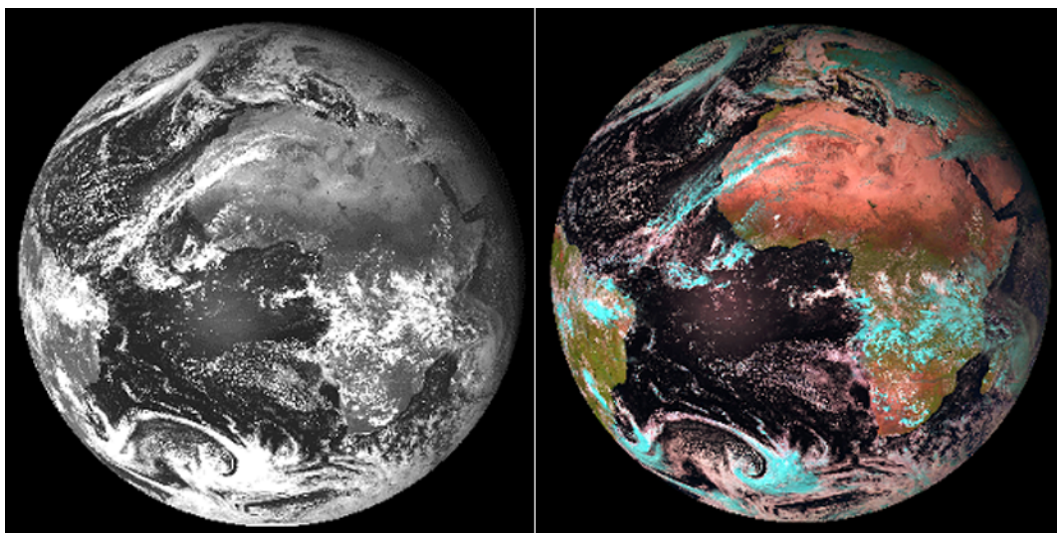
Met het oog op de vervanging van de operationele Meteosat beelden in de loop van 2003, werd een ontvangstinstallatie voor de toekomstige MSG beelden aangekocht.

Beelden van de SEVIRI en GERB instrumenten worden momenteel gebruikt in testfase. De eerste beelden blijken van goede kwaliteit te zijn. Een voorbeeld wordt getoond in Figure 2.15.

minutes et la résolution spatiale est de 1 Km au lieu de 2,5. GERB est un instrument pour la mesure du réchauffement de la Terre (radiomètre à large bande) ; c'est la première fois qu'un tel instrument est placé à bord d'un satellite géostationnaire. Ceci permet une observation permanente d'une partie de la Terre (Afrique et Europe) avec une résolution de 15 minutes contrairement aux instruments à bord des satellites polaires qui n'observent qu'une fois par jour un lieu donné.

En vue du remplacement des images opérationnelles Meteosat au cours de 2003, une installation de réception a été achetée pour les futures images de MSG.

Des images des instruments SEVIRI et GERB sont actuellement utilisées en phase de test. Comme l'exemple le montre en Figure 2.15, les premières images semblent être de bonne qualité.



Figuur 2.15. METEOSAT zichtbaar beeld (links) in vergelijking met een SEVIRI RGB (Rood: 1,6 μm , Groen: 0,8 μm , Blauw: 0,6 μm) kleurenbeeld (rechts) bekomen op hetzelfde tijdstip.

Figure 2.15. Image de Meteosat dans le visible (gauche) en comparaison avec une image en couleurs (Rouge: 1,6 μm , vert: 0,8 μm et bleu: 0,6 μm) de SEVIRI RGB (droite) obtenue au même moment.

2.3.1.4 Geomagnetische waarnemingen

De aanwerving in 2002 van een bijkomend personeelslid voor waarnemingen heeft toegelaten om de achterstand weg te werken die tijdens de periode 1999-2001 opgelopen werd bij de berekening van K indices (magnetische activiteit over intervallen van 3 uren).

Installatie van nieuwe hardware en software LAMADOU en LAMAMAB voor de acquisitie van geomagnetische waarnemingen. De beide systemen werden getest en moeten door INTERMAGNET in mei 2003 goedgekeurd worden. De opstelling van Manhay is een model in zijn

2.3.1.4 Observations géomagnétiques

L'engagement d'un nouveau membre du personnel d'observation en 2002 et sa formation a permis de rattraper le retard accumulé en 1999-2001 dans le calcul des indices K (activité magnétique sur intervalles de 3 heures).

Installation de nouveaux hardwares et softwares LAMADOU et LAMAMAB pour l'acquisition des données géomagnétiques à Dourbes et Manhay aux standards INTERMAGNET. Les deux systèmes ont été testés et doivent être approuvés par INTERMAGNET en mai 2003.

soort; ze werkt automatisch door transmissie van digitale gegevens onder vorm van e-mail via GSM, naar de "Geomagnetic Information Node" van Edinburgh.

Een nieuw station voor magnetische metingen werd opgericht in het Zwin (zie Figure 2.16). Deze metingen bij de Belgische kust en de monding van de Schelde zullen ons een hogere precisie geven bij de bepaling van het magnetisch veld in dit zeevaartgebied. Dit zal ons toelaten om meer precieze antwoorden te geven op vragen in verband met de magnetische declinatie, van onze gebruikers van AWZ en NGI (Nationaal Geografisch Instituut).



Figuur 2.16. Het nieuwe station voor magnetische metingen in het natuurgebied "Het Zwin".

L'installation de Manhay est un modèle du genre; elle fonctionne automatiquement par transmission de données digitales sous forme d'e-mail via GSM vers le "Geomagnetic Information Node" d'Edinburgh.

Une nouvelle station magnétique a été créée au Zwin (voir Figure 2.16). Ces mesures près de la côte belge et de l'embouchure de l'Escaut nous donneront une meilleure précision pour déterminer le champ magnétique dans cette région de navigation maritime. Cela nous permettra de répondre plus précisément aux demandes de déclinaison magnétique de nos clients de l'AWZ et de l'IGN (Institut Géographique National).

Figure 2.16. La nouvelle station de répétitions magnétiques dans la réserve naturelle "Het Zwin".

Het project Magnetische Wereldwake heeft vooruitgang geboekt. Het KMI heeft aan Mexico, Peru, Macedonië, Indonesië en Colombia instrumenten in bruikleen gegeven, samen met upgrades en vorming van waarnemers. Om dit te realiseren konden we beroep doen op het INTERMAGNET fonds. Het project CRENEGON voor acties i.v.m. de infrastructuur werd gelanceerd in september 2002, na een lange aanvaardingsprocedure. Het voorziet in het heropstarten van enkele observatoria van de vroegere USSR. De eerste fase omvat de financiering van de ontwikkeling van instrumentatie en het terug in orde brengen van de observatoria.

Het project AUTODIF dat de automatisering van absolute metingen van de declinatie en de inclinatie tot doel heeft, kon dank zij een verbetering van het personeelsbestand terug opgestart worden.

2.3.1.5 Uitbreiding van het systeem voor de peilingen van de ionosfeer

De recente onderzoeksactiviteiten over de experimentele studie van de seizoensgebonden gedragingen van het D gebied van de ionosfeer werden verder ontwikkeld (zie jaarverslag 2001). De technische moeilijkheden bij het opstarten van het digitaliseren van de metingen werden overwonnen. Sinds begin augustus 2002 worden de resultaten opgeslagen in de databank. Een eerste analyse van sommige gegevens toont aan dat de

Le projet Veille Magnétique Mondiale a progressé. Le Mexique, le Pérou, la Macédoine, l'Indonésie et la Colombie ont obtenu de l'IRM des prêts d'instruments, des mises à jour et des formations d'observateurs. Nous avons pu compter sur des fonds INTERMAGNET pour réaliser cela. Le projet d'action d'infrastructure CRENEGON, après une longue procédure d'acceptation, a été lancé en septembre 2002. Il vise à rétablir quelques observatoires de l'ex-URSS. La première phase en cours concerne le financement du développement de l'instrumentation et le reconditionnement des Observatoires.

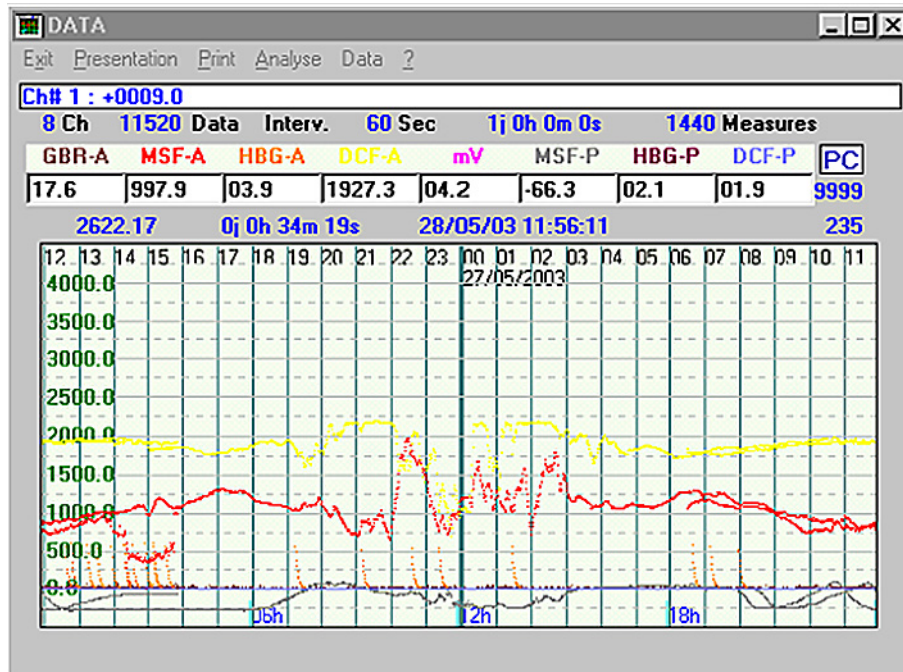
Le projet AUTODIF, qui vise à l'automatisation des mesures absolues de D (Déclinaison) et I (Inclinaison), a pu être repris, grâce à l'amélioration des effectifs.

2.3.1.5 Extension du système de sondage ionosphérique

La récente activité de recherche sur l'étude expérimentale du comportement saisonnier de la couche D de l'ionosphère a été développée (voir le Rapport Annuel 2001). Les difficultés techniques et de mise en route de la numérisation des mesures ont été surmontées. La banque de données afférentes engrange les résultats depuis le début du mois d'août 2002. Une analyse préliminaire de certaines données montre que les

geïdentificeerde morfologieën op de papierregistraties ook voorkomen bij de per uur ontvangen signalen (GBR: 16 kHz, MSF: 60kHz, HBG: 75 kHz en DCF: 77.5 kHz). Met de grafische interface van de software (zie Figuur 2.17), die speciaal ontwikkeld werd voor de acquisitie van gedigitaliseerde gegevens, kunnen we in reële tijd de evolutie van de verschillende vormen opvolgen

morphologies identifiées sur les enregistrements 'papier' apparaissent de nouveau sur les signaux horaires (GBR : 16 kHz, MSF : 60 kHz, HBG : 75 kHz et DCF : 77,5 kHz). Avec l'interface graphique du logiciel (voir Figure 2.17) développé spécialement pour l'acquisition des données numériques, nous pouvons suivre en temps réel l'évolution des différentes morphologies.



Figuur 2.17. Grafische interface van de software ontwikkeld voor de acquisitie van gedigitaliseerde gegevens.

Figure 2.17. Interface graphique du logiciel développé pour l'acquisition numérique.

2.3.2 Verhogen van de betrouwbaarheid

2.3.2 Renforcer la fiabilité

2.3.2.1 Meetnetten

2.3.2.1 Réseaux d'observations

De procedure voor melding van problemen in de automatische weersstations en de rapportering van interventies heeft naar behoren gefunctioneerd. Wat de manuele stations betreft werd het onderhoud gerationaliseerd, door de interventies op aanvraag te combineren met een vast onderhoudschema.

Les procédures pour annoncer un problème dans les stations automatiques et les annonces d'interventions ont bien fonctionné. L'entretien des stations manuelles a été rationalisé en combinant les interventions sur demande avec un schéma d'entretien fixe.

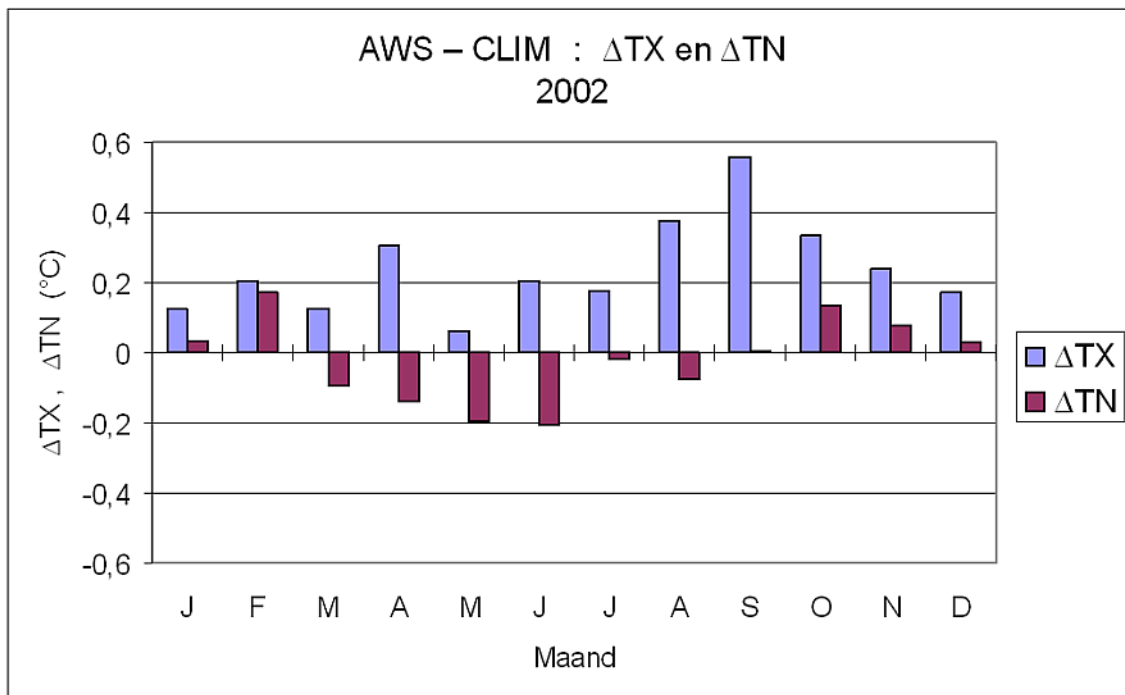
Het project COMPAC (vergelijking tussen de metingen van het automatisch station en de klassieke klimatologische metingen te Ukkel) werd opgestart medio 2002. Het hoofdoel is de rationalisatie en de vereenvoudiging van de klimatologische waarnemingen en van hun behandeling, waarbij op een optimale manier gebruik gemaakt wordt van de metingen van de automatische weerstations. Dit project zal ook een behandeling in reële tijd van de gegevens van de automatische weerstations toelaten, en op die manier een betere dienst aan het publiek verzekeren. De eerste resultaten van het project COMPAC zijn bemoedigend. Op maandelijkse schaal zijn de verschillen tussen manuele en automatische metingen van de minimale en

Le projet COMPAC (Comparaison des mesures de la station automatique et des mesures climatologiques classiques à Uccle) a été lancé mi-2002. L'objectif principal est la rationalisation et la simplification des observations climatologiques et de leurs traitements en exploitant au mieux les mesures de la station automatique. Un sous-produit du projet sera de permettre une exploitation à des fins climatologiques des techniques nouvelles d'observations météorologiques et un traitement en temps réel de la station automatique à Uccle, afin d'assurer un meilleur service au public. Les premiers résultats du projet COMPAC sont encourageants. A l'échelle mensuelle, les différences sont très faibles pour les températures minimale et moyenne journalière, ainsi que pour l'humidité.

gemiddelde dagelijkse temperaturen en van de vochtigheid zeer klein.

Figuur 2.18 toont als voorbeeld maandgemiddelden van de verschillen voor de maximale en minimale temperatuur te Ukkel. Men ziet dat de gemiddelde verschillen voor de minimale temperatuur gering zijn. Daarentegen zijn de metingen van de maximale temperatuur in het automatisch weerstation systematisch hoger is dan de manueel gemeten waarden; De reden hiervoor is voorlopig niet duidelijk en wordt verder onderzocht.

La Figure 2.18 montre comme exemple les moyennes mensuelles des différences pour les températures pour les températures maximales et minimales à Uccle. On observe que la moyenne des différences pour la température minimale est faible. Par contre, les mesures de la température maximale dans les stations automatiques sont systématiquement supérieures à celles des valeurs mesurées manuellement. La raison de cette différence n'étant pas claire, l'étude continue.



Figuur 2.18. Maandgemiddelden in 2002 tussen metingen in het automatisch weerstation (AWS) en manuele klimatologische metingen (CLIM) te Ukkel, voor dagelijkse waarden van de maximale (ΔTX) en de minimale (ΔTN) temperatuur.

Figure 2.18. Différences mensuelles en 2002 entre les mesures de la station automatique (AWS) et les mesures climatologiques classiques (CLIM) à Uccle, pour les températures journalières maximales (ΔTX) et minimales (ΔTN).

2.3.2.2 Ijklaboratorium

De voorbereidende werkzaamheden met het oog op het bekomen van een accreditatie voor het ijlaboratorium werden - in beperkte mate wegens divers personeelsproblemen - verder gezet. De beschrijving van het organisatorische concept werd afgewerkt en er werd een begin gemaakt met het beschrijven van de bijbehorende processen en procedures. Ook de beschrijving van het algemene technische concept werd aangevat.

2.3.2.3 Ozonwaarnemingen

Een eerste analyse van de waarnemingen van de in 2001 geïnstalleerde Brewer spectrofotometer #178 toonde aan dat er een probleem was met de metingen van de ozonkolom uitgaande van het zenithaal licht. Nader

2.3.2.2 Laboratoire d'étalonnage

Les travaux en vue de l'obtention de l'accréditation du laboratoire d'étalonnage ont progressé dans une certaine limite en raison de divers problèmes en personnel. La description de la conception organisationnelle générale est terminée et le développement des procédures associées est commencé. De même, les travaux nécessaires à la conception technique générale sont entamés.

2.3.2.3 Observations d'ozone

Une première analyse des données du nouvel instrument Brewer No 178, installé en 2001, a mis en évidence un problème lié aux observations en lumière zénithale. Une recherche plus approfondie a permis de déterminer qu'un

onderzoek maakte duidelijk dat een foutief georiënteerde polarisatiefilter de oorzaak was. Dit probleem werd dan in samenwerking met de producent van het toestel opgelost. De vergelijking van ongeveer 1 jaar ozondata van de twee Brewer spectrofotometers toont aan dat er een afwijking is van ongeveer 4-5% tussen beide. Omdat dit buiten de te verwachten foutenmarge van de instrumenten ligt, wordt in mei-juni 2003 een ijking van beide instrumenten voorzien.

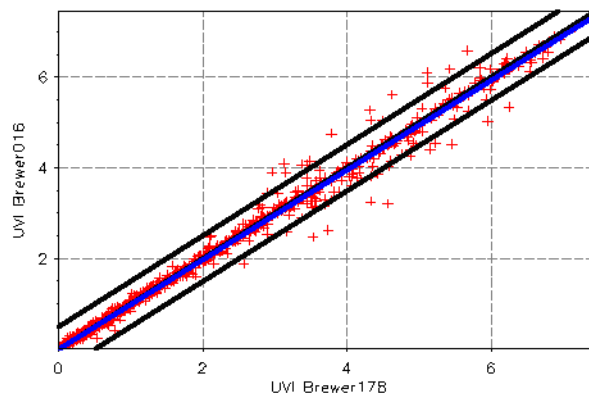
Er werd in 2002 nieuwe software voor de Brewer spectrofotometers ontwikkeld om de resultaten van de UV kalibratiestesten beter te gebruiken. Deze software werd toegepast voor het bepalen van de responscurves voor beide instrumenten, gebaseerd op de maandelijkse testmetingen met externe UV lampen waarvan het spectrum bekend is.

Tevens werd de methode om de UV-index te berekenen uitgaande van de gemeten UV spectra verfijnd: er wordt voor het niet gemeten deel van het spectrum (325-400 nm respectievelijk 363-400nm voor Brewer spectrofotometers # 016 en #178) een synthetisch spectrum gebruikt. De bekomen resultaten zijn dan ook realistischer dan de gewone extrapolatie van de laatste gemeten waarde die vroeger gebruikt werd. Figuur 2.19 toont de zeer goede overeenkomst tussen de UV-indexen afgeleid uit waarnemingen met beide instrumenten. Uit 1381 quasi gelijktijdige waarnemingen met beide instrumenten vinden we een correlatiecoëfficiënt van 0,996.

filtré polarisant mal orienté était à l'origine des erreurs. Ce problème a été résolu avec le fabricant de l'instrument. Après environ une année d'observations cumulées, la comparaison des deux instruments Brewer montre une différence de l'ordre de 4-5% entre les deux instruments. Comme cet écart est plus grand que l'erreur de mesure des deux instruments, une calibration complète des deux instruments est prévue en mai-juin 2003.

Une nouvelle version du programme des spectrophotomètres Brewer qui permet de traiter les résultats de calibration UV a été développée cette année afin de mieux exploiter ces données. Le logiciel a été adapté afin de permettre l'utilisation d'une courbe de sensibilité pour chaque instrument. Ces courbes sont construites à l'aide de mesures mensuelles faites sur des lampes UV externes dont le spectre est connu.

D'autre part, la méthode de calcul de l'index UV à partir des mesures du spectre UV a été améliorée. L'amélioration porte sur l'utilisation d'un spectre synthétique pour la partie du spectre qui n'est pas mesurée (325-400nm et 363-400nm pour les Brewer No 16 et 178 respectivement). Les résultats obtenus sont plus réalistes qu'avec la méthode d'interpolation utilisée précédemment. La Figure 2.19 montre le très bon accord obtenu entre les index UV mesurés par les deux instruments. La corrélation est de 0,996 pour 1381 mesures quasi-simultanées avec les deux instruments.



Figuur 2.19. Scatterplot van quasi gelijktijdige metingen van de UV index met twee Brewer spectrofotometers te Ukkel. De blauwe lijn is het resultaat van een lineaire regressie.

Figure 2.19. Comparaison entre les mesures quasi simultanées de l'index UV effectuées par les deux instruments Brewer. La droite de régression linéaire est en bleu.

De verticale verdeling van het atmosferische ozon wordt routinematig driemaal per week gemeten door middel van ozonpeilingen (in totaal 144 in 2002). De datareeks van ozonpeilingen te Ukkel behoort tot de langste en meest complete ter wereld en wordt gebruikt voor in diverse onderzoeksprojecten.

La répartition verticale de l'ozone dans l'atmosphère est mesurée régulièrement trois fois par semaine à l'aide de sondes d'ozone (144 sondages en 2002). La série de données de l'IRM compte parmi les plus longues et plus complètes au monde et est utilisée pour de nombreuses études.

Meer achtergrondinformatie over de ozonwaarnemingen van het KMI kan men vinden op volgende website <http://ozone.meteo.be>

2.3.2.4 Weerradar

In 2002 werd de SAT (Site Acceptance Test) van de weerradar van Wideumont uitgevoerd. Ten behoeve van de gebruikers op het KMI werd door de fabrikant een lessenreeks georganiseerd op het KMI.

Er werd een archiveringssysteem uitgebouwd voor de gegevens van de weerradar. Harddisks worden gebruikt om gegevens van één jaar op te stockeren, terwijl als back-up magnetische tapes gebruikt worden.

Er werd een procedure op punt gesteld voor de validatie van neerslaggegevens van de radar van Wideumont. Deze procedure is gebaseerd op de vergelijking van maandelijkse totaalwaarden van de neerslag, enerzijds waargenomen met de radar en anderzijds gemeten in het klimatologisch meetnet. De fouten worden gekarakteriseerd als functie van de afstand tot de radar. Figuur 2.20 toont de resultaten die bekomen werden voor mei 2002. De resultaten voor 2002 tonen aan dat in de winter het bereik van de radar voor kwantitatieve metingen beperkt is tot een honderdtal kilometer terwijl in de zomer het bereik gevoelig groter is. Anderzijds werden vergelijkingen over korte periodes uitgevoerd, om de fouten te karakteriseren als functie van het type van neerslag.

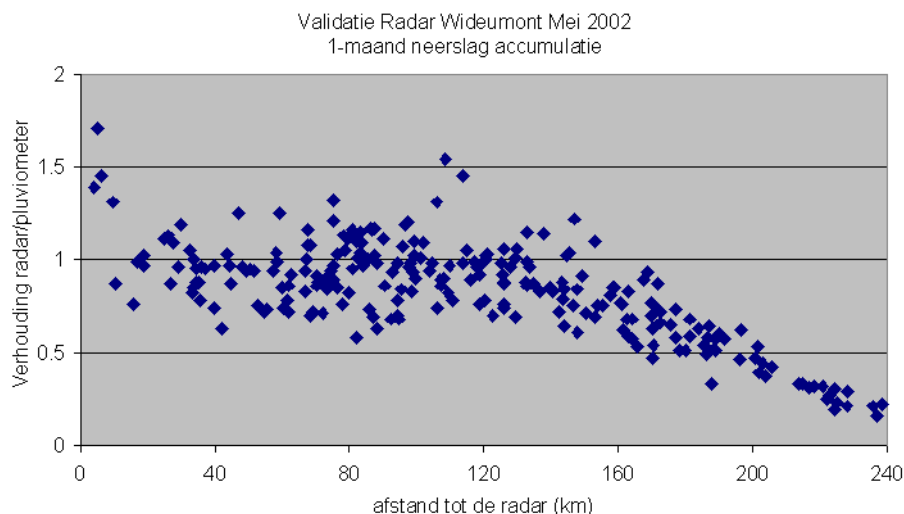
Des informations complètes concernant les mesures d'ozone à l'IRM sont disponibles sur le site web <http://ozone.meteo.be>.

2.3.2.4 Observations radar

En 2002, le SAT (Site Acceptance Test) du radar météorologique de Wideumont a été effectué. Des cours de formation à l'usage des utilisateurs à l'IRM ont été organisés par le fabricant.

Un système d'archivage pour les données du radar a été élaboré. Pour le stockage des données d'un an, des disques durs sont utilisés, tandis que des cassettes magnétiques sont utilisées comme back-up.

Une procédure de validation des données de précipitations a été implémentée. Cette procédure est basée sur la comparaison des cumuls mensuels de précipitations observés par le radar avec les cumuls mensuels mesurés aux stations pluviométriques au sol du réseau climatologique. Les erreurs sont caractérisées en fonction de la distance au radar. La Figure 2.20 montre les résultats obtenus pour le mois de mai 2002. Ils montrent qu'en hiver la portée du radar est limitée à une centaine de kilomètres alors qu'en été la portée est beaucoup plus étendue. D'autre part, des comparaisons à plus courte échéance de temps ont été réalisées de manière à caractériser les erreurs en fonction du type de précipitations.



Figuur 2.20. Verhouding tussen de geaccumuleerde hoeveelheid neerslag in mei 2002, berekend uit waarnemingen met de weerradar en waarnemingen bij de grond, als functie van de afstand tot de radar.

Figure 2.20. Rapport entre le cumul mensuel observé en mai 2002 par le radar météorologique et mesuré au sol en fonction de la distance au radar.

Op de website http://www.meteo.be/nederlands/index.php?menu=Menu1_3_1_2 kan men beelden vinden afkomstig van de weerradar van het KMI te Wideumont.

Sur le site web http://www.meteo.be/francais/index.php?menu=Menu1_3_1_2 se trouvent des images du radar météorologique à Wideumont.

Meer achtergrondinformatie over de weerradar van het KMI is te vinden op volgende website: <http://www.meteo.be/nederlands/index.php?doc=grpRadarNL>.

2.3.2.5 Omgevingsmagnetisme

De betrouwbaarheid van paleo- en archeomagnetische meetgegevens werd verbeterd door bepaling van de magnetische textuur van de onderzochte stalen. Dit onderzoek gebeurde in het kader van twee projecten:

Onderzoeksproject DWTC MO/34/008: De betrouwbaarheid en paleoklimatologische betekenis van paleomagnetische en gesteentemagnetische registraties in continentale afzettingen;

Europees trainingsnetwerk AARCH: "Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage".

De magnetische textuur werd in beeld gebracht na meting van de anisotropie van de magnetische susceptibiliteit en remanente magnetisatie in sedimenten en gebakken kleien. Anisotropie of de richtingsafhankelijkheid kan verantwoordelijk zijn voor significante afwijkingen tussen het geomagnetische veld en de remanente magnetisatie. Anisotropie van deze magnetische parameters is bovendien een indicator van afzettings- en omgevingsvoorwaarden in sedimenten, en herwerking na afzetting door onder meer compactie, nat - droog cyclussen, vries - dooi cyclussen en andere klimaatgebonden storingen en tectonisme. Voor de eerste maal werd een textuur gevonden die zou wijzen op een uitlijning van magnetische deeltjes in het geomagnetische veld en waarschijnlijk ook een textuur van tectonische oorsprong, in respectievelijk loess-bodem sequenties in België en Tadzjikistan.

2.3.2.6 Ionosferische peilingen

De uitstekende bedrijfszekerheid van de ionosfeersonde wordt weerspiegeld in de verhouding tussen het aantal werkingsuren en het aantal uren in een jaar. Deze verhouding bedraagt 0,983 voor het jaar 2002.

Voor de neutronenmonitor die een beeld geeft van de flux van de kosmische straling over onze streken is de verhouding 0,987 voor het jaar 2002.

Bovendien gebeurt het transfereren van de gegevens tussen Dourbes en Ukkel niet meer door middel van diskettes of cassettes maar via telecommunicatie.

De website <http://digisonde.oma.be> levert in reële tijd de resultaten van de ionosfeerpeiling; De karakteristieken worden er automatisch uit afgeleid. (Figuur 2.21).

De plus amples informations relatives au radar météorologique de l'IRM se trouvent sur: <http://www.meteo.be/francais/index.php?doc=grpRadarFR>

2.3.2.5 Magnétisme environnemental

La fiabilité des données des mesures paléo- et archéomagnétiques a été améliorée par la détermination de la texture magnétique des échantillons étudiés. Cet examen a été mené dans le cadre de deux projets :

-Projet de recherche SSTC MO/34/008: La fidélité et la signification paléoclimatique des enregistrements paléomagnétiques et magnétiques des roches dans les dépôts continentaux ;

-Le réseau européen de formation AARCH: " Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage ".

La texture magnétique a été visualisée par la mesure de l'anisotropie de susceptibilité magnétique et de l'aimantation rémanente de sédiments et d'argiles cuites. L'anisotropie, ou la dépendance avec la direction, peut être responsable de différences significatives entre le champ géomagnétique et l'aimantation rémanente. L'anisotropie de ces paramètres magnétiques est également un indicateur des conditions de dépôt et d'environnement pour les sédiments et de modifications après dépôt comme la compaction, les cycles sécheresse-humidité ou gel-dégel et d'autres perturbations liées au climat ou encore le tectonisme. Pour la première fois une texture qui indiquerait un alignement des particules magnétiques dans le champ géomagnétique a été trouvée ainsi qu'une texture vraisemblablement d'origine tectonique, dans respectivement des séquences loess-paléosols en Belgique et au Tadjikistan.

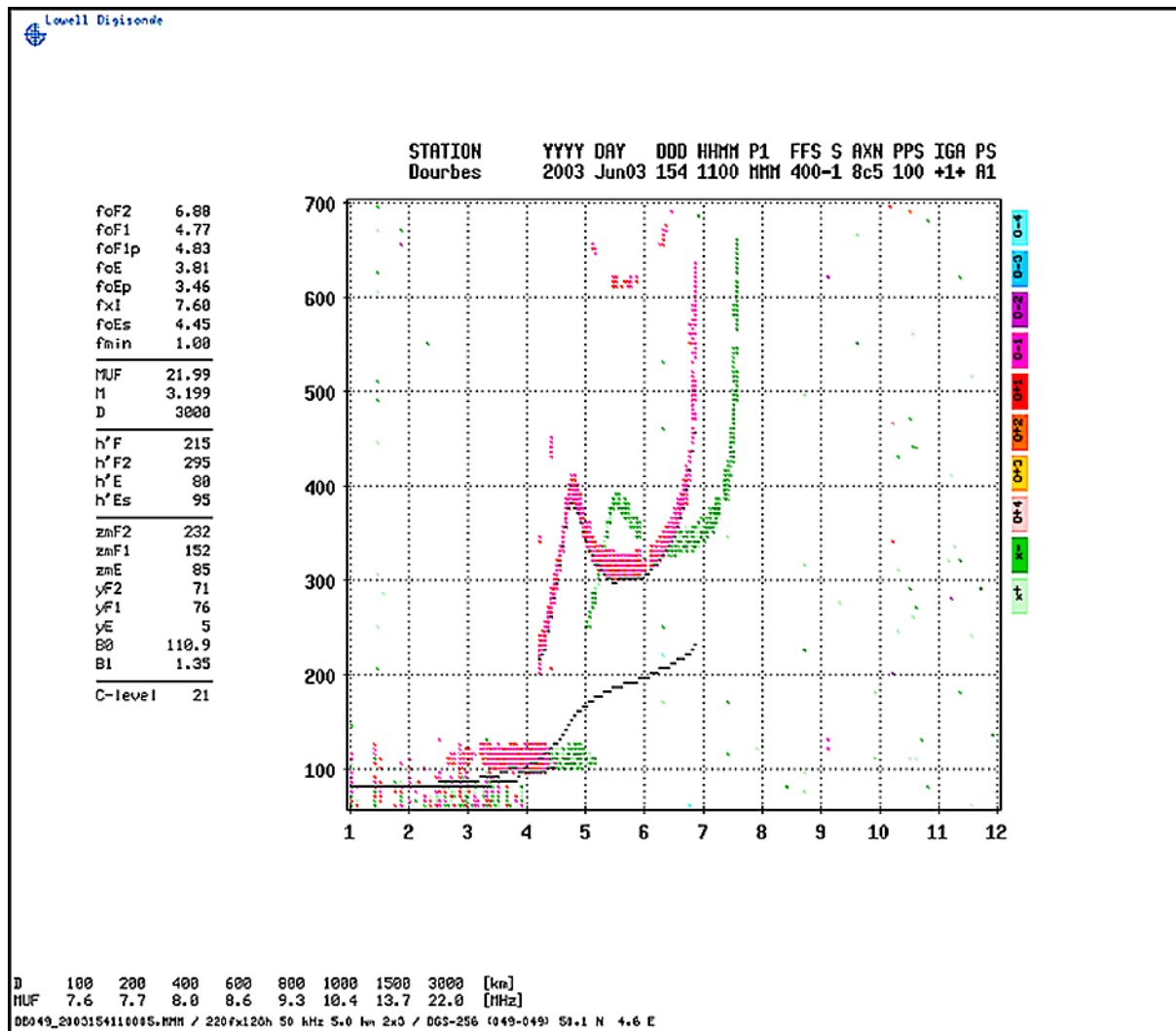
2.3.2.6 Sondages ionosphériques

L'excellente fiabilité du sondeur ionosphérique se reflètent dans le rapport entre nombres d'heures de fonctionnement sur le nombre d'heures de l'année. Ce rapport était en 2002 de 0,983.

De même, pour le moniteur à neutrons qui donne une image du flux de rayons cosmiques incidents sur nos régions, ce rapport s'établit en 2002 à 0,987.

De plus, le transfert des données entre Dourbes et Uccle est désormais réalisé par télécopie et ne nécessite plus de disquette ou cassette.

Rappelons que le site web <http://digisonde.oma.be> fournit en temps réel le résultat du sondage ionosphérique et les caractéristiques en sont déduites automatiquement (Figure 2.21).



Figuur 2.21. Voorbeeld van een ionogram en ionosferische karakteristieken die gevisualiseerd worden in reële tijd op de website <http://digisonde.oma.be>.

Figure 2.21. Un exemple d'ionogramme et des caractéristiques ionosphériques qu'on peut visualiser en temps réel sur le site web <http://digisonde.oma.be>.

2.3.3 Onderzoek naar nieuwe waarnemingstechnieken

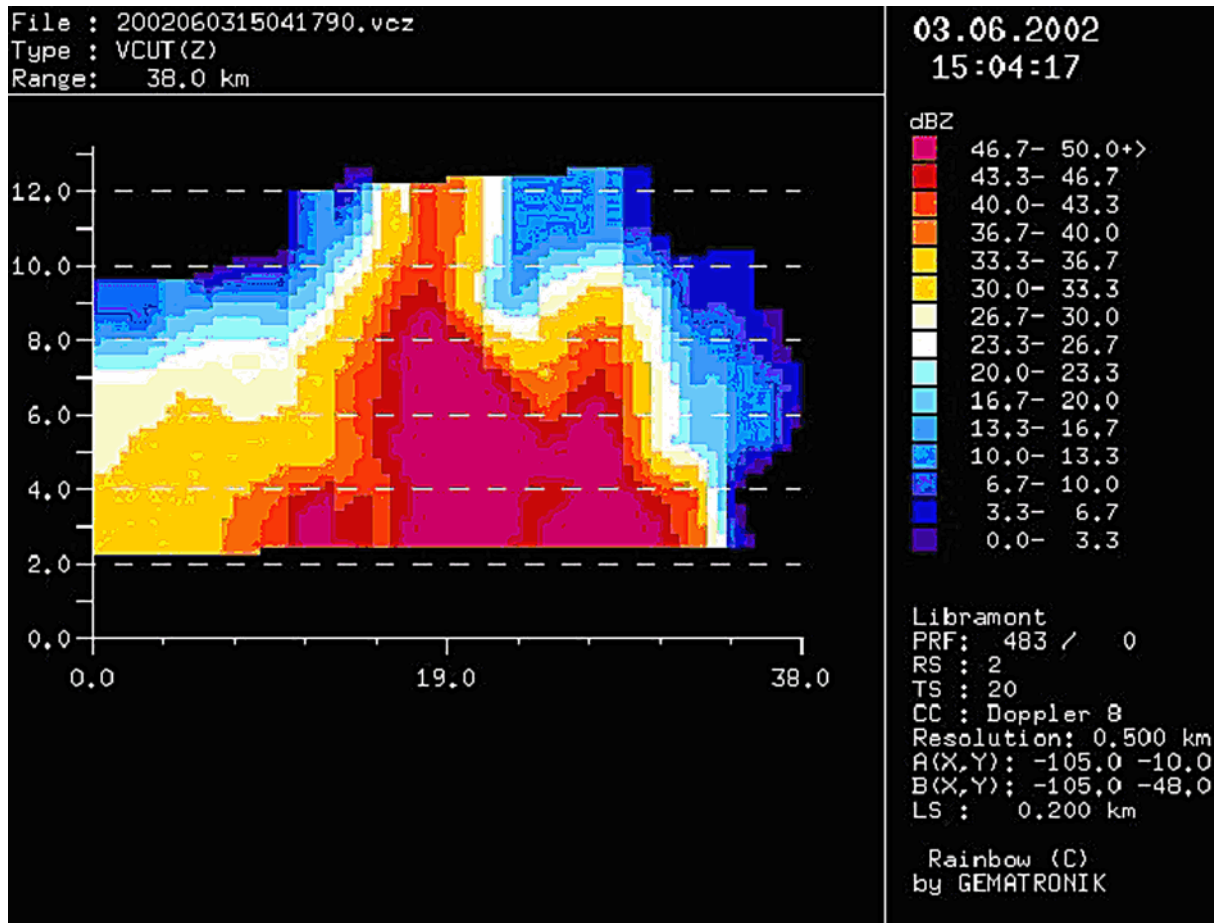
2.3.3 Recherche de nouvelles techniques d'observation

2.3.3.1 Hageldetectie

2.3.3.1 Détection de la grêle

Het project " Hail detection using radar observations : case studies during summer 2002 " werd opgestart in april 2002. Dit project omvat leden van de klimatologische dienst, het weerbureau en de afdeling "Teledetectie van op de aarde" (weerradar en het SAFIR meetsysteem). Dit project heeft tot doel om de mogelijkheid na te gaan van detectie van hagel aan de hand van volumetrische gegevens van de radar van Wideumont. Een methode ontwikkeld door het NSSL (National Severe Storms Laboratory, USA) werd geïmplementeerd en getest voor verschillende episodes van hagel die waargenomen werden tijdens de zomer van 2002. De eerste resultaten zijn zeer bemoedigend. Figuur 2.22 toont een voorbeeld van een verticale doorsnede getrokken door een onweerscel die gepaard ging met hagel.

Un projet intitulé " Hail detection using radar observations : case studies during summer 2002 " a été lancé en avril 2002. Ce projet associe des membres du service de climatologie, du bureau du temps et de la section " Télédétection à partir du sol " (systèmes RADAR et SAFIR). Le but est d'explorer la possibilité de détecter la grêle à partir des données volumiques du radar de Wideumont. Une méthode développée par le NSSL (National Severe Storms Laboratory, USA) a été implémentée et testée sur différents épisodes de grêle observés durant l'été 2002. Les premiers résultats sont très encourageants. La Figure 2.22 montre un exemple de coupe verticale tracée au travers d'une cellule orageuse accompagnée de grêle.



Figuur 2.22. Verticale doorsnede van een onweerscel vergezelt van hagel, die waargenomen werd op 3 juni 2002. Het verticale bereik van de cel bedraagt meer dan 10 km. Deze verticale doorsnede werd afgeleid uit driedimensionale gegevens van de weerradar van Wideumont.

Figure 2.22. Coupe verticale d'une cellule orageuse accompagnée de grêle observée le 3 juin 2002. L'extension verticale de la cellule atteint plus de 10 km. Cette coupe verticale est extraite des données à 3 dimensions du radar météorologique de Wideumont.

2.3.3.2 Energiefluxen aan de top van de atmosfeer

Voor het gebruik van de gegevens van het GERB instrument, heeft het KMI een belangrijk deel van de gegevensverwerking ontwikkeld. Uit de basismetingen worden de energiefluxen aan de top van de atmosfeer berekend voor elk GERB beeldpunt. De verwerkte gegevens worden binnen enkele uren beschikbaar gesteld aan eindgebruikers. De energiefluxen aan de top van de atmosfeer worden binnen het KMI gebruikt voor de validatie van het stralingsgedeelte van het ALADIN-België weersvoorspellingmodel.

Verdere informatie over de bijdrage van het KMI aan de studie van GERB data kan men vinden op volgende website: <http://gerb.oma.be/>.

2.3.3.2 Flux d'énergie au sommet de l'atmosphère

Pour l'exploitation des données en provenance de l'instrument GERB, l'IRM a développé et mis en place une partie importante du système de traitement des données comprenant la production des flux radiatifs au sommet de l'atmosphère ainsi que le système permettant de les distribuer en temps quasi réel. Un nouveau service aux utilisateurs a ainsi été mis en place. Les flux radiatifs au sommet de l'atmosphère servent à valider la partie radiative du modèle ALADIN - Belgique.

Un complément d'information sur la contribution de l'IRM à l'étude des données GERB peut être obtenu en consultant le site web <http://gerb.oma.be/>.

3.1 Informatieverwerking

3.1.1 Centrale relationele databank

Na de installatie van de nieuwe Oracle databank server werd de nodige software geïnstalleerd en konden alle nieuwe gegevens overgebracht worden naar de server. Door de toename van de opslagcapaciteit was het eveneens mogelijk om verder te gaan met de omzetting van de oude bestanden naar de databank. Volgende meetgegevens werden in de databank opgeslagen:

- gegevens van pluviografen,
- radiometrische gegevens,
- gegevens van automatische weerstations,
- synoptische gegevens (met updating in reële tijd),
- radiopeilingen (met updating in reële tijd),
- 3-uurlijkse hydrologische gegevens,
- gegevens van ozon en UV.

De bestaande programma's voor het invoeren van klimatologische gegevens werden aangepast om de betrouwbaarheid van de invoer en de kwaliteitscontrole van de gegevens te verbeteren.

Aangezien het weerbureau een manier zocht om de pagina's voor teletekst van de VRT op een gebruiksvriendelijke wijze in te voeren, werd besloten om de oude DOS programma's te vervangen door een webapplicatie met een grafische user interface (Metap Forms) dat gebruik maakt van de Oracle databank. Niet alleen de teletekst pagina's maar ook alle voorspellingen voor de andere gebruikers worden nu via deze applicatie ingevoerd (zie Figuur 3.1).

3.1 Traitement de l'information

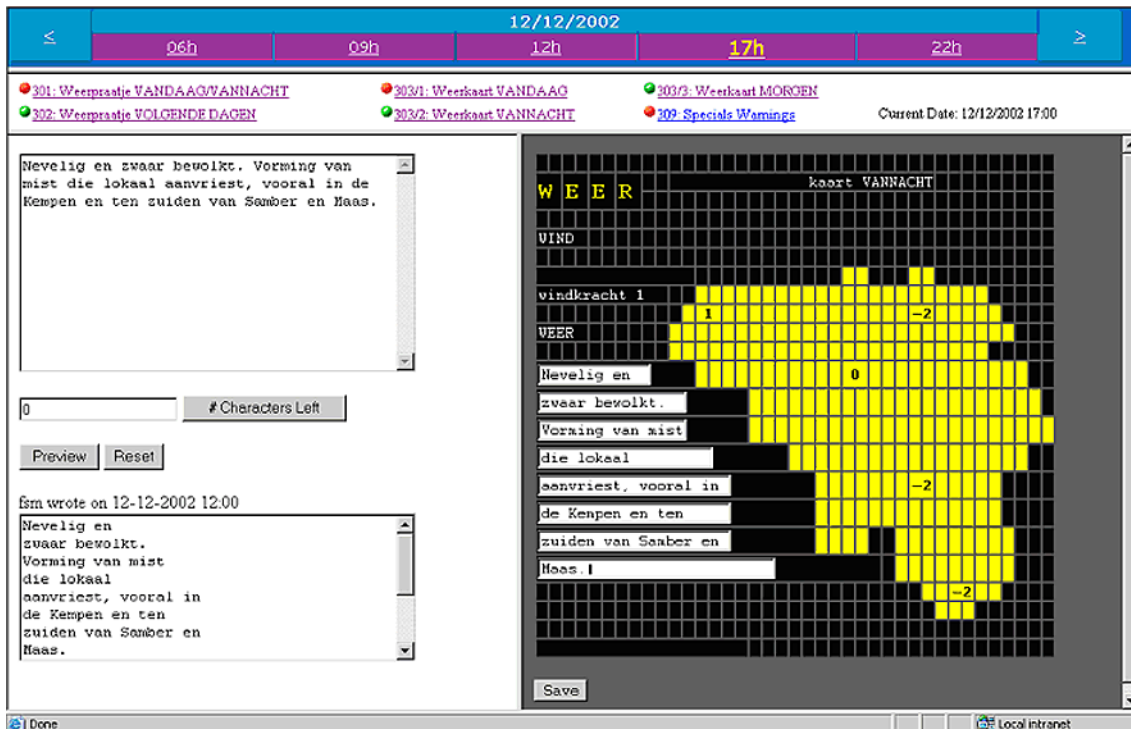
3.1.1 Banque de données centrale relationnelle

Après l'installation du nouveau serveur de base de données Oracle, on a installé les programmes nécessaires afin que les nouvelles données soient dirigées vers le nouveau serveur. Grâce à l'augmentation de l'espace de stockage, il a été possible d'aller plus loin dans l'archivage de la base de données. Les données suivantes ont été copiées dans la base de données:

- données pluviométriques,
- données radiométriques,
- données des stations automatiques,
- données synoptiques (mise à jour des données en temps réel),
- sondages radio (mise à jour des données en temps réel),
- données hydrologiques tri-horaires,
- données d'ozone et d'UV.

Les programmes d'insertion de données climatologiques ont été modifiés afin d'améliorer l'insertion ainsi que le contrôle de qualité des données.

Comme le bureau du temps cherchait un outil convivial pour écrire les pages télétexte de la VRT (Vlaamse Radio- en Televisieomroep), les vieux programmes DOS ont été remplacés par une application Web avec une interface graphique (Metap Forms) qui utilise la base de données Oracle. Non seulement les pages du télétexte, mais aussi toutes les prévisions pour les autres utilisateurs sont maintenant écrites via cette application (voir Figure 3.1).



Figuur 3.1. De webapplicatie Metap Forms voor het invoeren van de voorspellingen.

Figure 3.1. L'application Web Metap Forms pour l'importation des prévisions.

De gegevens van ozon en UV in de Oracle databank werden reeds op een intensieve manier gebruikt in diverse wetenschappelijke en operationele toepassingen. Op deze manier kunnen ze ook gerelateerd worden aan andere data in de gegevensbank.

Les données ozone et UV dans la banque de données Oracle ont été déjà utilisées d'une manière intensive dans diverses applications scientifiques et opérationnelles. De cette façon elles sont aussi reliées à d'autres données dans la banque de données.

Voor gebruikers buiten het KMI werden de gegevens van de ozonkolommen en de ozonprofielen in het NDSC (Network for the Detection of Stratospheric Change: <http://www.ndsc.ws/>) en het WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre: <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/woudc/>) databanken gedeponneerd.

Pour des utilisateurs en dehors de l'IRM, les données de la quantité totale d'ozone et les profils d'ozone ont été mises dans les banques de données NDSC (Network for the Detection of Stratospheric Change: <http://www.ndsc.ws/>) et WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre: <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/woudc/>).

Ozongegevens worden ook dagelijks in quasi reële tijd uitgewisseld met WOUDC waar dagelijks ozonkaarten (http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/e/ozone/Curr_allmap_g.htm) aangemaakt worden.

Des données d'ozone sont aussi échangées en temps quasi réel avec WOUDC où des cartes d'ozone sont faites journallement (http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/e/ozone/Curr_allmap_g.htm).

3.1.2 Archivering

3.1.2 Archivage

Tot begin februari 2002 werd verder gewerkt aan het op microfilm plaatsen en het inventariseren van de klimatologische berichten. Nadien werd overgegaan op de methode van inscannen. Nagenoeg alle publicaties van het KMI werden ingescand. De gedetailleerde inventarisering ervan is nog lopende en zal ongeveer 250 bladzijden beslaan.

Jusqu'en février 2002 on a mis sur microfilms et inventorié les rapports climatologiques. Par la suite, on a commencé à scanner ces documents. Presque toutes les publications de l'IRM ont été scannées. L'inventaire détaillé est encore en cours ; ce rapport fera quelques 250 pages.

3.2 Verkorten van de antwoordtijd voor het leveren van informatie

Het project TELECLIM werd voortgezet in 2002. Dit project werd opgestart om de tijd die verloopt tussen het uitvoeren van de waarnemingen en het ter beschikking stellen aan het publiek, te verkorten. Binnen afzienbare tijd zullen de gegevens dagelijks worden doorgegeven door de waarnemers via een telefoon met toetsenbord. De doorgestuurde informatie zal niet alleen bestaan uit dagelijkse neerslag- en temperatuurgegevens maar eveneens uit toevallige interessante weersfenomenen zoals onweren en hagelbuien.

In 2002 werden de gegevens van het METAGRI-meetnet (onderdeel van het klimatologisch meetnet waarvan dagelijks gegevens ontvangen worden op het KMI) routinematig gecontroleerd tijdens de werkdagen met behulp van een softwarepakket dat ontwikkeld werd in het kader van het project TELECLIM. De opgedane ervaring heeft ons toegelaten een bestek op te maken van de aan te brengen veranderingen aan dit softwarepakket; er werd een begin gemaakt met het op punt stellen van een tweede versie van dit pakket. Anderzijds is de formulering van de telefonische scenario's voor het dagelijks opsturen van de gegevens voor het geheel van de waarnemers van het klimatologisch meetnet in een finale fase getreden; de eerste testen werden verricht eind 2002.

3.3 Informatica-infrastructuur

In het kader van een samenwerking met de Universitaire Instelling Antwerpen werd in 1999 een Oracle database aangeschaft en geïnstalleerd op een bestaande server van het rekencentrum van het KMI. Sinds de overgang naar de operationele fase van het project in 2002 vormden zowel het gebrek aan voldoende opslagcapaciteit als het gebrek aan rekencapaciteit een ernstige belemmering voor het operationeel gebruik en voor de verdere uitbouw van de database.

Met het oog op:

- een migratie van de Oracle database software in een minimum van tijd,
- een transparante overbrenging van de database gegevens,
- een efficiënt beheer van het systeem,

werd een nieuwe database server geïnstalleerd die, in combinatie met een bestaande server, een "high availability cluster" vormt met een optimale bedrijfszekerheid. De opslagcapaciteit (500 GB) van de nieuwe server en zijn rekencapaciteit (2 processoren en 4 GB geheugen) beantwoorden volledig aan de huidige en middellange termijn vereisten; daardoor kan de continuïteit van de database op een economisch

3.2 Ecourter le temps de réponse pour la fourniture de l'information

Le projet TELECLIM s'est poursuivi en 2002. Il a été mis sur pied pour réduire les délais nécessaires à l'utilisation des relevés climatologiques à des fins de service public. À terme, les données seront communiquées quotidiennement par les observateurs à l'aide d'un téléphone à touches. Les informations transmises pourront concerner non seulement les relevés quotidiens de précipitations et de température, mais également d'autres paramètres ou des phénomènes occasionnels intéressants comme les orages ou les chutes de grêle.

En 2002, les relevés du réseau Métagri (sous-réseau transmettant quotidiennement ses données à l'IRM) ont continué à être contrôlés en routine les jours ouvrables à l'aide d'un logiciel développé dans le cadre du projet TELECLIM. L'expérience acquise a permis de dresser un cahier des charges des modifications à apporter à ce logiciel et la mise au point d'une seconde version de l'outil a débuté. D'autre part, la formulation des scénarios téléphoniques pour l'envoi quotidien des données de l'ensemble des observateurs du réseau climatologique est entrée dans sa phase finale et les premiers tests ont été effectués en fin d'année.

3.3 Infrastructure informatique

Dans le cadre d'une collaboration entre l'IRM et l'UIA (Universitaire Instelling Antwerpen) une base de données ORACLE a été achetée en 1999 et installée sur un des serveurs existants au centre de calcul de l'IRM. Depuis le passage à la phase opérationnelle du projet en 2002, la capacité de stockage limitée et la capacité de calcul insuffisante gênaient fortement aussi bien l'usage opérationnel de la base de données que les développements futurs.

Pour assurer:

- une migration rapide du logiciel de la base de données Oracle,
- un transfert transparent des données,
- une gestion efficace du système,

un nouveau serveur a été installé. Ce serveur en combinaison avec un autre serveur forme un "high availability cluster" qui garantit une fiabilité optimale. Le nouveau serveur, par sa capacité de stockage (500 GB) et sa puissance de calcul (2 processeurs, 4 GB de mémoire centrale), répond aux besoins actuels et futurs à moyen terme. De ce fait la continuité de la base de données est assurée d'une façon économique et l'accès standardisé aux données est facilité.

verantwoorde manier verzekerd worden en kan de toegang tot de informatie op een gestandaardiseerde wijze, vergemakkelijkt worden.

3.4 Project DISSCO (Document management Integrated System for Scientific Organisations)

In 2002 startte het DISSCO-team zijn activiteiten (website: <http://www.meteo.be/DISSCO/>). Een groot deel van het werk gaat over de organisationele analyse van de instituten die deel uitmaken van het project. Deze zijn de VUB, ULB, SOMA, de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten en het KMI. De organisationele analyse streeft naar het identificeren van de noden van de gebruikers op het gebied van documentatiebeheer, rekening houdend met de politieke en culturele context van de organisatie. De methode van analyse, op punt gesteld door de onderzoeksgroep CITA en de Engineeringgroep voor Informatiesystemen van de universitaire Faculteiten "Notre-Dame de la Paix" te Namen, bestaat vooreerst uit de selectie van een werkprocedure voor elke organisatie, vervolgens het interviewen van de deelnemers, de analyse van de verzamelde gegevens, om uiteindelijk te komen tot een lastenboek dat het ontwerp van het systeem zal bepalen. Met het oogpunt zoveel mogelijk tegemoet te komen aan de noden van de gebruikers, zijn de werkprocedures zorgvuldig gekozen en zijn ze voor elke organisatie verschillend. Zo is de geselecteerde procedure voor CEGES die van de behandeling van de binnenkomende en uitgaande e-mails, voor het KMI die van het opstellen van het jaarverslag en voor de VUB die van het beheer van de notulen van de vergaderingen van de directieraad. De verzamelde gegevens van deze drie procedures laten toe de vereisten van het systeem te identificeren met betrekking tot het beheer van e-mails, het samenwerken op een zelfde document, het beheer van verschillende versies, het legaliseren en archiveren van belangrijke documenten.

Een ander deel van de activiteiten gaat over het verwerven van de nodige technische kennis voor het ontwerp van het systeem. De informatici verantwoordelijk voor het ontwerp dienen de verschillende standaarden zoals MoReq, ISAD(G) en ISO 15489-1 te bestuderen, de verschillende softwaresystemen te testen, zowel de commerciële als de open-source, en op de hoogte te zijn van verschillende technologieën, zoals Java, RDBMS, ODBMS, WebDav, XML, enz. Dit laat hen toe een degelijke ervaring op te bouwen, zowel op het gebied van Records Management als op het gebied van informatietechnologie.

In 2003 zal de ploeg alle organisationele analyses vervolledigen. De klemtoon zal gelegd worden op de softwareontwikkeling van het systeem; het eerste prototype wordt verwacht tegen eind 2003.

3.4 Projet DISSCO (Document management Integrated System for Scientific Organisations)

En 2002, l'équipe du projet DISSCO (website : <http://www.meteo.be/DISSCO/>) entreprend sa première année d'activité. Une bonne partie des travaux porte sur l'analyse organisationnelle des institutions membres du projet qui sont la VUB, l'ULB, le CEGES, les Musées royaux des Beaux-Arts, et l'IRM. L'analyse organisationnelle vise à identifier les besoins des utilisateurs en matière de gestion documentaire en tenant compte des contextes politiques et culturels de l'organisation. La méthode d'analyse, mise au point par le groupe de recherche CITA et le Pôle Ingénierie des Systèmes d'Information des Facultés universitaires "Notre-Dame de la Paix" à Namur, consiste tout d'abord à sélectionner pour chaque organisation un processus de travail, ensuite à interviewer les participants de ce processus, puis à analyser les données recueillies, pour finalement produire un cahier des charges qui dictera le design du système. Dans le but de couvrir un maximum de besoins d'utilisateurs, les processus de travail sont sélectionnés avec soin et ils sont différents d'une organisation à l'autre. Par exemple, pour le CEGES, le processus sélectionné est le traitement des courriers électroniques entrants et sortants, pour l'IRM, celui de la rédaction du rapport annuel, et pour la VUB, celui de la gestion des notules des réunions du conseil de la direction. Les données recueillies de ces 3 processus permettent d'identifier les exigences du système en termes de gestion d'e-mails, de travail en collaboration sur un même document, de la gestion des versions, de l'authentification des documents importants et de leur archivage.

Une autre partie des travaux porte sur l'acquisition des connaissances techniques nécessaires au design du système. Les informaticiens responsables du design sont appelés à étudier les différents standards tels que MoReq, ISAD(G), et ISO 15489-1, à tester les différents logiciels, aussi bien commerciaux qu'open-source, et à connaître différentes technologies telles que Java, RDBMS, ODBMS, WebDav, XML, etc. Cela leur permet de développer une bonne expertise, aussi bien dans le domaine du Records Management que dans celui de la technologie de l'information.

En 2003, l'équipe complétera toutes les analyses organisationnelles. L'accent sera mis sur le développement logiciel du système et le premier prototype est attendu pour fin 2003.

Het DISSCO project maakt deel uit van het "Meerjarig ondersteuningsprogramma voor de uitbouw van de Informatiemaatschappij", gefinancierd door DWTC.

Il est à noter que le projet DISSCO fait partie du "Programme pluriannuel du développement de la société de l'information" financé par les SSTC.

Uitbreiden en verbeteren van de diensten en producten voor de verschillende gebruikersgroepen

4

Élargir et améliorer les services et produits aux différents groupes d'utilisateurs

4.1 Overheden

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

In opdracht van het Vlaams Gewest baat het KMI het OMS te Zeebrugge uit en dit voor het opstellen van hydrometeoverwachtingen.

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

Naar het Brussels Gewest worden waarschuwingen gestuurd om een beleid voor de Brusselse regio te kunnen voeren betreffende de luchtvervuiling.

4.1.1 Waarschuwingen

Waarschuwingen voor gevaarlijk weer werden opgesteld voor het crisiscentrum, alsook voor de regionale en lokale overheden.

4.1.1.1 Een waarschuwingssysteem voor atmosferisch transport van verontreiniging

Al verschillende jaren maakt het KMI deel uit van een groep meteorologische instituten, Europees en wereldwijd, waar er modellen opgebouwd en verbeterd worden, voor berekeningen van transport en dispersie van pollutanten in geval van accidentele lozingen in de atmosfeer. Het KMI is ook in het bezit van zo'n dispersiemodel, waarmee het in staat is berekeningen te doen in reële tijd, gebaseerd op de meest recente modelresultaten van het ECMWF, het ETA en het ALADIN voorspellingsmodel. Voor de validatie van de uitkomsten van het KMI dispersiemodel zullen deze gedurende de volgende jaren verder vergeleken worden met de uitkomsten van de andere partners in de werkgroep.

De uitkomsten van de dispersieberekeningen van het KMI model worden eveneens afgebeeld op de webpagina's toegankelijk met paswoord van het KMI. Dit model en

4.1 Les autorités

L'IRM a développé des produits spécifiques pour les différents niveaux de pouvoir de notre pays.

A la demande de la Région flamande les informations générées à la station océanique de Zeebrugge peuvent être exploitées par l'IRM pour des prévisions hydrométéorologiques.

Tant la Région flamande que la Région wallonne collaborent avec l'IRM pour ce qui concerne les phénomènes hydrométéorologiques.

La Région de Bruxelles-Capitale, quant à elle, est avertie des risques d'épisode météorologique défavorable à la dispersion des polluants.

4.1.1 Avertissements

Nous lançons des avertissements destinés à contribuer à la sécurité soit par l'intermédiaire du Centre de Crise soit directement vers les autorités régionales ou locales.

4.1.1.1 Un système d'alerte pour la dispersion atmosphérique des polluants

Il y a plusieurs années déjà que l'IRM fait partie d'un groupe de services météorologiques européens et autres dans le monde qui a pour objectif de perfectionner les outils de prévisions de la dispersion des polluants en cas de rejets accidentels dans l'atmosphère. L'IRM dispose d'un modèle de dispersion au moyen duquel l'état du niveau de pollution peut être calculé en temps réel sur base des résultats les plus récents des modèles de prévisions de l'ECMWF, ETA et ALADIN. Pour ce qui concerne la validation de ce modèle de dispersion, les prochaines années seront mises à profit pour établir des comparaisons entre les sorties de modèles et les observations que d'autres partenaires réalisent.

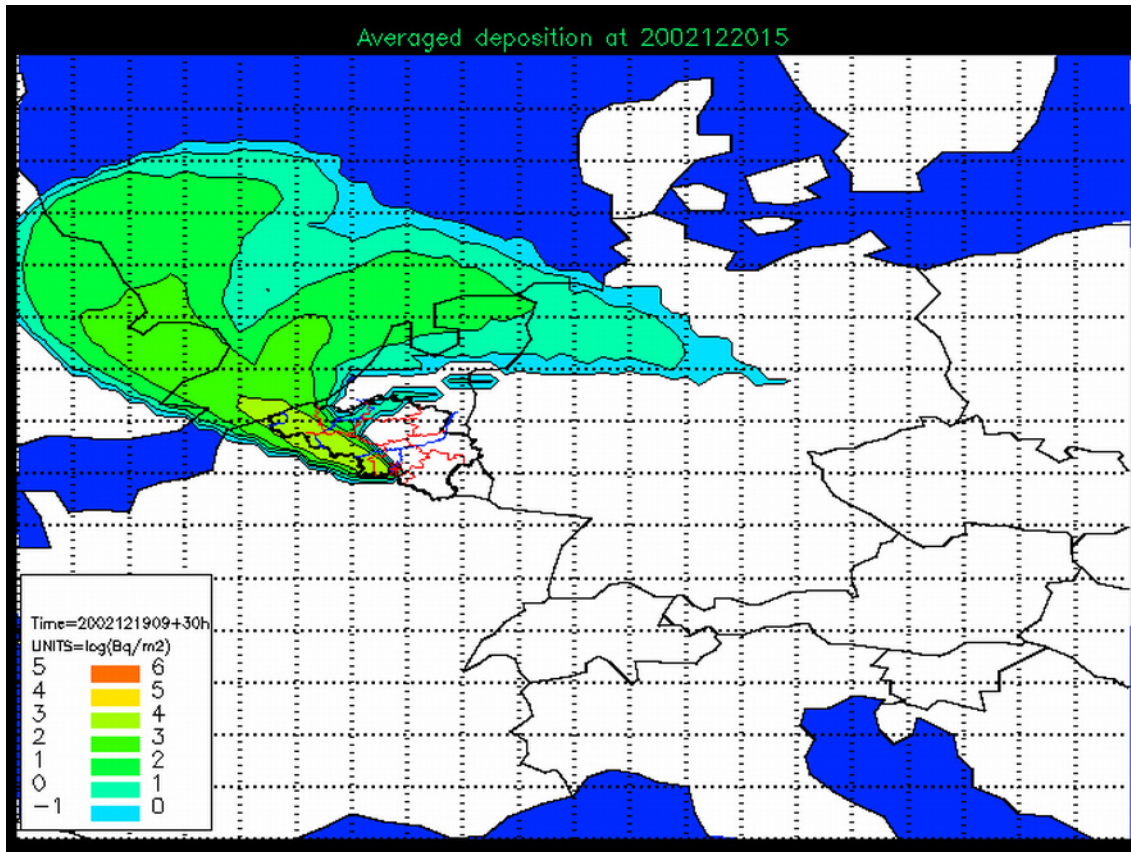
Les sorties du modèle-IRM, résultats des calculs de la dispersion, sont accessibles avec un mot de passe sur une page du site Web de l'IRM. Le modèle et ses résultats sont donc accessibles pendant les exercices se déroulant

deze webpagina's kunnen ook gebruikt worden voor de 'nationale noodplan oefeningen in geval van nucleaire risico's in vredetijd'.

Als illustratie wordt een grafische voorstelling getoond van een depositieberekening van pollutanten ten gevolge van een fictieve lozing in Chooz (Fr.), gebaseerd op de resultaten van het ETA model (Figuur 4.1). Figuur 4.2 toont de evolutie van de concentratie in Helsinki tijdens het voorbijtrekken van de pluim na een fictieve lozing in Doel, gebaseerd op de resultaten van het ECMWF model.

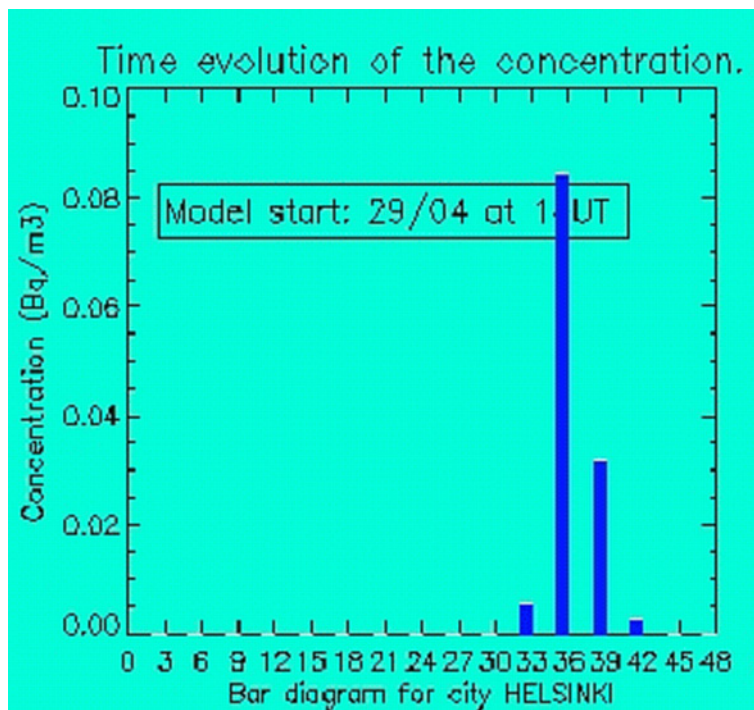
dans le cadre du plan "catastrophe nucléaire en temps de paix" par l'ensemble des services concernés.

A titre d'illustration une présentation graphique du calcul de la pollution consécutive à un rejet fictif à Chooz (en France) basée sur le modèle ETA est représentée à la Figure 4.1. La Figure 4.2, quant à elle, montre l'évolution de la concentration à Helsinki pendant le déplacement du nuage de polluants suite à un rejet fictif à Doel. Les résultats sont basés sur les calculs du modèle ECMWF.



Figuur 4.1. Illustratie van een depositieberekening van de pollutant.

Figure 4.1. Illustration d'un calcul de dépôt d'un polluant.



Figuur 4.2. Illustratie van de berekende evolutie van de depositie in Helsinki op 29/04/02.

Figure 4.2. Illustration du calcul de l'évolution d'un dépôt à Helsinki le 29/04/02.

4.1.1.2 Voorspelling van winterse meteorologische toestanden die ongunstig zijn voor de dispersie van pollutanten

Op basis van een studie die het KMI de voorbije jaren uitvoerde op vraag van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM), werd in 2002 een operationele procedure in gebruik genomen om meteorologische situaties te voorspellen die ongunstig zijn voor de dispersie van pollutanten. Die voorspellingen zijn gebaseerd op simulaties afkomstig van het model ALADIN van het KMI. De criteria om een alarm uit te vaardigen zijn gebaseerd op de aanwezigheid van een thermische inversie, het horizontaal transport en de duur van de situatie. In het geval van een waarschuwing van meteorologische aard wordt informatie gestuurd naar het BIM en naar IRCEL (Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu) die een evaluatie maken van de toestand wat betreft de concentraties van pollutanten, in het bijzonder stikstof-oxide (NO), zwavel dioxide (SO₂) koolstofmonoxide (CO), benzeen en zwevende deeltjes (PM10).

Verscheidene ongunstige perioden voor dispersie van pollutanten werden geïdentificeerd tijdens de winterperiode 2002-2003. De meest kritieke periode deed zich voor op 21 februari 2003. Figuur 4.3 toont hoe de NO₂ concentraties, die hoofdzakelijk bepaald worden door het autoverkeer, waarden bereikten tussen 134 (Ukkel) en 220 µg/m³ (Ixelles). De PM10 daggemiddelden waren eveneens hoog en stegen snel boven de drempel van 50 µg/m³. In 2002 werd die drempel gemiddeld 58

4.1.1.2 Prévisions des situations météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants

Sur base de l'étude réalisée les années précédentes par l'IRM à la demande de l'Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement (IBGE), une procédure opérationnelle a été mise en œuvre en 2002 afin de prévoir les situations météorologiques défavorables à la dispersion des polluants à partir des prévisions issues du modèle ALADIN. Les critères de déclenchement d'alerte sont basés sur la présence d'inversion thermique, le transport horizontal et la durée de l'événement. En cas de situation météorologique défavorable, un avertissement est transmis à l'IBGE et à CELINE (Cellule Interrégionale de l'Environnement) qui fournissent une appréciation de la situation sur le plan des concentrations de polluants, plus particulièrement les oxydes d'azote (NO et NO₂), dioxyde de soufre (SO₂), monoxyde de carbone (CO), benzène et particules (PM10).

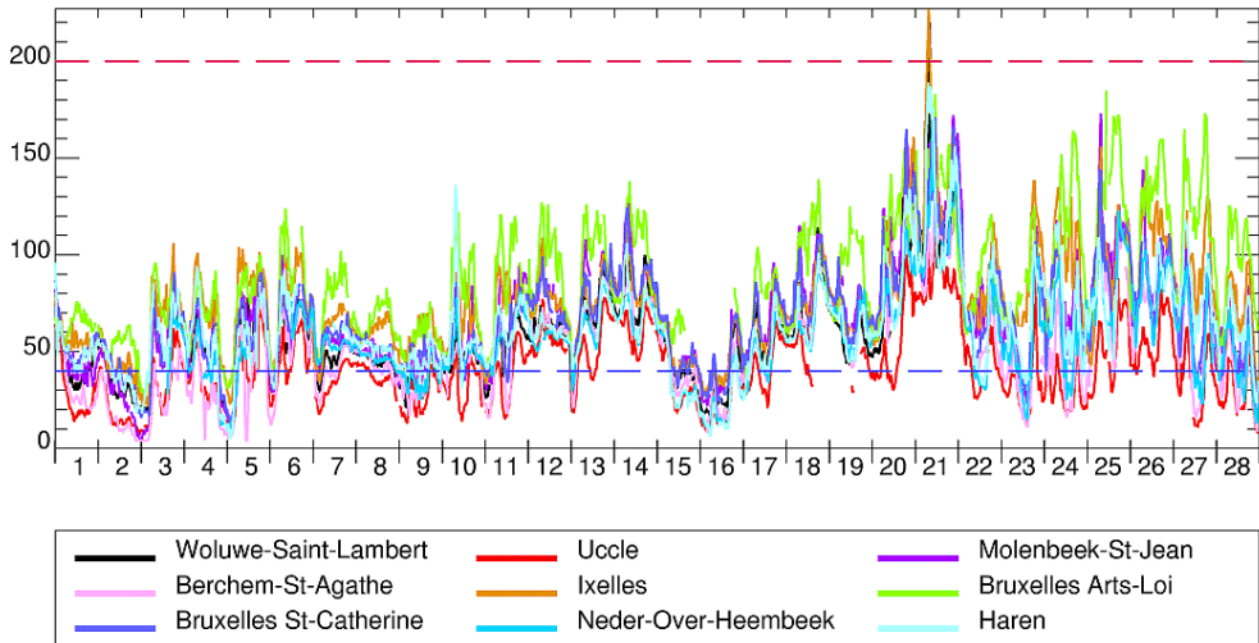
Plusieurs situations critiques pour la dispersion des polluants ont été identifiées au cours de l'hiver 2002-2003. La situation la plus aigüe s'est produite le 21 février 2003. Comme le montre la Figure 4.3, les concentrations horaires de NO₂ - principalement influencées par les émissions issues du secteur automobile - ont atteint des valeurs comprises entre 134 (Uccle) et 220 µg/m³ (Ixelles). Les moyennes journalières de PM10 étaient également élevées, avec des valeurs dépassant allègrement le seuil de 50 µg/m³.³ En 2002, ce seuil a été dépassé à 58 reprises en moyenne dans la Région

maal overschreden in het Brussels gewest, terwijl de Europese normen die in 2005 van kracht worden, slechts 35 overschrijdingen per jaar toelaten.

Ter informatie volgen hier de URL van het BIM: <http://www.ibge.be>, en van IRCEL: http://www.irceline.be/~celinair/dutch/homenrl_nojava.html.

bruxelloise, alors que les normes européennes qui entreront en vigueur en 2005 n'autoriseront que 35 dépassements par an.

A titre d'information, voici l'adresse de l'IBGE: <http://www.ibge.be/>, et celle de IRCELINE: <http://www.irceline.be/~celinair/homefr.html>



Figuur 4.3. NO₂ concentraties (µg/m³) gemeten tijdens de maand februari 2003. Bron: IRCEL (niet-gevalideerde gegevens).

Figure 4.3. Concentrations de NO₂ (µg/m³) mesurées au cours du mois de février 2003. Source : CELINE (données non validées).

De criteria die vastgelegd werden in het kader van de operationele procedure hebben niet geleid tot een waarschuwing in 2002. Verschillende malen, en vooral bij meteorologische toestanden die geleid hebben tot aanzienlijke verhogingen van pollutieconcentraties, werd aan twee van de drie criteria voldaan. De voorspellingen van ALADIN hebben dus het merendeel van de ongunstige situaties helpen detecteren. De potentiële risicosituaties werden gekarakteriseerd door de aanwezigheid van een thermische subsidentie-inversie en vooral door een zwakke wind, in het algemeen onder of gelijk aan 2 m/s. De combinatie van die 2 condities resulteerde meestal in een transportlengte van minder dan 100 m in de eerste lagen van de atmosfeer, wat goed overeenkomt met het 2e criterium van de operationele procedure. De toestand op 21 februari 2003 werd vooral gekenmerkt door een laag van 1400 m dik, waarin het horizontaal transport bijzonder zwak was (Figuur 4.4).

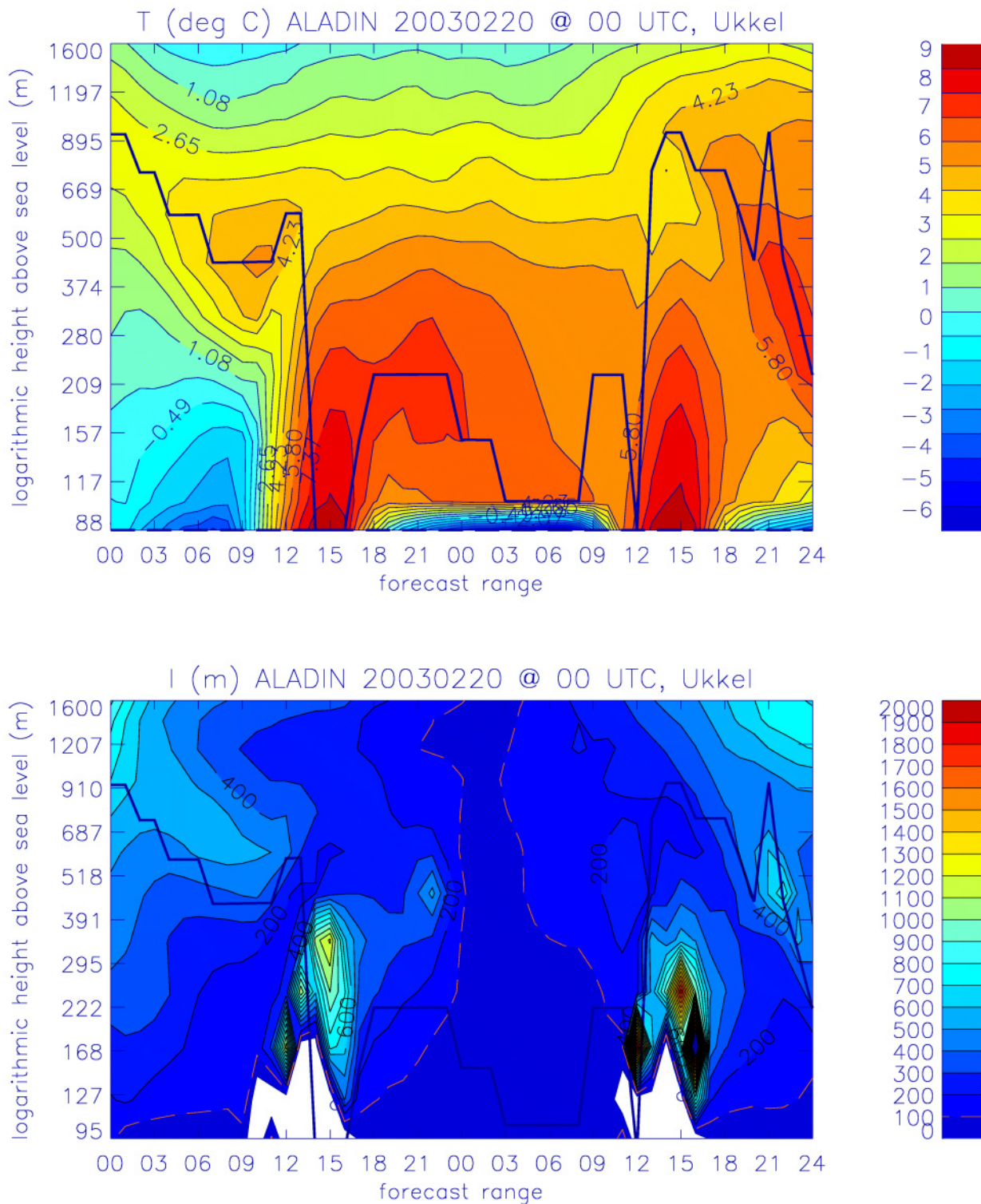
Dit bevestigt dat ALADIN een gepast hulpmiddel is dat toelaat luchtvervuilingspieken te voorspellen zonder valse alarmen te veroorzaken. Het model lijkt eveneens in staat episodische aan te geven die weliswaar minder erg zijn dan

L'application des critères définis dans le cadre de la procédure opérationnelle n'a conduit à aucun déclenchement d'alerte en 2002. A plusieurs reprises et en particulier pour les situations météorologiques qui ont conduit à de substantielles augmentations des concentrations de polluants, deux des trois critères spécifiés dans la procédure opérationnelle étaient satisfaits. De ce fait, les prévisions ALADIN ont permis de détecter la grande majorité des événements météorologiques défavorables à la dispersion des polluants. Les situations potentiellement à risque étaient caractérisées par la présence d'une inversion thermique de subsidence et surtout d'un vent faible, généralement inférieur ou égal à 2 m/s. La combinaison de ces deux conditions s'est généralement traduite par une longueur de transport inférieure à 100 m dans les premières couches de l'atmosphère, en bon accord avec le critère 2 de la procédure opérationnelle. La situation du 21 février 2003 s'est notamment illustrée par la présence d'une couche de 1400 mètres d'épaisseur dans laquelle le transport de l'air était particulièrement faible (Figure 4.4).

Il se confirme dès lors que le modèle ALADIN constitue un outil pertinent permettant de prévoir les pics de pollution

echte luchtvervuilingspieken, maar die waarschijnlijk toch aan de basis liggen van ongunstige dispersiecondities.

sans déclencher de fausses alertes. Il semble également capable de mettre en évidence des événements moins graves que les pics de pollution proprement dits, mais malgré tout susceptibles d'être à l'origine de conditions de dispersion défavorables.



Figuur 4.4. Situatie op 21 februari 2003. Evolutie van het temperatuurprofiel en de transportlengte volgens de voorspelling van ALADIN op 20/02/2003 om 0u UT.

Figure 4.4. Situation du 21 février 2003. Evolution des profils de température et de longueur de transport établis à partir de la simulation ALADIN initialisée le 20/02/2003 à 0 TU.

Op bovenstaande figuren vinden we op de horizontale as de tijd in uur, en op de verticale de hoogte in m op een logaritmische schaal. Op de bovenste figuur zien we de temperatuur in graden Celsius en de ligging van de inversielaag. Op de onderste figuur vinden we de transportlengte l , die een maat is voor de verspreiding van luchtverontreiniging. Een kleine transportlengte impliceert dat de pollutanten ter plaatse blijven hangen. De witte zones komen overeen met een onstabiele atmosfeer waar er geen gevaar is voor accumulatie van pollutanten.

4.1.2 Mariene voorspellingen

De belangrijkste taak van het OMS (url: <http://www.lin.vlaanderen.be/awz/weerberichtkust/interoms.html>), het maken van betrouwbare mariene weerberichten, werd ook in 2002 succesvol uitgevoerd. Zo bedroeg de fout op de voorspelde windsnelheid gemiddeld 0,8 Bft en op de windrichting 30°, waarmee we nog steeds beter doen dan de computervoorspellingen.

In het kader van de continue opleiding werden door het OMS-personeel zelf interne cursussen georganiseerd over interpretatie van hoogtekarten, waarbij om beurten iemand een topic voorbereidde, nota's beschikbaar stelde en uiteenzettingen gaf aan de collega's. Eén van de voorspellers nam deel aan een algemene cursus van Météo France in Toulouse.

De manuele vakkenmethode van Timmerman (KNMI, NL) werd geautomatiseerd voor de modeluitvoer van de mesomodellen van DWD (Deutscher Wetterdienst) en UKMO (U.K. Met Office).

Het OMS heeft met groot succes voorspellingen gemaakt voor Sail 2002, een groots zeilgebeuren in de haven van Zeebrugge, waar onze zichtbaarheid de landsgrenzen overschreed. Die voorspellingen werden tijdens een briefing voor de schippers geprojecteerd op een scherm en gecommuniceerd.

Sur les figures ci-dessus, on retrouve le temps en heures sur l'axe horizontal et la hauteur en m en échelle logarithmique sur l'axe vertical. La première figure montre la température exprimée en degrés Celsius et la position de la couche d'inversion (trait bleu continu). Sur la seconde figure, on retrouve la longueur de transport l , qui est une mesure de la dispersion de la pollution atmosphérique. Une petite longueur de transport signifie que la pollution reste stagner sur place. Les zones blanches représentent des régions où l'atmosphère est instable et où l'accumulation de polluants ne présente aucun danger.

4.1.2 Prévisions marines

La tâche principale de la station océanographique (url: <http://www.lin.vlaanderen.be/awz/weerberichtkust/interoms.html>), à savoir produire des bulletins de prévisions marines fiables, a été accomplie avec succès en 2002. L'erreur de prévision sur la vitesse de vent a été en moyenne de 0,8 Bft et de 30° sur la direction, ce qui est mieux que les prévisions fondées uniquement sur modèles numériques.

Dans le cadre de la formation continue, le personnel de la station a suivi des cours organisés en interne portant sur l'interprétation des cartes d'altitude pour lesquels l'un d'entre eux avait suivi une préparation de haut niveau et pour lesquels ses notes de cours étaient à la disposition de ses collègues. Un autre a participé à une session de cours généraux à Toulouse au siège de Météo-France.

La méthode opérationnelle de Timmerman (KNMI, NL) a été automatisée pour nourrir les modèles à méso échelle du DWD (Deutscher Wetterdienst) et de l'UKMO (U.K. Met Office).

La station océanique a également eu un gros succès en élaborant les prévisions à l'occasion de Sail 2002, une grosse régates dans le port de Zeebrugge, au cours de laquelle la visibilité de l'IRM a dépassé les frontières. Ces prévisions ont été projetées sur grand écran et commentées devant les équipages.



Figuur 4.5. Het OMS maakte de weersvoorspellingen tijdens Sail 2002 in Zeebrugge (foto: MBZ).

Figure 4.5. La station océanique a élaboré les prévisions météorologiques pendant " Sail 2002 " à Zeebrugge (photo: MBZ).

Om de contacten tussen het OMS en Ukkel verder te stimuleren, werd door het OMS-personeel een bezoek gebracht aan Ukkel.

Om te weten wat onze belangrijkste gebruikers, de loodsen en de scheepvaartbegeleiding, denken over onze dienstverlening, werd een eerste contact georganiseerd in het OMS. Er werd een overlegcomité opgericht om regelmatig te vergaderen met afgevaardigden van de gebruikers om elkaar op de hoogte te houden van de wensen van de gebruikers enerzijds en de werking en producten van het OMS anderzijds.

Door het personeel mede verantwoordelijk te stellen voor de uitvoering van het strategisch plan van het OMS, werd de empowerment sterk verhoogd.

4.1.3 Klimatologische informatie

Aan zowat alle geledingen van de verschillende openbare overheden wordt er klimatologische informatie verstrekt om zo de juiste beslissingen te kunnen treffen. Zo verstrekt het KMI onder andere informatie aan het Rampenfonds. In 2002, heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken 18 maal beroep gedaan op de expertise van het KMI in verband met het eventueel exceptioneel karakter van specifieke meteorologische gebeurtenissen. Het betrof hier hoofdzakelijk overvloedige neerslag, hoge windsnelheden en hagelbuien die alle aan de basis lagen van min of meer belangrijke schade in het hele land.

Pour stimuler les contacts entre Uccle et la station de Zeebrugge, une visite du personnel attaché à la station marine a été organisée à Uccle.

Afin de connaître ce que pensent nos utilisateurs principaux (les bateaux et/ou les remorqueurs) de nos services, on a mis sur pied une première prise de contact. On a instauré un comité de suivi qui organise des rencontres régulières pour entendre les souhaits des usagers et présenter les services de l'IRM.

En proposant plus de responsabilité dans l'élaboration d'un plan stratégique propre à la station, la motivation du personnel s'est accrue.

4.1.3 Les informations climatologiques

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 2002, le Ministère des Affaires Intérieures a eu recours à l'expertise de l'IRM à dix-huit reprises à propos du caractère éventuellement exceptionnel de situations météorologiques particulières. Il s'agissait principalement de précipitations abondantes, de vents violents et de chutes de grêle à l'origine de dégâts plus ou moins importants dans le pays.

Depuis 1999, le nombre de dossiers pour le Fonds des Calamités soumis annuellement à l'IRM par le Ministère des Affaires intérieures est passé de cinq à une vingtaine.

Sedert 1999 is het aantal dossiers voor het rampenfonds dat door het Ministerie van Binnenlandse Zaken jaarlijks aan het KMI wordt voorgelegd, gestegen van een vijftal tot een twintigtal.

4.2 Het grote publiek

4.2.1 Voorspellingen voor de kust

In 2002 werd voor het eerst specifieke aandacht aan het toeristisch aspect van het kustweer besteed, onder meer door een actie in de pers en op zondag het werk een uur vroeger te starten om ook dan om 8 uur een weerbericht aan te bieden (normaal is dit om 9 uur op zondag). Er werden ook tweemaal daags telefonische conferenties georganiseerd tussen de voorspellers van Ukkel en het OMS, om het kustweerbericht ook nationaal te verspreiden. Vlaams Minister van Toerisme Landuyt had in de media lof over de manier waarop het OMS uitgerust is voor het realiseren van haar taak.

4.2.2 TV (nationaal)

VRT en RTL behoren tot het cliënteel van het KMI.

Aan beiden wordt de nodige informatie (teksten, grafisch en bewegend materiaal) bezorgd en tevens gepersonaliseerde contacten met de verschillende weerpresentatoren, zodat zij de Belgische bevolking meermaals daags een adequaat weerbericht kunnen presenteren. Tevens levert het KMI, sinds half december, de nodige informatie om de teletekst van de VRT te voeden.

Voor Vitaya, een Nederlandstalige lifestylezender, wordt een afgewerkt product geleverd en de nodige input voor hun teletekst.

4.2.3 TV (regionaal)

Aan de 6 verschillende regionale zenders worden de nodige regionale voorspellingen bezorgd en dit zowel in ruwe vorm als in de vorm van afgewerkte producten.

4.2.4 Radio

Aan 3 zenders wordt de nodige informatie (teksten en geprivilegieerd contact) bezorgd om aldus uurlijks de nodige en geactualiseerde weerberichten te kunnen verspreiden via hun uitzendingen.

4.2 Le grand public

4.2.1 Prévisions pour la côte

Au cours de l'année 2002, une attention toute particulière a été portée à l'aspect touristique de la côte par le biais d'une action dirigée vers la presse d'une part et d'autre part en ouvrant les activités de la station une heure plus tôt le dimanche afin d'offrir dès 8h un bulletin côtier (initialement, les activités ne commençaient qu'à 9h le dimanche). Deux conférences téléphoniques sont également organisées quotidiennement entre Zeebrugge et Uccle de manière à pouvoir diffuser l'information côtière sur l'ensemble du territoire. Le Ministre flamand du tourisme, Mr Landuyt a d'ailleurs fait l'éloge de l'IRM et plus spécifiquement de la station marine dans les médias.

4.2.2 Les Télévisions nationales

Les chaînes de la VRT et la chaîne RTL-TVi appartiennent à la clientèle de l'IRM.

Toutes deux reçoivent les informations nécessaires sous différentes formes (textes, graphiques et matériaux d'animation) et l'IRM veille à favoriser les contacts personnalisés avec les présentateurs de sorte que la population belge a accès plusieurs fois par jour à des bulletins bien présentés. De plus, depuis la mi-décembre, les informations de l'IRM alimentent le télétexte de la VRT.

Pour Vitaya, une chaîne néerlandophone interactive, nous livrons un produit entièrement fini ainsi que des informations alimentant le télétexte.

4.2.3 Les Télévisions régionales

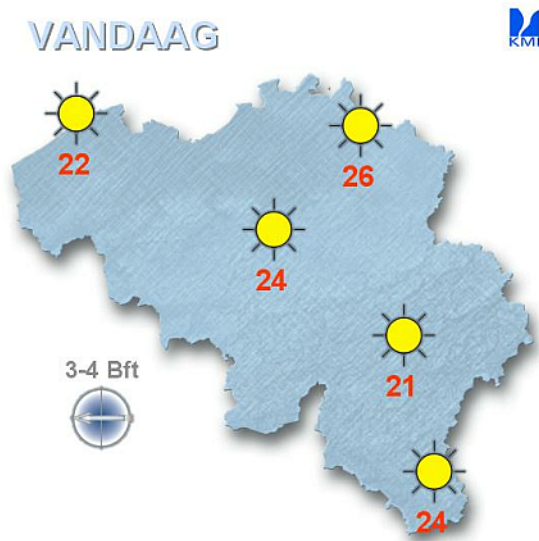
Des prévisions sont livrées soit sous une forme brute soit sous une forme personnalisée à six chaînes locales néerlandophones.

4.2.4 Les Radios

C'est vers trois radios diffusant des bulletins météorologiques que nous envoyons nos informations sous forme de textes ou par des contacts privilégiés téléphoniques, ce qui leur permet une actualisation horaire de leurs émissions.

4.2.5 Internet

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



Figuur 4.6. Voorspelling voor vandaag onder grafische vorm.

4.2.5.1 Een grafisch waarschuwingssysteem voor gevaarlijk weer

Sinds enige tijd is er tussen de 3 meteorologische diensten in dit land, het KMI, de MeteoWing en Belgocontrol, afgesproken dat het KMI als spreekbuis zal fungeren met het Crisiscentrum van de regering (CGCCR), vooral voor informatie in geval van gevaarlijke weersomstandigheden. Er werd op het KMI geopteerd om die belangrijke meteorologische informatie grafisch weer te geven en deze producten te tonen op de webpagina's van het KMI. Deze manier van werken werd operationeel gemaakt voor de dagelijkse routine tijdens het afgelopen jaar en ingebouwd in de nieuwe Windows georiënteerde manier van werken op het weerbureau.

Volgende parameters werden geselecteerd voor waarschuwingen:

- hevige wind en rukwinden
- overvloedige neerslag
- gladheid, ijzel, strenge nachtvorst, sneeuw
- hevig onweer en hagel
- CO

4.2.5 Internet

Le succès de l'outil internet se confirme pour faire connaître au grand public les informations les plus récentes.

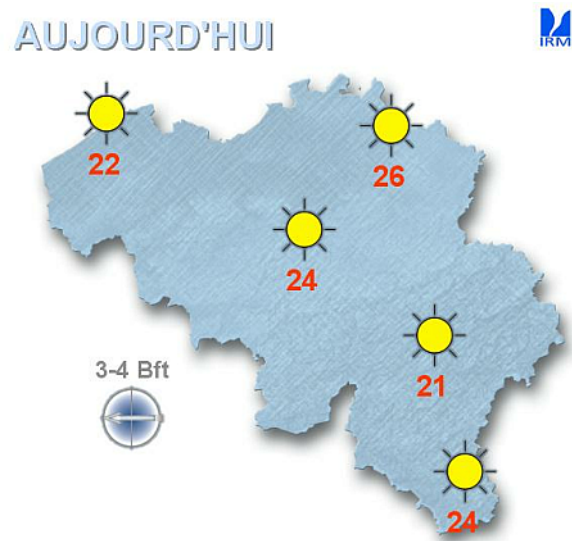


Figure 4.6. Forme graphique de la prévision "pour aujourd'hui".

4.2.5.1 Un système d'avertissement graphique pour les conditions météorologiques dangereuses.

Depuis quelques temps, les discussions entre les trois services météorologiques du pays, (l'IRM, Belgocontrol et le Wing Météo) ont abouti à la décision de faire de l'IRM le porte-parole avec le Centre de crise du gouvernement (CGCCR) surtout en cas de conditions météorologiques dangereuses. On a choisi à l'IRM, pour le traitement de cette information importante, d'avoir recours à un système graphique et d'afficher ce produit à l'écran du site Web de l'IRM. Cette manière de faire a abouti cette année et est rentrée dans la routine du bureau du temps.

Les paramètres suivants ont été sélectionnés pour les avertissements.

- Vents violents et rafales
- Précipitations abondantes
- Verglas, givre, gelées nocturnes sévères, neige
- Orages violents et grêle
- CO
- Vents forts et tempêtes en mer

- harde wind en storm op zee

en de criteria voor het opstellen van een deel daarvan werden vastgelegd in overleg met Belgocontrol en de MeteoWing.

Dit nationaal systeem zal zoveel als mogelijk parallel verder ontwikkeld worden met het nog op te richten Europese systeem (het EMMA-systeem : het European Multiservice Meteorological Awareness system). Dit zal resulteren in een analogo grafisch waarschuwingssysteem voor gevaarlijke weersituaties in 15 West-Europese landen, waaraan ons nationaal systeem zal gekoppeld worden.

Daarom werd er nu reeds beslist om bepaalde uitbreidingen aan het huidige nationale systeem aan te brengen, die in de loop van het jaar 2003 zullen gerealiseerd worden. Als illustraties worden toegevoegd: de manier voor het inbrengen van de informatie betreffende het gevaarlijk weer voor een bepaalde parameter, Figuur 4.7, en de 'preview' van het resultaat, Figuur 4.8, voorafgaand aan het officialiseren van de informatie op de KMI website.

Les critères pour fixer les seuils d'avertissements ont été déterminés en collaboration avec Belgocontrol et le Wing Météo.

Ce système d'échelle nationale sera dans la mesure du possible développé parallèlement avec le système à l'échelle Européenne qui doit encore voir le jour (le système EMMA - European Multiservice Meteorological Awareness system). Grâce à celui-ci on disposera d'un système graphique analogue lançant des avertissements pour les situations dangereuses couvrant 15 pays ouest-européens auquel notre système national sera couplé.

Pour atteindre cet objectif, il est déjà décidé d'élargir les applications et d'apporter des améliorations à l'actuel système national, choses qui seront réalisées dans le courant de 2003. A titre d'exemple, citons la manière dont notre système est alimenté en informations relatives aux temps dangereux pour un type de paramètre donné. La Figure 4.7 présente un projet de ce type de méthode, la Figure 4.8 la manière dont l'information est présentée sur le site Web de l'IRM.

Insert Wind warning Form

Time (UTC) Year: 2003 Month: 04 Day: 29 Hour: 06 Minutes: 00

Validity message: Time period: 06 hours

Region / Warning	Green	Yellow	Red
Coastal Zone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
West-Vlaanderen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oost-Vlaanderen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antwerpen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Limburg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vlaams-Brabant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brabant Wallon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liège	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hainaut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Namur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luxembourg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Legend:

- green : no danger
- yellow : gusts > 80 km/h and at sea > 100 km/h
- red : gusts > 100 km/h and at sea > 120 km/h

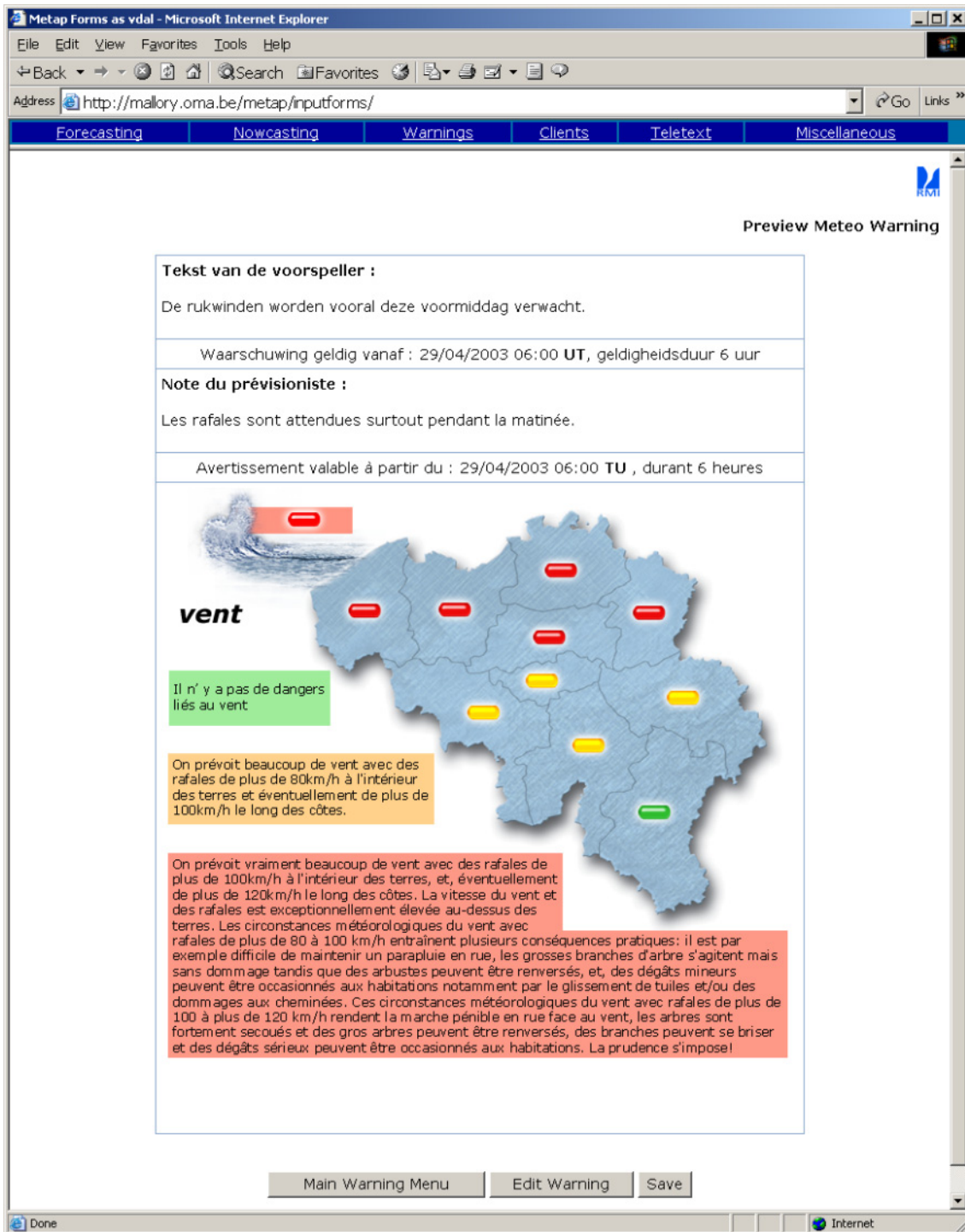
Opmerking: De rukwinden worden vooral deze voormiddag verwacht.

Remarque: Les rafales sont attendues surtout pendant la matinée.

Buttons: Preview, Main Warning Menu

Figuur 4.7. Invoerblad van de gegevens per parameter.

Figure 4.7. Page alimentée en données classées par paramètre.



Figuur 4.8. Controleblad voor visualisatie van de ingevoerde gegevens.

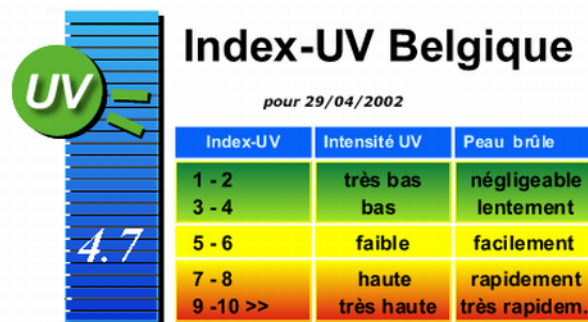
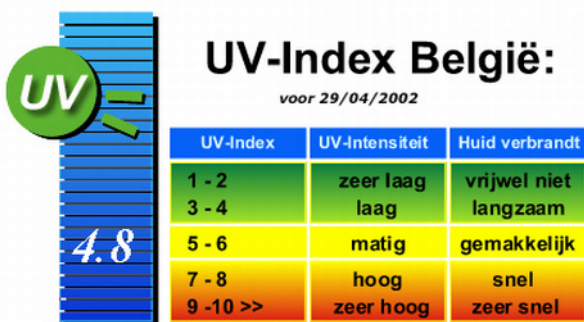
Figure 4.8. Feuille de contrôle pour la visualisation des données.

4.2.5.2 UV-Voorspellingen

Zoals voorgaande jaren werden er dagelijks voorspellingen gemaakt van de UV index. Tijdens de relevante periode (begin april tot eind september) wordt deze samen met het weerbericht in de media verspreid om het publiek te informeren over de mogelijke schadelijke invloed van de UV straling.

4.2.5.2 Prévisions UV.

Comme les années précédentes, l'IRM a fourni des prévisions de l'index UV sur base journalière. Pendant la période estivale (début avril à fin septembre), ces prévisions ont été diffusées avec les bulletins météo afin d'informer le public de l'impact négatif du rayonnement ultraviolet sur la santé.

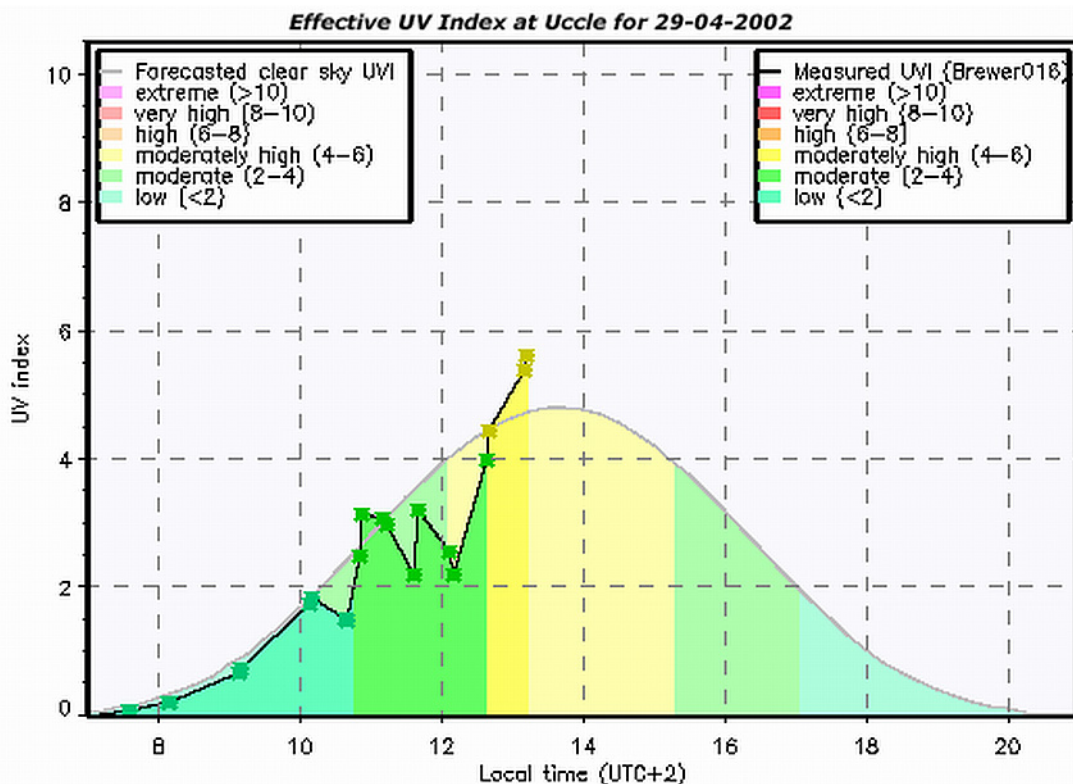


Figuur 4.9. Voorbeeld van een UV-index verwachting.

Figure 4.9. Exemple d'un bulletin de prévision UV.

In de loop van 2002 werden nieuwe webpagina's opgemaakt die de activiteiten rond ozon en UV op het KMI belichten (<http://ozone.meteo.be/>). Op deze pagina's is onder andere de dagelijkse evolutie van de UV index te zien. Zij toont niet alleen de voorspelde, maar ook de waargenomen UV index. Zo kan de evolutie van de UV index te Ukkel op de voet gevolgd worden.

De nouvelles pages web ont également été publiées durant l'année 2002. Ces pages décrivent les activités de l'IRM concernant l'ozone et l'UV (<http://ozone.meteo.be/>) et reprennent entre autres l'évolution journalière de l'index UV. Vous y trouverez non seulement la prévision mais également les mesures de l'index UV. De cette manière, vous pouvez voir quel est l'index UV à Uccle quasiment en temps réel.



Figuur 4.10. Dagelijkse gang van de UV-index in Ukkel.

Figure 4.10. Evolution journalière de l'index UV à Uccle.

Bovenstaande figuur toont zowel de voorspelling (grijze lijn en lichte kleuren) als de waarnemingen tot en met 13 UTC (zwarte lijn, donkere kleuren) van de UV index.

La figure ci-dessus montre les prévisions de l'index UV (couleurs claires) ainsi que les mesures effectuées jusque 13h UTC (couleurs vives).

De voorspelling is berekend met een model op basis van de efemeriden en de dikte van de ozonlaag. De waarnemingen (uitgevoerd om het half uur) zijn afkomstig van een UV spectrofotometer opgesteld bij het KMI te Ukkel. De actuele waarden van de UV index op andere plaatsen in het land kunnen dus wel sterk afwijken van deze te Ukkel, vooral door de invloed van verschillen in de bewolking. De voorspelde waarde is steeds geldig voor een heldere hemel. Bij (zware) bewolking ligt de gemeten waarde dus beduidend lager dan de voorspelde.

4.2.6 Kranten

De inspanningen in 2002 waren geconcentreerd op het restylen van de weersvoorspellingen bij het bestaande cliënteel.

4.2.7 GSM

De nodige stappen in ontwikkeling werden genomen om een eigen SMS-module met weersinformatie en waarschuwingen op te starten

Volgende modules bestaan reeds sinds september 2002:

A) SMS Pull (klant vraagt gegevens aan, tot één week vooruit)

- Voorspellingen België voor één bepaalde dag voor een bepaalde gemeente
- Voorspelling België voor één week voor een bepaalde gemeente
- Voorspellingen wereld voor één bepaalde dag voor een bepaalde stad
- Voorspelling wereld voor één week voor een bepaalde stad
- Sneeuwcondities in de belangrijkste skistations

B) SMS Push (klant krijgt automatisch de gegevens toegestuurd)

- Abonnementen voor alle modules onder A)

La prévision de l'index UV est calculée à l'aide d'un modèle basé sur des éphémérides ainsi que sur les mesures de l'épaisseur de la couche d'ozone. Les mesures (réalisées toutes les demi-heures) sont effectuées par l'un des spectrophotomètres UV installé à l'IRM, à Uccle. La valeur réelle de l'index UV à d'autres endroits dans le pays peut différer fortement de celle mesurée à Uccle, essentiellement du fait de l'influence de la nébulosité. La valeur prédite est uniquement valable par ciel clair. En cas de nébulosité importante, la valeur mesurée de l'index UV peut être considérablement plus basse que la valeur prédite.

4.2.6 Les journaux

L'année 2002 a été mise à profit pour améliorer notre capacité à répondre à des demandes de re-design graphique de clients existants..

4.2.7 GSM

Des progrès importants ont été apportés au développement d'un service de transmission par SMS de modules d'avertissements. Il devrait être rendu opérationnel prochainement.

Les modules suivants existent déjà depuis septembre 2002:

A) SMS Pull (le client demande des données jusqu'à une semaine à l'avance)

- Prévisions-Belgique pour un jour donné et pour une commune
- Prévisions-Belgique pour une semaine et pour une commune.
- Prévisions-monde pour un jour donné et pour une ville
- Prévision-monde pour une semaine et pour une ville
- Conditions d'enneigement dans les principales stations de ski

B) SMS Push (le client reçoit automatiquement les données envoyées)

- Abonnements pour toutes les rubriques en A)



Figuur 4.11. Voorbeeld van een voorspelling via SMS.



Figure 4.11. Exemple de prévisions par SMS.

4.3 Socio-economische entiteiten

In 2003 zal de energiemarkt volledig geliberaliseerd zijn. Hiervoor werden ter voorbereiding nieuwe adequate producten geleverd.

4.3.1 Waarschuwingen

Het KMI heeft samengewerkt met verschillende socio-economische entiteiten om de veiligheid, als het gaat om het weer, te verhogen.

4.3.2 Klimatologische informatie

Voor het onderzoekswerk van de socio-economische entiteiten werd klimatologische informatie geleverd voor het testen van de verschillende modellen in ontwikkeling.

4.4 Commerciële entiteit

Op aanvraag van het cliënteel worden zowel standaardproducten geleverd, maar hoofdzakelijk producten op maat.

4.3 Les entités socio-économiques

En 2003, le marché de l'énergie sera complètement libéralisé. Dans cette perspective, l'IRM s'est préparé à devoir livrer de nouveaux produits.

4.3.1 Avertissements

En collaboration avec différentes entités socio-économiques, l'IRM a cherché à augmenter la sécurité dans le domaine météorologique.

4.3.2 Informations climatologiques

Pour d'autres clients, des produits spécifiques d'informations climatologiques ont été développés. Il s'agit de produits climatologiques permettant de valider différents modèles propres à ces entités économiques

4.4 Les entités commerciales

A la demande de la clientèle, nous avons livré non seulement les produits standard classiques mais aussi des produits "sur mesure".

5.1 Klimatologisch overzicht van het jaar 2002

In zijn geheel werd het jaar 2002 gekenmerkt door zéér overvloedige neerslaghoeveelheden en hoge temperatuurswaarden.

Met een jaartotaal van 1077,8 mm was de jaarlijkse neerslaghoeveelheid te Ukkel uitzonderlijk hoog (zie definities in Tabel 5.1) : dit was de tweede hoogste waarde sinds het begin van de regelmatige meteorologische waarnemingen te Brussel - Ukkel in 1833. Het vorige record dateerde uit 2001, met een totale neerslaghoeveelheid van 1088,5 mm. Te Ukkel bedraagt de "normale" waarde (gemiddelde over een lange periode) voor deze parameter 780,1 mm.

De gemiddelde temperatuur over de 12 maanden van het jaar was, met een waarde van 11,2 °C, uitzonderlijk hoog te Ukkel (normaal : 9,8° C) : Dit is de tweede hoogste waarde sinds 1833. De vier warmste jaren waren respectievelijk 1989 (11,3 °C), 1990 (11,2 °C), 2000 (11,2 °C) en 1999 (11,1 °C) [dit klassement werd gerealiseerd rekeninghoudend met de honderdsten van graden Celsius].

Het jaar 2002 was deficitair wat de zonneshijnduur te Ukkel betreft: men registreerde er 1 480 h zonneshijnduur ; de normale waarde bedraagt 1555 h. Deze waarde is normaal laag maar we waren nog ver verwijderd van het "somberste" jaar ooit : 1981, met slechts 1223 h zonneshijnduur. Figuur 5.1 tot en met Figuur 5.4 geven een overzicht van de klimatologische karakteristieken gedurende de 12 maanden van het jaar 2002 en Tabel 5.2 geeft een overzicht van het ganse jaar.

De winter 2001-2002 (zie Figuur 5.5) werd gekenmerkt door relatief fris weer tijdens de maand december, terwijl vanaf 20 januari tot einde februari het overwegend zachter weer was. De neerslaghoeveelheden waren normaal tijdens de maanden december en januari. In februari daarentegen waren de neerslaghoeveelheden zéér overvloedig (167,8 mm voor een normale waarde van 52,9 mm) : dit was de hoogste waarde voor een februari maand te Brussel - Ukkel sinds 1833 . Het vorige record dateerde uit 1946 met 149,0 mm. Dit record zorgde ervoor dat de winter 2001-2002 op de derde plaats kwam in de serie van de natste winters samen met de winter 1919-1920, met een totaal van 308,6 mm te Ukkel (normaal : 186,8 mm). De zonneshijnduur was vrij hoog gedurende gans het seizoen : De drie wintermaanden

5.1 Résumé climatologique de l'année 2002

Dans son ensemble, l'année 2002 a été marquée par une pluviosité très abondante et des températures élevées.

Avec 1 077,8 mm, le total annuel des précipitations à Uccle est exceptionnel (voir les définitions au Tableau 5.1) : c'est la deuxième valeur la plus élevée depuis 1833, année où des observations météorologiques régulières ont débuté à Bruxelles-Uccle. Le record date de l'année 2001, avec 1088,5 mm. À Uccle, pour ce paramètre, la valeur " normale " (moyenne sur une longue période) s'élève à 780,1 mm.

La température moyenne sur les douze mois de l'année a été exceptionnelle à Uccle, avec une valeur de 11,2°C (normale : 9,8°C) : c'est la deuxième valeur la plus élevée depuis 1833. Les quatre années les plus chaudes furent respectivement 1989 (11,3°C), 1990 (11,2°C), 2000 (11,2°C) et 1999 (11,1°C) [le classement est réalisé en tenant compte du centième de degré].

L'année 2002 a été déficitaire à Uccle du point de vue de l'insolation : on y a enregistré 1 480 heures de Soleil ; la normale s'élève à 1 555 heures. Cette valeur est normale, et on est encore loin de l'année la plus " sombre " : 1981, avec 1 223 heures de Soleil seulement. Les Figure 5.1 à Figure 5.4 résument les caractéristiques climatologiques des douze mois de l'année 2002 et le Tableau 5.2 synthétise l'année dans son ensemble.

L'hiver 2001-2002 (voir Figure 5.5) fut marqué par un temps relativement frais au cours du mois de décembre, tandis que la douceur fut prédominante du 20 janvier à la fin du mois de février. Les pluies ont été normales en décembre et janvier. En revanche, elles furent très abondantes en février (167,8 mm, pour une normale de 52,9 mm) : pour ce mois, ce fut le total le plus élevé à Bruxelles-Uccle depuis 1833, le précédent record datant de 1946 avec 149,0 mm. Ce record a valu à l'hiver 2001-2002 de se retrouver en troisième position parmi les hivers les plus pluvieux, troisième place qu'il partage avec l'hiver 1919-1920, avec un total à Uccle de 308,6 mm (normale : 186,8 mm). L'insolation a été généreuse au cours de la saison : les trois mois ont connu un ensoleillement supérieur à la normale, sans toutefois enregistrer des valeurs remarquables.

Le printemps 2002 (voir Figure 5.6) a commencé dans la douceur, avec des températures moyennes à Uccle atteignant 10 °C au cours de la première décennie de mars

kenden een zonneshijnduur die hoger was dan de normaalwaarden, zonder echter opmerkelijk te zijn.

De lente 2002 (zie Figuur 5.6) begon zacht met gemiddelde temperaturen die te Ukkel 10 °C bereikten tijdens de eerste decade en zelfs meer tijdens de tweede decade, terwijl de normale waarden zich tijdens deze periode van het jaar rond 5 °C situeren. Na 20 maart waren er afwisselend warme en frissere perioden. Met uitzondering van de zéér abnormaal hoge gemiddelde temperatuur (10,4 °C voor een normale van 9,1 °C), moeten wij van deze lente niets bijzonder onthouden : de totale neerslaghoeveelheid bedroeg 165,4 mm (normaal 168,3 mm) en de totale zonneshijnduur 496 uren (normaal : 477 uren).

De zomer (zie Figuur 5.7) was relatief warm dankzij vier perioden met te hoge temperaturen : van 23 juni tot 1 juli, van 25 juli tot 2 augustus, van 12 tot 20 augustus en tijdens de laatste drie dagen van deze maand. De neerslaghoeveelheden waren bijzonder overvloedig tijdens de maand augustus, en in mindere mate tijdens de maand juli, dit was hoofdzakelijk te wijten aan de aanwezigheid van onweersverschijnselen tijdens dewelke de neerslagintensiteit soms zéér hoog kan oplopen. Tijdens de maand juli werden er verschillende keren dagwaarden genoteerd die hoger waren dan 50 mm op de 14e, de 21e en de 20e. Het opmerkelijkst was deze van Gomery (Virton) op de 30e : 115,8 mm tijdens een spectaculair onweer. De augustusmaand was eveneens onweerachtig : de opmerkelijkste onweders werden geobserveerd op de 24e en de 27e, allebei tijdens de ochtend. Opnieuw werden er hoge dagwaarden genoteerd : op 24 augustus om 08.00 h werd te Wijnegem 103,3 mm gemeten, te Westmalle 100,0 mm terwijl de dag erop daar nog eens 51,0 mm werd gemeten ; op de 27e om 08.00h registreerde onze waarnemer te Upigny 101,3 mm.

De herfst 2002 (zie Figuur 5.8) was vergelijkbaar met de zomer : vooral dankzij een zéér zachte novembermaand was de gemiddelde temperatuur zéér abnormaal hoog (11,3 °C voor een normale waarde van 10,4 °C), de neerslaghoeveelheden en de zonneshijnduur waren normaal, met respectievelijk 223,1 mm neerslag (normaal : 208,9 mm) op 45 dagen (normaal : 50 dagen) en 285 uren zonneshijn (normaal 325 uren).

In het land vertoonden de temperaturen gedurende gans het jaar een identiek gedrag als deze geregistreerd te Ukkel. Men observeerde veel te hoge minimumtemperaturen tijdens de maanden mei, juni, augustus en november. Zonder uitzonderlijk te zijn, werd de februari maand gekarakteriseerd door te hoge temperaturen zowel bij de maxima als de minima.

De ruimtelijke spreiding van de neerslaghoeveelheden daarentegen was meer veranderlijk, vooral tijdens het warme seizoen, wanneer de onweders aanleiding kunnen geven tot uiterst variabele neerslaghoeveelheden op

ou les dépassant au cours de la seconde décade, alors que les valeurs normales se situent autour de 5 °C à cette époque de l'année. Après le 20 mars, il y eut une alternance de périodes chaudes et fraîches. En dehors du caractère très anormal de l'excès de la moyenne des températures (10,4 °C pour une normale de 9,1 °C), il n'y a rien de très particulier à retenir pour le printemps : la quantité d'eau recueillie fut de 165,4 mm (pour une normale de 168,3 mm) et la durée d'ensoleillement fut de 496 heures (pour une normale de 477 heures).

L'été (voir Figure 5.7) a été relativement chaud grâce à quatre périodes excédentaires en température : du 23 juin au premier juillet, du 25 juillet au 2 août, du 12 au 20 août et les trois derniers jours du mois. Les pluies furent particulièrement abondantes au cours du mois d'août, et dans une moindre mesure en juillet, principalement à cause de phénomènes orageux au cours desquels les intensités des pluies ont parfois pu être très élevées. En juillet, plusieurs cotes pluviométriques journalières supérieures à 50 mm ont été relevées le 14, le 21 ou le 30, la plus remarquable étant celle de Gomery (Virton), avec 115,8 mm au cours d'un orage spectaculaire. Le mois d'août a connu aussi son lot d'orages violents : les deux plus remarquables ont été observés le 24 et le 27, tous les deux en matinée. À nouveau, plusieurs cotes journalières élevées ont été enregistrées : le 24 août à 8 h du matin, l'observateur de Wijnegem relevait 103,3 mm ; celui de Westmalle notait 100,0 mm tandis que le lendemain il relevait encore une cote de 51,0 mm ; le 27 août à 8 h du matin, l'observateur d'Upigny notait 101,3 mm.

L'automne 2002 (voir Figure 5.8) a été à l'image du printemps : grâce surtout à un mois de novembre très doux, la température moyenne fut très anormalement élevée (11,3 °C pour une normale de 10,4 °C), les quantités de pluie et la durée d'ensoleillement furent normaux, avec respectivement 223,1 mm de précipitations (normale : 208,9 mm) en 45 jours (normale : 50 jours) et 285 heures de Soleil (normale : 325 heures).

Dans le pays, tout au long de l'année, les températures ont eu un comportement similaire à celui observé à Uccle. On a relevé des excès importants des températures minimales pour les mois de mai, juin, août et novembre. Sans qu'il soit exceptionnel, le mois de février a été caractérisé par un excès des températures aussi bien maximales que minimales. Le comportement spatial des pluies fut plus variable, surtout durant la saison chaude où les orages peuvent donner des précipitations extrêmement variables sur de courtes distances. Pour les mois de février et de septembre, le caractère exceptionnel à très exceptionnel des relevés effectués à Uccle a été observé dans toutes les régions du pays. En revanche, les cumuls des précipitations des mois de juillet et d'août ne présentent dans aucune région de caractère exceptionnel, malgré des cotes journalières localement très impressionnantes.

korte afstanden. Tijdens de maanden februari en september, werd het uitzonderlijk tot zéér uitzonderlijk karakter van de neerslag waargenomen te Ukkel, eveneens waargenomen in gans het land. Niettegenstaande de lokaal zéér indrukwekkende dagelijkse neerslaghoeveelheden waren de gecumuleerde neerslaghoeveelheden gedurende de maanden juli en augustus in ons land nergens uitzonderlijk.

Vanuit klimatologisch oogpunt was het jaar 2002 een jaar met relatief veel tegenstellingen. Terwijl het tijdens de winter en de zomer overvloedig regende, waren de herfst en de lente normaler vanuit dit standpunt. Te Ukkel waren de gemiddelde maandtemperaturen bijna allen hoger dan de normale en alleen de gemiddelde maandtemperatuur van september lag dicht bij de normale waarde. De maand december werd gekenmerkt door een kleine koudegolf. Zij werd gevolgd door zachter weer waardoor het maandgemiddelde van deze maand lichtjes hoger was dan normaal. Anderzijds was geen enkele maandelijks temperatuur uitzonderlijk. De zonneshijnduur vertoonde een vrij onregelmatig patroon : alleen tijdens de maand april was de zonneshijnduur hoger dan normaal terwijl de maanden mei, juli, augustus en september veel somberder waren dan normaal en de andere maandwaarden dicht bij de normalen lagen.

Tot slot, wat het jaar 2002 betreft, is het belangrijk de tegenstelling te benadrukken die bestaat tussen de gemeten neerslaghoeveelheden en het aantal neerslagdagen. Inderdaad , verbonden met het teveel aan neerslag zou men een teveel aan neerslagdagen mogen verwachten. Dit is echter niet het geval : in 2002 bedroeg het aantal neerslagdagen te Ukkel 196 tegenover een normale waarde van 203 dagen.

Kortom, het jaar 2002 was warm en zéér nat. Men zal onthouden dat het jaar 2002 dezelfde karakteristieken vertoonde als het jaar 2001, te weten een hoge jaarlijkse neerslaghoeveelheid maar een aantal neerslagdagen dat dicht bij de normale waarde lag. Wij beleefden opnieuw het scenario van de jaren 1965-1966, dat waren eveneens twee opeenvolgende, zéér natte jaren.

Tabel 5.1: Definities van de graad van abnormaliteit

Graad van abnormaliteit		Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld één keer om de
A	Abnormaal	6 jaar
Za	Zeer abnormaal	10 jaar
U	Uitzonderlijk	30 jaar
Zu	Zeer uitzonderlijk	100 jaar

Du point de vue climatique, cette année a été relativement contrastée. Les saisons hivernale et estivale ont été assez copieusement arrosées, alors que le printemps et l'automne furent plus calmes de ce point de vue. À Uccle, tous les mois ont présenté une température moyenne mensuelle supérieure à la normale et seule la température moyenne de septembre fut tout proche de la normale. Décembre fut d'abord marqué par une petite vague de froid. Elle fut suivie d'une période de temps doux qui amena la moyenne mensuelle de la température à une valeur légèrement supérieur à la normale. D'autre part, aucune température mensuelle ne furent exceptionnelle. L'insolation a montré pour sa part un régime annuel assez irrégulier : seul le mois d'avril fut très excédentaire quant à la durée d'ensoleillement, les mois de mai, juillet, août et septembre 2002 furent nettement plus sombres que la normale, et les autres mois restèrent très proches des valeurs normales. Pour terminer le tour d'horizon de l'année 2002, il faut relever le contraste entre les quantités d'eau recueillie et le nombre de jours de précipitations. En effet, associé à l'excès de la quantité d'eau tombée sur l'année, on aurait pu s'attendre à un excès du nombre de jour de précipitations. Ce n'est pas le cas : à Uccle, le nombre de jours avec des précipitations mesurables s'éleva cette année à 196, pour une valeur normale de 203 jours.

En bref, l'année 2002 fut chaude et bien arrosée. On retiendra aussi qu'elle présenta à Uccle la même caractéristique que l'année précédente, à savoir un cumul d'eau annuel élevé mais un nombre de jours de précipitations très proche de la normale. On a revécu le scénario des années 1965 - 1966 où l'on enregistra également deux années consécutives très pluvieuses.

Tableau 5.1: Définitions des niveaux d'anormalité

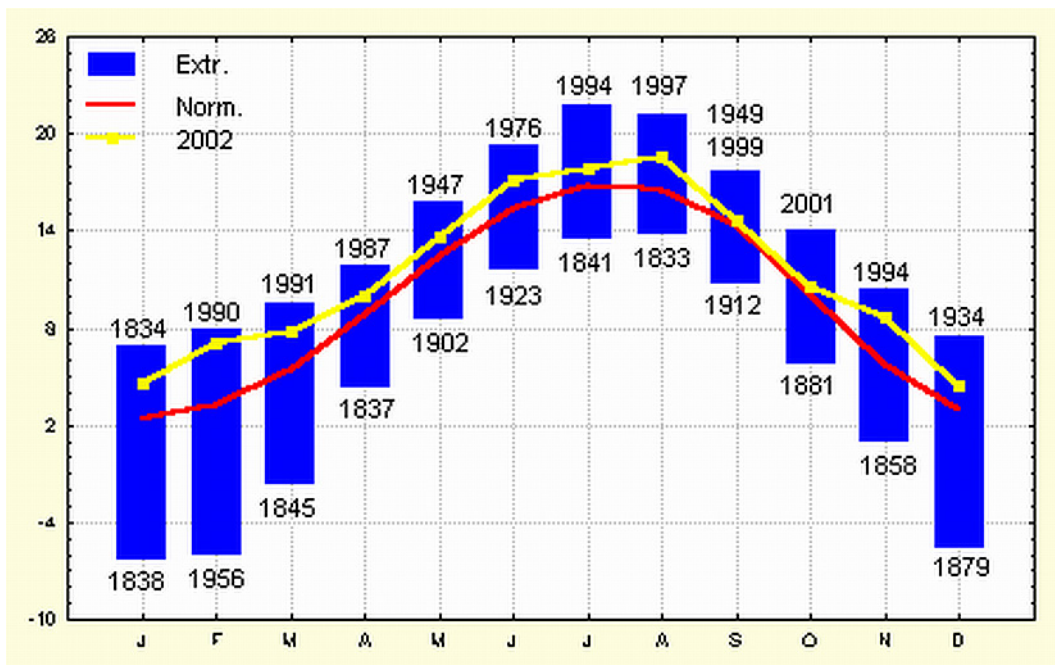
Niveaux d'anormalité		Phénomène égalé ou dépassé en moyenne une fois tous les
A	Anormal	6 ans
Ta	Très anormal	10 ans
E	Exceptionnel	30 ans
Te	Très exceptionnel	100 ans

Tabel 5.2: Waarden voor 2002 en normale waarden voor de verschillende meteorologische parameters gemeten te Ukkel

	2002	Normalen
Luchtdruk (herleid tot gemiddeld zeeniveau) (hPa)	1015,5	1015,6
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,4	3,6
Zonneschijnduur (h)	1480	1555
" Ware " gemiddelde temperatuur (°C)	11,2	9,8
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	14,7	13,5
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7,7	6,3
Absolute maximumtemperatuur (°C)	33,2	29,9
Absolute minimumtemperatuur (°C)	-7,0	-8,6
Aantal vorstdagen (min < 0°C)	26	52,6
Aantal winterse dagen (max < 0°C)	4	9,9
Aantal zomerse dagen (max ≥ 25°C)	14	21,3
Aantal hittedagen (max ≥ 30°C)	4	3,3
Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	81	82
Gemiddelde dampdruk (hPa)	11,1	10,3
Neerslagtotaal (mm)	1077,8	780,1
Aantal neerslagdagen (neerslag ≥ 0,1 mm)	196	203

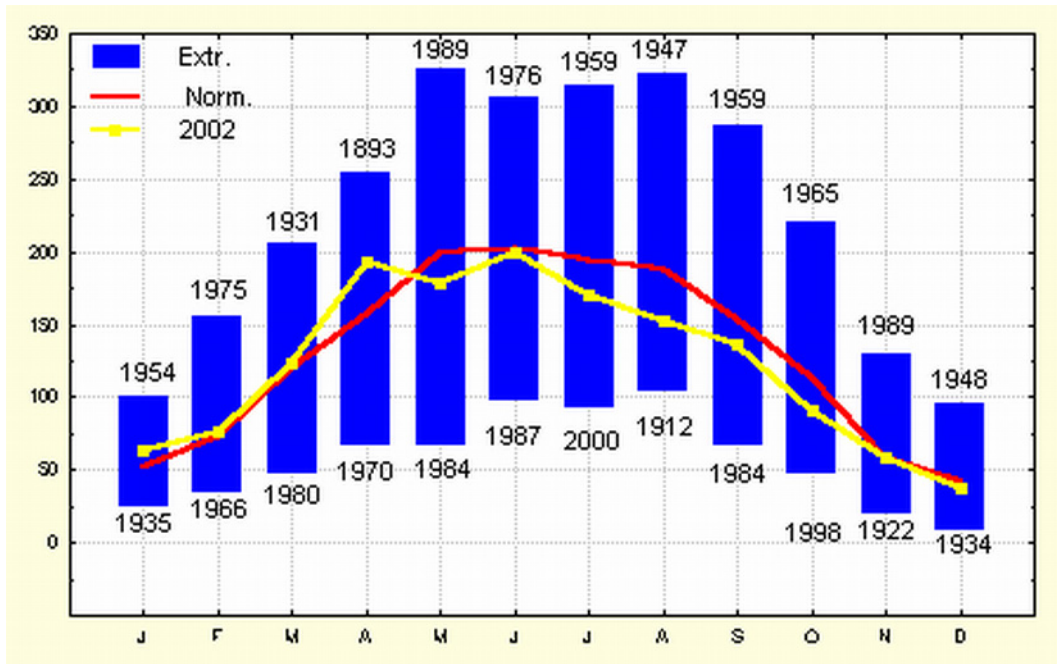
Tableau 5.2: Valeurs pour 2002 et normales de différents paramètres météorologiques mesurés à Uccle

	2002	Normales
Pression de l'air (réduite au niveau moyen de la mer) (hPa)	1015,5	1015,6
Vitesse moyenne du vent (m/s)	3,4	3,6
Durée d'insolation (h)	1480	1555
Température moyenne " vraie " (°C)	11,2	9,8
Température maximale moyenne (°C)	14,7	13,5
Température minimale moyenne (°C)	7,7	6,3
Température maximale absolue (°C)	33,2	29,9
Température minimale absolue (°C)	-7,0	-8,6
Nombre de jours de gel (min < 0°C)	26	52,6
Nombre de jours d'hiver (max < 0°C)	4	9,9
Nombre de jours d'été (max ≥ 25°C)	14	21,3
Nombre de jours de forte chaleur (max ≥ 30°C)	4	3,3
Humidité relative moyenne de l'air (%)	81	82
Tension de vapeur moyen (hPa)	11,1	10,3
Total des précipitations (mm)	1077,8	780,1
Nombre de jours de précipitations (précipitations ≥ 0,1 mm)	196	203



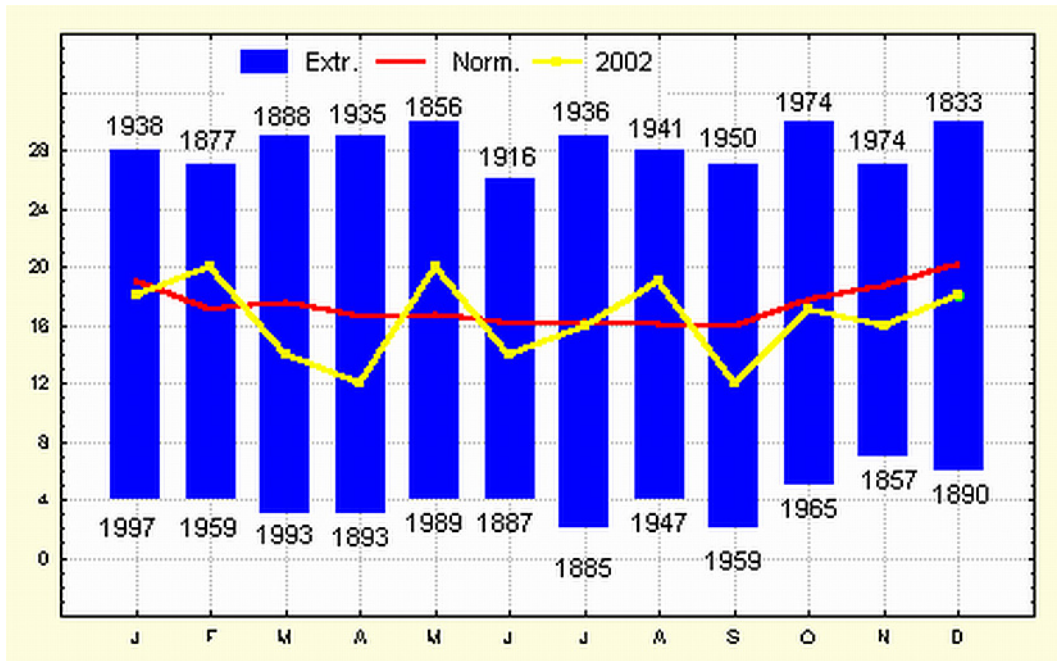
Figuur 5.1. Maandelijkse gemiddelde temperaturen te Ukkel(in °C).

Figure 5.1. Températures moyennes mensuelles à Uccle (à gauche, en °C).



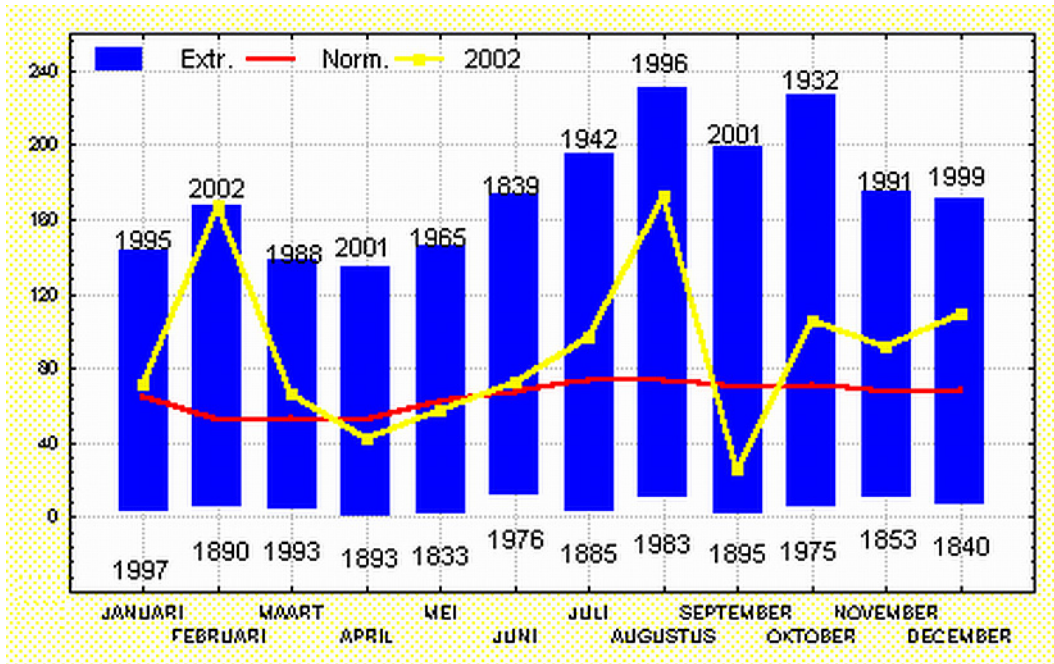
Figuur 5.2. Maandelijke zonneshijnduur te Ukkel (in uren).

Figure 5.2. Insolations mensuelles (à droite, en heures).



Figuur 5.3. Maandelijke aantal neerslagdagen te Ukkel (in dagen).

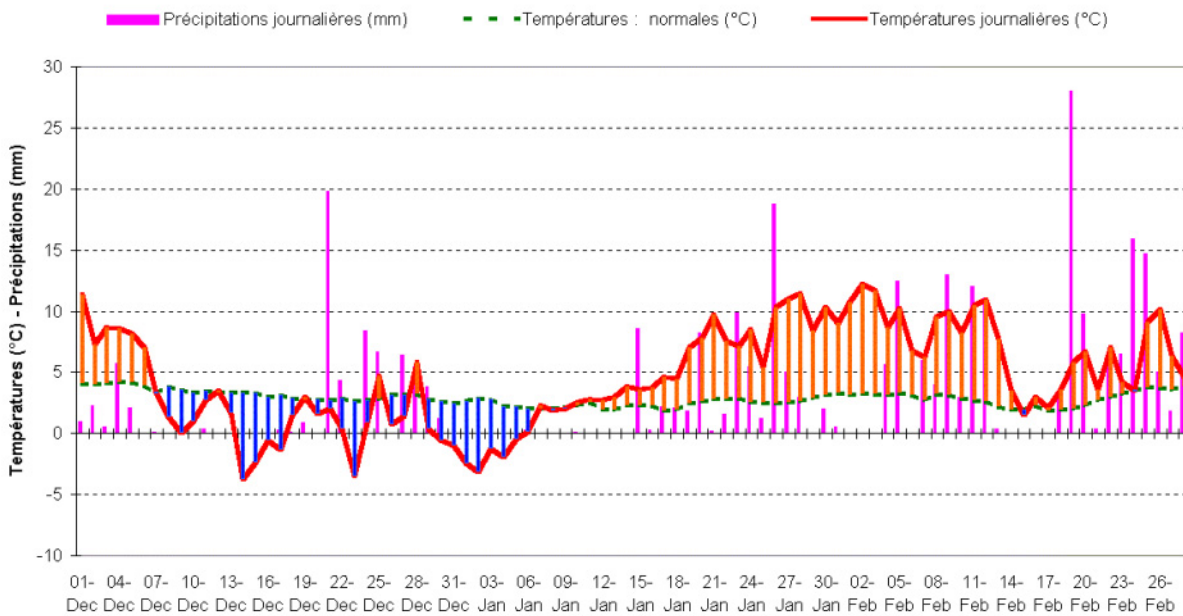
Figure 5.3. Nombres mensuels de jours de précipitations (à gauche, en jours).



Figuur 5.4. Maandelijke neerslag te Ukkel (in mm).

Figure 5.4. Précipitations mensuelles à Uccle (à droite, en mm).

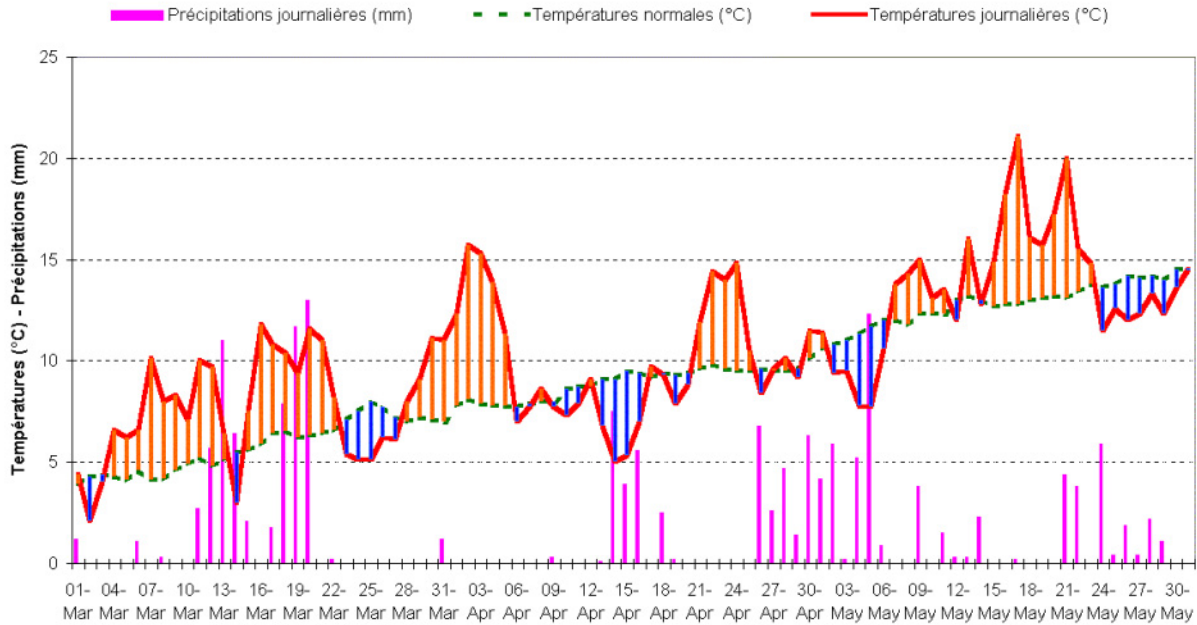
Températures (°C) et Précipitations (mm)



Figuur 5.5. Ukkel winter 2002.

Figure 5.5. Uccle hiver 2002.

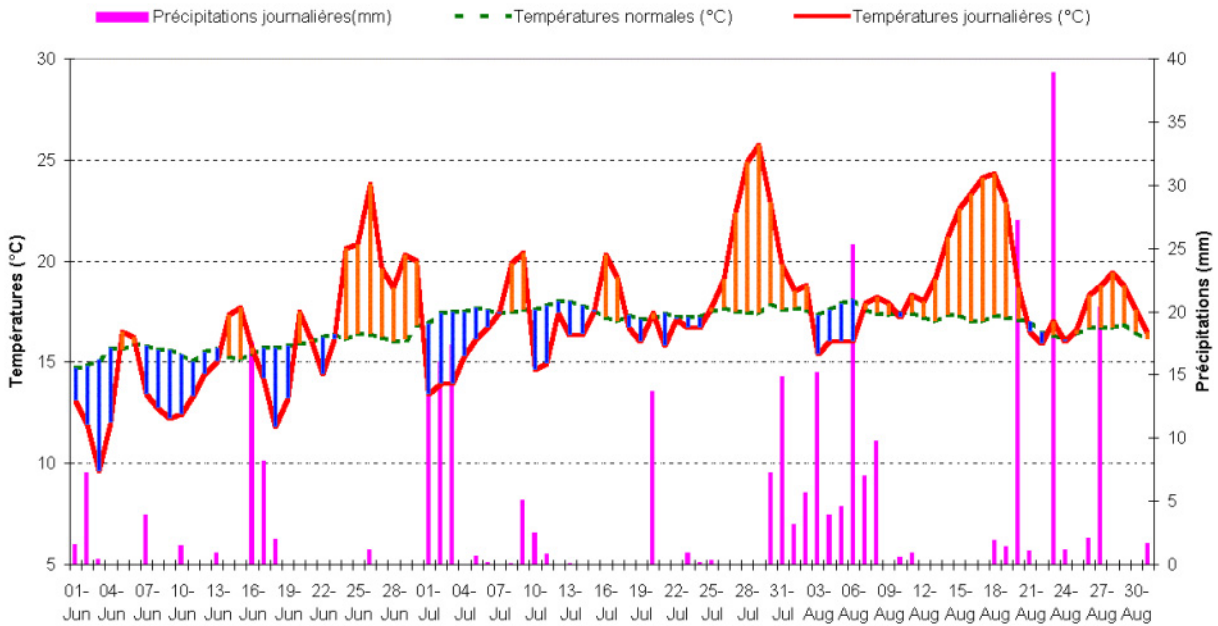
Températures (°C) et Précipitations (mm)



Figuur 5.6. Ukkel lente 2002.

Figure 5.6. Uccle printemps 2002.

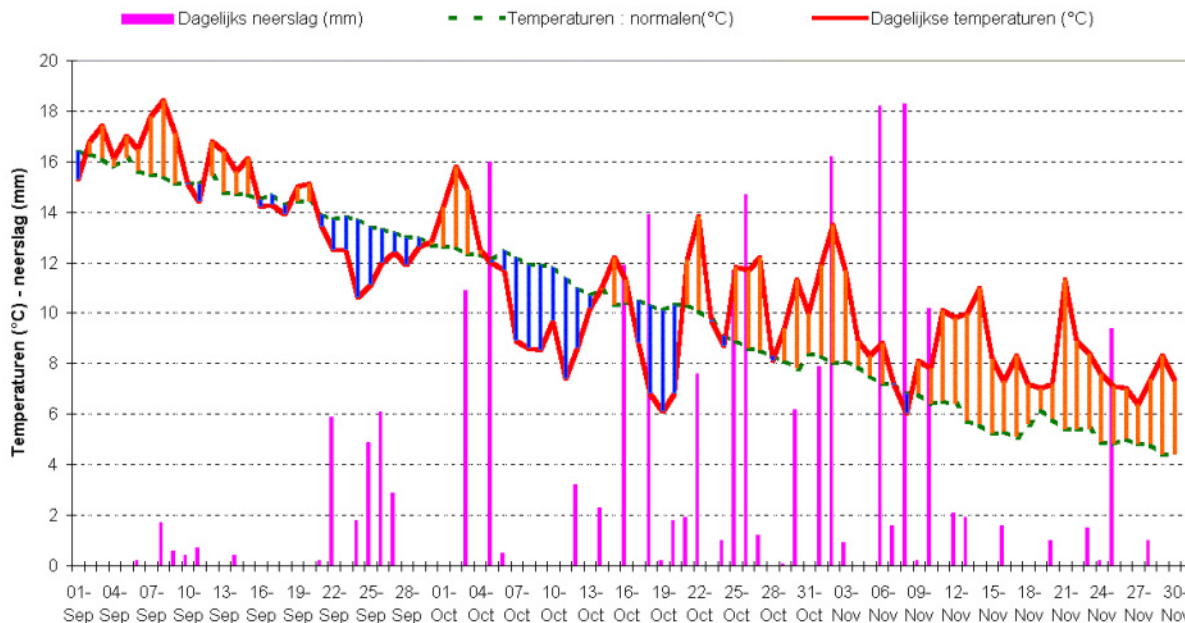
Températures (°C) et Précipitations (mm)



Figuur 5.7. Ukkel zomer 2002.

Figure 5.7. Uccle été 2002.

Temperaturen (°C) en Neerslag (mm)



Figuur 5.8. Ukkel herfst 2002.

Figure 5.8. Uccle automne 2002.

5.2 Onweer tijdens de zomer 2002 in België

Gedurende de zomer 2002, heeft men in juni 9 onweersdagen (op 3,4,5,10,14,15,18,19 en 20), juli 10 onweersdagen genoteerd (op 3, 9, 10, 11, 13, 17, 20, 21, 30 en 31 juli) en 16 dagen in augustus (de eerste 9 dagen, en op 18, 19, 20, 24, 26, 27 en 28 augustus). Het totaal aantal dagen voor deze drie maanden (35 dagen), ligt lichtjes hoger dan de gemiddelde waarde van 33,3 dagen voor deze zomer (zie Tabel 5.3). Een dergelijke frequentie mag als normaal beschouwd worden voor het zomerklimaat van ons land.

Tabel 5.3: Gemiddeld aantal onweersdagen in België

Januari	1,9
Februari	3,2
Maart	4,8
Aprit	7,5
Mei	11,9
Juni	11,5
Juli	10,6
Augustus	11,2
September	8,8

5.2 Les orages de l'été 2002 en Belgique

Durant l'été 2002, on a comptabilisé 9 jours d'orage en juin (les 3,4,5,10,14,15,18,19 et 20), 10 jours d'orage en juillet (les 3, 9, 10, 11, 13, 17, 20, 21, 30 et 31 du mois) et 16 jours en août (tous les jours du 1er au 9, les 18, 19, 20, 24, 26, 27 et 28 du mois). Le total sur les trois mois s'élève à 35 jours, c'est-à-dire une valeur légèrement supérieure à la valeur moyenne de 33,3 jours pour l'été (voir Tableau 5.3). Une telle fréquence peut être qualifiée de " normale " pour le climat estival de notre pays.

Tableau 5.3: Nombre de jours d'orage en moyenne en Belgique

Janvier	1,9
Février	3,2
Mars	4,8
Avril	7,5
Mai	11,9
Juin	11,5
Juillet	10,6
Août	11,2
Septembre	8,8

Tabel 5.3: Gemiddeld aantal onweersdagen in België

Oktober	4,8
November	2,7
December	1,9
Jaar	80,8

Tijdens een onweer kan de neerslag plaatselijk zeer overvloedig zijn. Zo zijn er, in de pluviometrische stations van het netwerk van het KMI, tijdens de maand juli van dit jaar verschillende dagwaarden van meer dan 40 mm (of l/m²) geregistreerd, ten gevolge van onweer. De hoogste waarden werden opgetekend in Beauvechain (99mm), Geeraardsbergen (104 mm) en Gomery (Virton) (115.8 mm).

Zoals men kon verwachten, ontsnapte de maand augustus dit jaar ook niet aan het onweer. Dit was in enkele gevallen de oorzaak van overstromingen. De onweders die woedden tijdens de nacht van 23 op 24 augustus en tijdens de ochtend van de 24ste waren, op neerslaggebied, uitzonderlijk hevig in het noorden en het centrum van het land.

Op dinsdag 27 augustus hebben zich nieuwe onweerskernen ontwikkeld die ontstaan zijn uit een geoccludeerd front dat gedurende verschillende uren bleef hangen boven het zuiden van het land. In Henegouwen, Waals-Brabant, Vlaams-Brabant, de streek van Namen en Hannuit viel plaatselijk zeer overvloedige regen.

Meer informatie kan bekomen worden op de website van het KMI, URL: <http://www.meteo.be/nederlands/index.php>.

Tableau 5.3: Nombre de jours d'orage en moyenne en Belgique

Octobre	4,8
Novembre	2,7
Décembre	1,9
Année	80,8

A l'occasion d'orages, les précipitations peuvent être localement très abondantes. C'est ainsi qu'au mois de juillet de cette année, plusieurs cotes journalières de plus de 40 mm (ou l/m²) ont été enregistrées, à la suite d'orages, dans des stations pluviométriques du réseau climatologique belge géré par l'IRM. Les cotes les plus élevées sont enregistrées à Beauvechain (99 mm), Geeraardsbergen (104 mm) et Gomery (Virton) (115.8 mm).

Comme on pouvait s'y attendre, le mois d'août n'a pas non plus échappé cette année aux orages. Ceux-ci furent parfois à l'origine d'inondations. Les orages qui ont sévi au cours de la nuit du 23 au 24 août et dans la matinée du 24 ont été particulièrement intenses du point de vue des précipitations dans plusieurs régions du nord et du centre du pays.

Le mardi 27 août, de nouveaux foyers orageux se sont développés dans un front occlus qui a stationné pendant plusieurs heures sur le sud de notre pays. Dans le Hainaut, le Brabant wallon, le Brabant flamand, le namurois et la région de Hannut, des pluies localement très abondantes se sont encore produites.

Publicaties in internationale magazines (met leetuurcomité) / Publications dans des revues internationales (avec comité de lecture)

- Alecu, A., Munteanu, A., Schelkens, P., Cornelis, J. & Dewitte, S. 2002. Wavelet-based L-infinite scalable coding - IEE Electronics Letters, Vol. 38, No. 22: 1338-1340.
- Bertrand, C., M.F. Loutre & A. Berger. 2002. High frequency variations of the Earth's orbital parameters and climate change. - Geophysical Research Letters, Vol. 29(18), 1893, 10.1029/2002GL015622.
- Bertrand, C., M.F. Loutre, M. Crucifix & A. Berger. 2002. Climate of the last millennium: a sensitivity study. - Tellus, 54A: 221-244.
- Bertrand, C., J-P. van Ypersele & A. Berger. 2002. Are natural climate forcings able to counteract the projected anthropogenic global warming ? - Climatic Change, 55: 413-427.
- Bertrand, C. & J-P van Ypersele. 2002. Transient climate simulation forced by natural and anthropogenic climate forcings. - International Journal of Climatology, 22: 623-648.
- Brasseur, O., Gallée, H., Boyen, H. & Tricot, C. 2002. Reply on Comments on " Development and application of a physical approach to estimating wind gusts " - Mon. Wea. Rev., 130: 1936-1942.
- Chomé, F., Vannitsem, S., Nicolis, C. 2002. Intrinsic dynamics of the ETA regional model: role of the domain size. - Meteorologische Zeitschrift, Vol. 11, No. 6: 403 - 408
- Chomé, F. & Nicolis, C. 2002. Dynamics, statistics and predictability of fine-scale and coarse-grained fields in a variable resolution system: a case study. - Chaos, Solitons and Fractals, 13: 1063-1076.
- Clerbaux, N., Dewitte, S., Gonzalez, L, Bertrand, C, Nicula, B. & Ipe A. 2002. Outgoing longwave flux estimation: improvement of angular modelling using spectral information. - Remote Sensing of Environment, 85: 389-395.
- Demarée, G.R., Lachaert, P.-J., Verhoeve, T. & Thoen, E. 2002. The long-term daily central Belgium Temperature (CBT) Time-Series (1767-1998) and early instrumental meteorological Observations in Belgium. - Climatic Change, 53: p. 269-293.
- Dewitte, S., Crommelynck, D., Chevalier, A. & Joukoff, A. 2002. Total solar irradiance observations from DIARAD/ VIRGO, submitted to Journal of Geophysical Research, 2002.
- Gellens, D. 2002. Combining regional approach and data extension procedure for assessing GEV distribution of extreme precipitation in Belgium. - Journal of Hydrology, 268: 113 - 126
- Jodogne J.-C. & Stankov S.M., 2002. Ionosphere-plasmasphere response to geomagnetic storms studied with the RMI-Dourbes comprehensive database. - Annals of Geophysics, vol. 5, pp. 629-647.
- Lait, L.R., M.R. Schoeberl, P.A. Newman, T. McGee, J. Burris, E.V. Browell, E. Richard, G.O. Braathen, B.R. Bojkov, F. Goutail, P. von der Gathen, E. Kyrö, G. Vaughan, H. Kelder, S. Kirkwood, P. Woods, V. Dorokhov, I. Zaitceev, Z. Lytinska, A. Benesova, P. Srivankova, H. De Backer, J. Davies, T. Jorgensen & I.S. Mikkelsen. 2002. Ozone loss from quasie-conservative coordinate mapping during the 1999-2000 SOLVE/THESEO campaign, DOI 10.1029/2001JD000988 - J. Geophys. Res.
- Nicolis, G., Balakrishnan, V. & Nicolis, C. 2002. Moment evolution and level crossing statistics in dichotomous and multi-level flows with time-dependent control parameters. - Phys. Rev., E, 65, 051109: 1-13.
- Nicolis, C. 2002. Irreversible thermodynamics of a simple atmospheric model. - Int. J. Bifurcation and Chaos, 12: 2557-2566.

- Randall, C.E., Lumpe, J.D., Bevilacqua, R.M., Hoppel, K.W., Fromm, M.D., Salawitch, R.J., Swartz, W.H., Lloyd, S.A., Kyrö, E., von der Gathen, P., Claude, H., Davies, J., De Backer, H., Dier, H., Mikkelsen, I.B., Molyneux, M.J. & Sancho, J. 2002. Construction of 3D ozone fields using POAM III during SOLVE, 10.1029/2001JD000471 - J. Geophys. Res.
- Rex, Markus, R.J. Salawitch, N.R.P. Harris, P. von der Gathen, G.O. Braathen A. Schulz, H. Deckelman, M. Chipperfield, B.M. Sinnhuber, E. Reimer, R. Alfier, R. Bevilacqua, K. Hoppel, M. Fromm, J. Lumpe, H. Küllmann, A. Kleinböhl, H. Bremer, M. von König, K. Künzi, D. Toohey, H. Vömel, E. Richard, K. Aikin, H. Jost, J.B. Greenblatt, M. Loewenstein, J.R. Podolske, C.R. Webster, G.J. Flesch, D.C. Scott, R.L. Herman, J.W. Elkins, E.A. Ray, F.L. Moore, D.F. Hurst, P. Romashkin, G.C. TOON, B. Sen, J.J. Margitan, P. Wennberg, R. Neuber, M. Allaart, B.R. Bojkov, H. Claude, J. Davies, W. Davies, H. De Backer, H. Dier, V. Dorokhov, H. Fast, Y. Kondo, E. Kyrö. Z. Litynska, I.S. Mikkelsen, M.J. Molyneux, E. Moran, T. Nagai, H. Nakane, C. Parrondo, F. Ravegnani, P. Skrivankova, P. Viatte, & V. Yushkov. 2002. Chemical depletion of Arctic ozone in winter 1999/2000, DOI 10.1029/2001JD000533 - J. Geophys. Res.
- Schmitt, F. & Nicolis, C. 2002. Scaling of return times for a high resolution rainfall time series. - Fractals, 10: 285-290.
- Sneyers, R. 2002. La Climatologie, Science ou Littérature? Un historique du développement de la recherche en climatologie. La météorologie. - Revue de la Société Météorologique de France, Vol 8, No. 39: 54 - 61
- Vannitsem, S. & Toth, Z. 2002. Short-term dynamics of model errors. - J. Atmos. Sci., 59: 2594-2604.

Publicaties in Belgische magazines (met lectorcomité) / Publications dans des revues belges (avec comité de lecture)

- Polder, Caroline, H. Van Rompay, H. De Backer, G. Tilborghs & J. Van Laer. 2002. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2002, 2.15 Aantasting van de ozonlaag, Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.vmm.be>.
- Polder, Caroline, H. De Backer, G. Tilborghs & J. Van Laer. 2002. Aantasting van de ozonlaag, Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen, MIRA-T 2002, eindredactie M. Van Steertegem, VMM en Garant uitgever, 241-248.

Publicaties van het KMI (met lectorcomité) / Publications de l'IRM (avec comité de lecture)

- De Meyer, F. 2002. An equivalent layer magnetization model for Belgium, Koninklijk Meteorologisch Instituut, Wetenschappelijke en technische publicatie nr. 18, 37 p
- De Meyer, F. 2002. A response model for the sunspot cycle, Koninklijk Meteorologisch Instituut, Wetenschappelijke en technische publicatie nr. 21, 19 p
- De Meyer, F. 2002. Dipole representation of the Earth's main magnetic field, Koninklijk Meteorologisch Instituut, Wetenschappelijke en technische publicatie nr. 22, 34 p.
- Vannitsem, S., Chomé, F. & Nicolis, C. 2002. Dynamics and predictability of the regional Eta model, Publication Scientifique et Technique, no 24, IRM, 20p.

Proceedings

- Alin Alecu, Adrian Munteanu, Peter Schelkens, Jan Cornelis & Steven Dewitte. 2002. Embedded Linf-constrained compression of remote sensing data, Proceedings of IEEE Benelux Signal Processing Symposium, pp. 85-88.
- Alin Alecu, Adrian Munteanu, Peter Schelkens, Jan Cornelis & Steven Dewitte. 2002. Wavelet-based Fixed and Embedded L-Infinite-Constrained Coding, Proceedings of IEEE International Conference on Digital Signal Processing, pp. 509-512.
- Clerbaux, N., S. Dewitte, C. Bertrand, A. Ipe, L. Gonzalez & B. Nicula. 2002. Regional bias in the OLR estimated from the geostationary orbit, Proceedings of the EUMETSAT users conference.

- De Backer, Hugo & A. Delcloo. 2002. Seasonal trends at Uccle in the Upper Troposphere and Lower Stratosphere, Abstract EGS02-A-04268, OA21-15H5P-077, at the EGS XXVII General Assembly, Nice, France.
- De Backer, Hugo & A. Delcloo. 2002. Study of Tropospheric ozone in Uccle, based on balloon soundings, Transport and Chemical Transformation in the Troposphere, CDROM with Proceedings from the EUROTRAC-2 symposium, P.M. Midgley and M. Reuther (Eds.), Margraf Verlag, Weikersheim, ISBN 3-8236-1385-5.
- Dewitte, S., B. Nicula & N. Clerbaux. 2002. Homogenisation of reflected solar fluxes in the Climate Monitoring SAF, Proceedings of the EUMETSAT users conference.
- Dewitte, S., B. Nicula & N. Clerbaux. 2002. Comparison of satellite measurements of the monthly mean diurnal cycle of radiative fluxes at the top of the atmosphere over Europe and Africa, European conference of applied climatology.
- Gérard, L. "Coherent treatment of deep convection prognostic cloud water and cloud fraction at high resolutions in Aladin", 12th Aladin Workshop, Medulin (Croatia), June 2002.
- Hanton, P., Gellens-Meulenberghs, F., Keller, T., Portmann, F., Debal, F. & Arboleda, A. 2002. Assessment of the algorithms of Land SAF evapotranspiration and soil moisture products with in situ observations. To be published in the Proceedings of the 2002 EUMETSAT LSA SAF Workshop, Lisbon, Portugal, 8-10 July 2002, 8 pp.
- Ipe, A., C. Bertrand, N. Clerbaux, S. Dewitte, L. Gonzalez & B. Nicula. 2002. Validation and homogenization of cloud properties retrievals for RMIB GERB/SEVIRI scene identification, Proceedings of SPIE, Vol. 4882, pp. 29 - 39.
- Jodogne J.-C. & Stankov S.M. 2002. Estimation of ionospheric profilers as reconstruction tools. Proceedings of the XXVII URSI General Assembly, Maastricht 17-24 August 2002, The Netherlands, pp.1106-1110.
- Keller, T., Gellens-Meulenberghs, F., Portmann, F., Hanton, P., Debal, F. & Arboleda, A. 2002. Soil moisture and evapotranspiration Land SAF products. To be published in the Proceedings of the 2002 EUMETSAT LSA SAF Workshop, Lisbon, Portugal, 8-10 July 2002, 8 pp.
- Ipe, A., C. Bertrand, N. Clerbaux, S. Dewitte, L. Gonzalez & B. Nicula. 2002. Validation and homogenization of cloud properties retrievals for RMIB GERB/SEVIRI scene identification, Proceedings of SPIE, Vol. 4882, pp. 29 - 39.
- Nebdi, H., Jodogne, J.C. & Delcourt, J. J. 2002. Qualitative study of the seasonal behaviour of the ionosphere's D region from 3 years of VLF-LF signals monitoring - Proceedings of the XXVIIth General Assembly of the International Union of Radio Science, 17-24 August, Maastricht.
- Nebdi, H., Jodogne, J. C., Crabbé, M. & Malcorps, H. 2002. On the identification of new phenomena observed on SAFIR system measurements - 2002 SAFIR Workshop, 16-18 September, Budapest
- Nicula, B., S. Dewitte & N. Clerbaux. 2002. CM-SAF high resolution radiation budget products, Proceedings of International symposium on remote sensing, SPIE, Vol. 4882.
- Rex, Marcus, M. Allaart, M. Alpers, B. Bojkov, G. Braathen, J. Cisneros, H. Claude, J. Davies, W. Davies, H. De Backer, H. Dier, V. Dorokhov, H. Fast, P. von der gathen, S. Godin, B. Johnson, Y. Kondo, E. Kyrö, Z. Litynska, I.S Mikkelsen, M. Molyneux, E. Moran, G. Murphy, T. Nagal, H. Nakane, C. Parrondo, F. Ravegnani, F. Schmidlin, P. Skrivankova, C. Varotsos, C. Vialle, P. Viatte, V. Yushkov & C. Zerefos. 2002. The relative importance of chemical versus dynamical processes for the springtime total ozone column in the Arctic, Abstract EGS02-A-05896, ST4 02-1YU5P-038, at the EGS XXVII General Assembly, Nice, France.
- Roulin, E. 2002. Statistical correction applied to a water-balance model for the Meuse. In: E.E. van Loon and P. A. Troch (eds.). Final Report of the DAUFIN project, Wageningen University, The Netherlands, pp. 113-129.
- Stankov S.M., Warnant R. & Jodogne J.-C. 2002. Operational Model for real-time reconstruction of the electron density profile using GPS TEC measurements. Proceedings of the XXVII URSI General Assembly, Maastricht 17-24 August 2002, The Netherlands, pp.1571-1575.
- Termonia, P. "Interpolation of Coupling Data: a Perturbative Approach", 12th ALADIN workshop on Scientific development and operational exploitation of ALADIN model, Medulin (Croatia), June 2002.
- Termonia, P. "Using ALADIN to forecast meteorological conditions that are extremely unfavorable for the dispersion of pollution", 12th ALADIN workshop on Scientific development and operational exploitation of ALADIN model, Medulin (Croatia), June 2002.

- Toth, Z. & Vannitsem, S. 2002. Model error and ensemble forecasting, Proceedings of the 8th ECMWF Workshop on Meteorological Operational Systems, Reading, UK, 146-154.
- Warnant R., Stankov S., Jodogne J.-C. & Nebdi H. 2002. The monitoring of the ionospheric activity using GPS measurements. Proceedings of the COST 271 Workshop, Faro 2-4 October 2002, Portugal.

Interne rapporten / Rapports internes

- Fontaine, F., Tricot, C. 2002. Caractérisation régionale des conditions météorologiques en Région wallonne pour les études d'incidence et de risque dans le domaine de la pollution de l'air. Rapport final de la convention IRMA, A.B.12.02, 2000/14401, avec le Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (avril 2001 - mars 2002), pp. 131 + annexes.
- Fontaine, F., Tricot, C. 2002. Caractérisation régionale des conditions météorologiques en Région wallonne pour les études d'incidence et de risque dans le domaine de la pollution de l'air (avenant). Rapport final de l'avenant à la convention IRMA, A.B.12.02, 2001/14468, avec le Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (avril 2002 - août 2002), pp. 75 + annexes.
- Radnoti, G. & Termonia, P. 2002. "Report of a Feasibility Study of the Phase-Angle Method", ALADIN-report of an invited two-month stay for a young researcher at the Hungarian Meteorological Service (not an RMI publication), 105 pages.
- Roulin, E. 2002. Data assimilation in SCHEME. Contribution to the final report of the project DAUFIN "Data assimilation within an unifying framework for improved river basin water resources management", 5th Framework Program of the European Community (Evk1-ct-1999-00022), 19 pp.
- Roulin, E. & Arboleda, A. 2002. Integrated modelling of the hydrological cycle in relation to global climate change. The Scheldt River Basin. Complement to the final report of the project CG/34/08A in the framework of the " Global change and sustainable development " program of the Belgian Federal Services of Scientific, Technical and Cultural Affairs, 45 pp.

Conferenties tweede semester 2002 / Conférences second semestre 2002

- Mercredi 11 septembre - René LEMOINE - IRM, Département Observations, Section Stations d'observation - Etude des maxima secondaires dans les profils d'ozone stratosphérique.
- Mercredi 25 septembre - Cathy NICOLIS et Stéphane VANNITSEM - IRM, Département Recherche Météorologique et Développement, Section Météorologie et Climatologie dynamiques - Chaos and Meteorology.
- Mercredi 16 octobre - Alex DECKMYN - IRM, Département Recherche Météorologique et Développement, Section Modélisations hydro-météorologiques - "In principio..." Conditions initiales d'un modèle numérique de prévision.
- Mercredi 30 octobre - Cédric BERTRAND - IRM, Département Observations, Section Télédétection à partir de l'espace - Comparaison entre flux radiatifs : modèle (ALADIN) versus observations (GERB).
- Mercredi 6 novembre - Henk SCHETS - IRM, Département Observations, Section Stations d'observation - Validation d'ENVISAT-1 à l'IRM: études préparatoires et premiers résultats.
- 12 novembre - 15 novembre - European Conference on Applied Climatology (ECAC 2002) More Security through Knowledge.
- Mercredi 20 novembre - Roger VANLIERDE - IRM, Département Traitement de l'information, Section Gestion des données - Implémentation et fonctionnement du RMDCN.
- Mercredi 27 novembre - Daniel GELLENS - IRM, Département Traitement de l'Information, Section infrastructure informatique et télécommunications - Une approche régionale des courbes Intensité-Durée-Fréquence des précipitations extrêmes.

Lijst van Afkortingen **7** Liste des Accronymes et Abréviations

AARCH	Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage
ALADIN	Aire Limitée Adaptation dynamique Développement INternational
AOD	Aerosol Optical Density
ARPEGE	Modèle Global de Météo-France
AWZ	Administratie Waterwegen en Zeewezen
CELINE	Cellule Interrégionale de l'Environnement
CEGES	Centre d'Etudes et de Documentation Guerre et Sociétés Contemporaines
CEPMMT	Centre Européen de Prévisions Météorologiques à Moyen Terme, Reading, Royaume-Uni
CGCCR	Centre de Crise du Gouvernement
COST	Coopération Scientifique et Technique
DIARAD	Differential Absolute Radiometer
DISSCO	Document management Integrated System for Scientific Organisations
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECMWF	Ö CEPMMT
EMMA	European Multiservice Meteorological Awareness system
EUMETSAT	European Meteorological Satellites
EMMA	European Multiservice Meteorological Awareness system
ENVISAT	Environmental Satellite
ETA	désigne le modèle américain à aire limitée
GERB	Geostationary Earth Radiation Budget
GOMOS	Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars
HIC	Centre d'Information Hydrologique
IBGE	Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement
IDF	Intensité - Durée - Fréquence
IGN	Institut Géographique National
INTERMAGNET	International Real-time Magnetic Observatory Network
IRM	Institut Royal Météorologique de Belgique
IRMB	Integrated Runoff Model Bultot
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
Met. Office	Service météorologique du Royaume-Uni

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
NSSL	National Severe Storms Laboratory
OMS Zeebrugge	Station de météorologie marine de Zeebrugge/Oceanografisch en Meteorologisch Station te Zeebrugge
RTL-TVi	Radio Télévision Luxembourgeoise
SAF	Satellite Applications Facilities
SAFIR	Surveillance des orages et Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique
SAF-Land	SAF s'occupant des bilans d'énergie en surface (sur Terre)
SAT	Site Acceptance Test
SCHEME	Schelde + Meuse
SCIAMACHY	Scanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmospheric CHartography
SEVIRI	Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager
SOHO	Solar and Heliospheric Observatory
SOLCON	Solar Constant
SOMA	Studie- en Documentatiecentrum Oorlog en Hedendaagse Maatschappij
SOVAP	Solar Variability Picard
SOVIM	Solar Variability and Irradiance Monitor
SSTC	Services fédéraux des affaires Scientifiques Techniques et Culturelles
UIA	Universitaire Instelling Antwerpen
UKMO	UK Meteorological Office
ULB	Université Libre de Bruxelles
WMO	Wereld Meteorologische Organisatie
WOUDC	World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre