

2006 Rapport annuel Jaarverslag



Institut Royal Météorologique de Belgique
Koninklijk Meteorologisch Instituut van België



Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
Ringlaan 3, B-1180 Brussel

Institut Royal Météorologique de Belgique
Avenue Circulaire 3, B-1180 Bruxelles

Tel.: 32(0)2.373.0611
Fax.:32(0)2.375.1259

Dr. H. Malcorps - Éditeur responsable - Verantwoordelijke uitgever
ISSN/1377-2406

Inhoudstafel

Voorwoord	1
1 Meer veiligheid door kennis over weer, klimaat en geofysica	3
1.1 Waarschuwingen voor gevaarlijk weer boven land en zee	3
1.1.1 Kwaliteitscontrole van de waarschuwingen	3
1.1.2 Verbetering waarschuwingen voor gevaarlijk weer	9
1.1.3 Ontwikkeling van een niet-hydrostatisch limited area model	11
1.1.4 Verbeteren voorspellingen op korte termijn door gebruik nieuwe satellieten	14
1.1.5 Waarschuwingen in verband met het milieu	16
1.2 Uitbreiden van de kennis over het klimaat	20
1.2.1 Klimaat en straling	20
1.2.1.1 SAF ozon: validatie ozonprofielen	20
1.2.1.2 Monitoring van de zonneconstante	21
1.2.1.3 Monitoring van de zonnestraling te Ukkel en de energiebalans van de aarde	23
1.2.1.4 Analyse van waterdampwaarnemingen	27
1.2.2 Schatting van de evapotranspiratie in Europa	28
1.2.3 Klimaat en geofysica	31
1.2.3.1 Diepe interne aarde	31
1.2.3.2 Omgevingsmagnetisme	31
1.2.4 Extremen en klimaat	32
1.2.4.1 Impact van de klimaatveranderingen op de hydrologische extremen	32
1.2.4.2 Fundamentele aanpak van de extreme gebeurtenissen	33
1.3 Onderzoek naar de variabiliteit en voorspelbaarheid van het weer en het klimaat	35
1.3.1 Controle van de fouten op de voorspellingen: dynamische basis voor de MOS	35
1.3.2 Toepassing op atmosferische modellen	36
1.4 Uitbreiden en verbeteren van waarnemingssystemen	37
1.4.1 Waarnemingen voor meteorologische voorspellingen en waarschuwingen	37
1.4.2 Waarnemingen voor klimaatsveranderingen	41
1.4.3 Waarnemingen voor milieawaarschuwingen	45
1.4.4 Waarnemingen voor geofysische waarschuwingen	46
1.5 Verbeteren kwaliteit van de metingen van waarnemingssystemen	48
2 Verbeteren en uitbreiden van de producten en diensten aan de gebruikersgroepen	53
2.1 Verbeteren van producten en diensten	53
2.1.1 Text-to-speech	53
2.1.2 Herziening van de winddata	54
2.1.3 Rampenfonds	55
2.1.4 Magnetische metingen ten bate van de luchtvaart	56
2.1.5 Verbeteren van het beheer van de gegevensbanken	57
2.1.6 Verbeteren van de informatica-infrastructuur	57
2.2 Ontwikkelen van gebruikersgeoriënteerde producten en diensten	58
2.2.1 Hogeresolutieproducten van het ECMWF	58
2.2.2 Wateroverlast voorspellen	59
2.2.3 Confederatie Bouw	59
2.2.4 MeteoQuiz	60

2.3	Vergemakkelijken van de toegang tot de informatie	61
2.3.1	Externe gebruikers	61
2.3.2	Interne gebruikers	63
3	Bijdragen tot de internationale uitstraling van België	65
3.1	Demonstratie van AUTODIF op de IAGA workshop in Belsk (Polen)	65
3.2	Solar Impulse	66
3.3	EUMETSAT	67
3.4	Relaties met China	68
3.5	Centre National d'Etudes Spatiales (CNES -Nationaal Ruimteagentschap van Frankrijk)	68
4	Modernisering van het Management	69
4.1	Verbetering en uitbreiding van het management-information system	69
4.1.1	Workflow-systeem	70
4.1.2	DISSCO en Wiki	71
4.2	Veiligheid en preventie	72
5	Klimatologisch Overzicht van het Jaar 2006.	73
5.1	Een zéér warme tweede trimester	73
6	Wetenschappelijke Raad, Beheerscommissie en Commissie voor Werving en Bevordering van het KMI	81
6.1	Wetenschappelijke Raad	81
6.2	Beheerscommissie	81
6.3	Commissie voor Werving en Bevordering	82
7	Wetenschappelijke Publicaties en Conferenties	83
7.1	Publicaties met leetuurcomité	83
7.2	Proceedings	84
7.3	Boeken	85
7.4	Interne en externe rapporten	86
7.5	Abstracts van conferenties of van posters	86
7.6	Conferenties en posters zonder abstract	87
7.7	Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat	87
7.8	Adviezen voor het Rampenfonds	87
8	Lijst van Acroniemen en Afkortingen	91

Table des Matières

Préface	1
1 Plus de sécurité par la connaissance du temps, du climat et de la géophysique	3
1.1 Avertissements en cas de conditions météorologiques dangereuses sur terre et sur mer	3
1.1.1 Contrôle de qualité des avertissements	3
1.1.2 Amélioration des avertissements relatifs aux conditions météorologiques dangereuses	9
1.1.3 Développement d'un modèle non hydrostatique à aire limitée	11
1.1.4 Améliorations des prévisions à courte échéance à l'aide des nouveaux satellites	14
1.1.5 Avertissements liés aux conditions environnementales	16
1.2 Élargissement de la connaissance du climat	20
1.2.1 Climat et rayonnement	20
1.2.1.1 SAF ozone: validation de profils d'ozone	20
1.2.1.2 Rayonnement solaire incident	21
1.2.1.3 Rayonnement solaire à Uccle et bilan radiatif de la Terre	23
1.2.1.4 Analyse des données d'humidité	27
1.2.2 Estimation de l'évapotranspiration en Europe	28
1.2.3 Climat et géophysique	31
1.2.3.1 Terre interne profonde	31
1.2.3.2 Magnétisme environnemental	31
1.2.4 Extrêmes et climat	32
1.2.4.1 Impact des changements climatiques sur les extrêmes hydrologiques	32
1.2.4.2 Approche fondamentale des événements extrêmes	33
1.3 Recherches sur la variabilité et la prévisibilité du temps et du climat	35
1.3.1 Contrôle de l'erreur de prévision: bases dynamiques de la méthode MOS	35
1.3.2 Application sur des modèles atmosphériques	36
1.4 Extension et amélioration des systèmes d'observation	37
1.4.1 Observations pour les prévisions et les avertissements météorologiques	37
1.4.2 Observations pour les changements climatiques	41
1.4.3 Mesures pour les avertissements environnementaux	45
1.4.4 Observations pour les avertissements géophysiques	46
1.5 Amélioration de la qualité des mesures des systèmes d'observation	48
2 Amélioration et Élargissement des Produits et Services pour les Groupes d'Utilisateurs	53
2.1 Amélioration des produits et des services	53
2.1.1 Text-to-speech	53
2.1.2 Révision des données de vent	54
2.1.3 Fonds des calamités	55
2.1.4 Mesures magnétiques pour l'aéronautique	56
2.1.5 Amélioration de la gestion de la banque de données	57
2.1.6 Amélioration de l'infrastructure informatique	57
2.2 Développement de produits et de services orientés vers les utilisateurs	58
2.2.1 Produits haute résolution de l'ECMWF	58
2.2.2 Prévisions d'inondations	59
2.2.3 Confédération de la construction	59
2.2.4 MeteoQuiz	60

2.3	La simplification de l'accès à l'information.	61
2.3.1	Usagers externes	61
2.3.2	Usagers internes	63
3	Contribution au Rayonnement international de la Belgique	65
3.1	Démonstration d'AUTODIF au workshop IAGA à Belsk (Pologne)	65
3.2	Solar Impulse	66
3.3	EUMETSAT	67
3.4	Relations avec la Chine	68
3.5	Centre National d'Etudes Spatiales (CNES -agence spatiale nationale française)	68
4	Modernisation du Management	69
4.1	Amélioration et élargissement du système d'information-management.	69
4.1.1	Système workflow	70
4.1.2	DISSCO et Wiki	71
4.2	Sécurité et prévention	72
5	Résumé Climatologique de l'Année 2006	73
5.1	Un second trimestre très chaud	73
6	Conseil scientifique, Commission de Gestion et Jury de Recrutement et de Promotion de l'IRM	81
6.1	Conseil scientifique	81
6.2	Commission de Gestion	81
6.3	Jury de Recrutement et de Promotion	82
7	Publications Scientifiques et Conférences	83
7.1	Publications avec comité de lecture.	83
7.2	Proceedings	84
7.3	Livres	85
7.4	Rapports internes et externes	86
7.5	Abstracts de conférences ou posters	86
7.6	Conférences et posters sans abstract	87
7.7	Thèses de doctorat	87
7.8	Avis pour le Fonds des calamités	87
8	Liste des Acronymes et Abréviations	91

Lijst van Figuren

Figuur 1.1. Op 1 oktober 2006 trokken enkele zeer hevige onweerscellen - zogenaamde supercellen - van zuidwest naar noordoost door ons land. De figuur toont de verdeling van het aantal ontladingen in 6 perioden van 4 uur tussen 22 uur op 30 september en 22 uur op 1 oktober. Let op het lokale karakter van deze onweerscellen.	6
Figuur 1.2. Hoeveelheid neerslag over 24 uur (tussen 13 augustus om 8 uur en 14 augustus om 8 uur) geschat door de radar in Zaventem. De neerslag wordt aangeduid in mm volgens de kleurschaal rechts van de figuur. Langsheen een deel van de kuststreek geeft de radar zeer plaatselijk hoeveelheden tussen 50 en 70 mm.	9
Figuur 1.3. Evolutie tijdens de maand februari 2005 van de dagelijkse maximale windstoten waargenomen (*) in het station van Florennes en de geschatte waarden voor hetzelfde station door de methode WGE (O). Deze methode geeft eveneens voor de geschatte waarden het betrouwbaarheidsinterval met de bovenste limiet (-) en de onderste limiet (-).	10
Figuur 1.4. Toestand op 1 oktober 2006 om 18 h UTC. Links de gecumuleerde neerslag tussen 17 en 18 h UTC geschat door de radar te Wideumont. Rechts voor dezelfde periode de neerslagvoorspellingen 18 uur vooruit geleverd door het klassieke ALADIN model met een resolutie van 7 km. De neerslag wordt gegeven in mm/h (zie de kleurschaal). De figuur rechts geeft eveneens de voorspellingen van de luchtdruk (in hPa) om 18 h UTC gereduceerd tot het zeeniveau.	12
Figuur 1.5. Idem zoals in figuur 1.4, maar voor het ALADIN model met het nieuwe geïntegreerde schema voor de wolken en de neerslag, en respectievelijk voor een ruimtelijke resolutie van 7 km (links), 4 km (midden) en 2 km (rechts).	13
Figuur 1.6. Voorbeeld van een SAF Nowcasting-product voor 5 september 2006 om 12 u UTC. Op de figuren ziet men de omgeving van België, met links een schatting voor de bewolgingsgraad (volgens kleurcode : blauw = heldere hemel ; oranje = half bewolkt ; wit = betrokken). Rechts wordt het type bewolking weergegeven; van de 21 mogelijke kleurcodes vinden we hier: rood = continent bij heldere hemel, zwart = oceaan bij heldere hemel, donkerbruin = zeer lage bewolking, lichtbruin = lage bewolking.	15
Figuur 1.7. Voorbeeld van bodemvochtkaart geschat met behulp van de diffusometer aan boord van de Europese poolsatelliet op het ogenblik van zijn passage over onze regionen op 10 mei 1993. Het bodemvocht nabij de oppervlakte wordt uitgedrukt in percent volgens de kleurschaal aangeduid rechts van de figuur.	16
Figuur 1.8. Maximum ozon concentraties (in µg/m ³) voor 26/07/2006 gesimuleerd met het CHIMERE model.	18
Figuur 1.9. Profielen van ozontrends in de troposfeer voor de vier seizoenen, gebaseerd op de ozonpeilingen uitgevoerd in het station van Ukkel van 1990 tot 2006.	19
Figuur 1.10. Links: reconstructie van Temperatuursvariëaties van 800 tot 2000. Rechts: twee reconstructies van de invallende zonnestraling van 1600 tot 2000.	21
Figuur 1.11. Jaarlijks gemiddelde van de globale zonnestraling te Ukkel sinds 1951.	23
Figuur 1.12. Effect van de wolken op jaarlijkse globale zonnestraling te Ukkel sinds 1951.	24
Figuur 1.13. Vergelijking van de AOD van een testrun van het ECMWF-model met waarnemingen van AOD te Ukkel met de Brewer-spectrofotometer en met gegevens van een zonnfotometer te Lille uit het AERONET-netwerk.	27
Figuur 1.14. Vergelijking tussen 2 correctiemethodes (Leiterer en Miloshevich) van de verticale profielen van waterdamp, gemeten op 08/12/1999 om 12u00 UT. Vooral in het gebied rond de tropopauze zijn er grote verschillen.	28
Figuur 1.15. : (a) De natuur van het oppervlak bekomen uit de gegevensbank ECOCLIMAP et geprojecteerd volgens de invalshoek van de MSG satelliet; (b) Voorbeeld van een kaart van de evapotranspiratie (mm h ⁻¹) berekend voor de 26ste juli 2006 om 12h30.	30
Figuur 1.16. Archeomagnetische staalname in een oven in een middeleeuwse archeologische vindplaats in Corroy-le-Grand (België).	32
Figuur 1.17. Tijdreeks van waarden van de zomermaxima van de dagelijkse hoeveelheid neerslag gemeten te Ukkel, Ukkel (Reservoir) en Spa. ...	35
Figuur 1.18. Groei van de kwadratische fout te wijten aan een fout op een parameter die over een ensemble van voorspellingen uitgemiddeld werd voor het Lorenz atmosferisch model. De volle lijn komt overeen met de evolutie van de fout zonder MOS correctie, de puntlijn met deze bekomen na gebruik van het MOS schema.	37
Figuur 1.19. Beeld genomen met de webcam in het weerstation te Melle, op 23 oktober 2006 om 13u25 UTC.	38

Figuur 1.20. Composiet radarbeeld samengesteld uit de individuele beelden van de weerradars van Wideumont, Zaventem en Avesnois op 7 augustus 2006 om 12h UTC.	39
Figuur 1.21. Meteosat 8 SEVIRI beeld van 11 april 2006 8u15 UTC, gevisualiseerd in het systeem Hawk met gebruik van een RGB (Rood-Groen-Blauw) kleurencombinatie voor de visualisatie van de verschillende luchtmassa's. 40	
Figuur 1.22. Het eerste beeld gemaakt op 24 oktober 2006 met het microgolfinstrument AMSU-A aan boord van Metop-A.	41
Figuur 1.23. Maandelijks verschillen (in %) tussen de hoeveelheid neerslag gemeten met de manuele pluviometer P50 en de automatische pluviometer met kantelbakjes, tussen december 2003 en april 2006. De verschillen in absolute waarde vallen tussen - 7 mm en + 32 mm.	42
Figuur 1.24. Maandelijks verschillen (in %) tussen de hoeveelheid neerslag gemeten met de manuele pluviometer P50 en de automatische pluviometer (OTT), tussen december 2003 en april 2006. De verschillen in absolute waarde vallen tussen - 7 mm en + 9 mm.	43
Figuur 1.25. Beeld van de maandelijks gemiddelde energiebalans aan de top van de atmosfeer (TOA) van de Aarde voor maart 2006 bekomen met de GERB en CERES instrumenten. De blauwe tinten stellen negatieve waarde voor (zie schaal bovenaan de figuur).	44
Figuur 1.26. Variatie van de zonneïrradiantie gemeten door het DIARAD/VIRGO instrument van januari 1996 tot december 2006.	45
Figuur 1.27. Een opstelling voor specifieke bemonstering van de D laag van de ionosfeer: prototype van de elektronische console.	46
Figuur 1.28. Cryogene magnetometer van "2G Enterprises" geïnstalleerd in het Geofysisch Centrum van het KMI na nazicht. Nieuwe ontvangers (SQUIDS DC) verhogen de gevoeligheid. Een 4K cryogenerator (op de afbeelding: de hexagonale verticaal geplaatste opstelling) koelt de detectoren en ontvangers af, waarbij de overtollige vloeibare helium terug afgevoerd wordt.	48
Figuur 1.29. : Grafiek voor de kwaliteitscontrole van de uurlijkse neerslagmetingen te Dourbes op 7 december 2006. De AWS waarnemingen van de neerslaghoeveelheid (rood) worden vergeleken met een schatting op basis van naburige stations (groen) en de meteorologische radar van Wideumont (blauw).	49
Figuur 1.30. Schematisch voorbeeld van de automatische validatie- en correctieprocedure van de neerslagmetingen afgeleid uit de metingen met de weerradar van Wideumont. Dit voorbeeld toont de originele (linksboven) en de gecorrigeerde (rechtsboven) waarden van de geaccumuleerde neerslagmetingen over 24 uren, beginnend op 22 oktober 2006 om 6u UTC.	51
Figuur 2.1. Kaart met de geografische spreiding van de windmeters over België (rood: Belgocontrol, groen: Meteowing, Blauw: Automatische stations KMI).	55
Figuur 2.2. Visualisering van de neerslaghoeveelheid op 18 juli 2006 tussen 19u en 20u, gerealiseerd door het programma PARAPLUIES. De figuur heeft Doornik als centrum. De kleuren geven de uurlijkse berekeningen van de radar van Wideumont in mm weer (zie schaal). 56	
Figuur 2.3. Screenshot van de MyMeteo-website voor de Confederatie Bouw.	60
Figuur 2.4. Meteo Quiz , Earth Explorer te Oostende.	61
Figuur 2.5. Screenshot van de site met uitgebreide weerinfo, MyMeteo.	62
Figuur 2.6. Screenshot van de meteoalarm-website.	63
Figuur 3.1. Demonstratie van het AUTODIF-instrument tijdens de internationale workshop van geomagnetische instrumenten te Belsk (Polen). ...	66
Figuur 3.2. Maquette van Solar Impulse.	67
Figuur 3.3. Simulatie van Solar Impulse	67
Figuur 4.1. Designinterface van workflows	70
Figuur 4.2. Beheersinterface voor documenten DISSCO.	71
Figuur 4.3. Nieuwe versie van de 'wiki'.	72
Figuur 5.1. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de winter 2006.	75
Figuur 5.2. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de lente 2006.	76

Lijst van Figuren

Figuur 5.3. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de zomer 2006.	77
Figuur 5.4. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de herfst 2006.	78
Figuur 5.5. Gemiddelde maandtemperaturen te Ukkel (°C).	79
Figuur 5.6. Maandelijks zonneshijnduur te Ukkel (in uren).	79
Figuur 5.7. Maandelijks neerslaghoeveelheden te Ukkel (in mm).	80
Figuur 5.8. Maandelijks aantal neerslagdagen te Ukkel.	80
Figuur 7.1. Tornado Braine-le-Comte, 1 oktober 2006 omstreeks 18 uur. Foto door Karel Holvoet.	89

Liste des Figures

Figure 1.1.	Le 1er octobre 2006, quelques cellules orageuses très actives (appelées 'super-cellules') traversèrent notre pays du sud-ouest vers le nord-est. La figure représente la distribution des décharges pour 6 périodes de 4 heures, entre le 30 septembre à 22 heures et le 1er octobre à 22 heures. Notez le caractère local de ces cellules orageuses.	6
Figure 1.2.	Quantités de précipitations sur 24 heures (entre le 13 août à 8h et le 14 août à 8h) estimées par le radar de Zaventem. Les précipitations sont données en mm, selon l'échelle de couleur reprise à droite de la figure. Le long d'une partie du littoral, le radar donne très localement des quantités comprises entre 50 et 70 mm.	9
Figure 1.3.	Evolution au cours du mois de février 2005 des pointes de vent maximales journalières observées (*) à la station de Florennes et estimées pour cette même station par la méthode WGE (O). Cette méthode donne également pour l'estimation un intervalle de confiance avec une limite supérieure (--) et une limite inférieure (--).	10
Figure 1.4.	Situation du 1er octobre 2006 à 18h UTC. A gauche, les précipitations cumulées entre 17 et 18 h UTC, estimées par le radar de Wideumont. A droite, pour la même période, les prévisions de précipitations fournies 18h en avance par le modèle ALADIN classique à la résolution de 7 km. Les précipitations sont données en mm/h (voir l'échelle de couleur). La figure de droite donne également les prévisions de la pression (en hPa) à 18h UTC, réduite au niveau de la mer.	12
Figure 1.5.	Idem figure 1.4, mais pour le modèle ALADIN avec le nouveau schéma intégré pour les nuages et précipitations, et respectivement pour une résolution spatiale de 7 km (gauche), 4 km (centre) et 2 km (droite).	13
Figure 1.6.	Exemple de produits du SAF Nowcasting pour le 5 septembre 2006 à 12 h UTC. Les figures sont centrées sur la Belgique. La figure de gauche donne une estimation de la couverture nuageuse, selon 4 classes de couleur (ici : bleu = ciel serein ; orange = ciel partiellement nuageux ; blanc = ciel couvert). La figure de droite donne le type de nuages, selon 21 classes de couleur (ici, rouge = continent avec ciel serein ; noir = océan avec ciel serein ; brun foncé = nuages très bas ; brun clair = nuages bas).	15
Figure 1.7.	Exemple de carte de l'humidité du sol estimée à partir des données du diffusomètre à bord du Satellite polaire Européen de Télédétection au moment de son passage dans nos régions le 10 mai 1993. L'humidité du sol près de la surface est exprimée en pour cent, selon l'échelle de couleur indiquée à droite de la figure.	16
Figure 1.8.	Concentrations maximales d'ozone (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en date du 26/07/2006, simulées avec le modèle CHIMERE.	18
Figure 1.9.	Tendances des profils d'ozone dans la troposphère pour les quatre saisons, basées sur les sondages d'ozone à la station d'Uccle de 1990 à 2006.	19
Figure 1.10.	Gauche : reconstruction des variations des températures de 800 à 2000. Droite : deux reconstructions du rayonnement solaire incident de 1600 à 2000.	21
Figure 1.11.	Variation relative du rayonnement solaire annuel à Uccle depuis 1951.	23
Figure 1.12.	Effet des nuages sur la moyenne annuelle du rayonnement solaire global à Uccle depuis 1951.	24
Figure 1.13.	Comparaison entre les AOD produites par le modèle de l'ECMWF et les mesures d'AOD effectuées à Uccle par le spectrophotomètre Brewer et à Lille par le réseau AERONET.	27
Figure 1.14.	Comparaison entre 2 méthodes de correction (Leiterer et al, Miloshevich et al) du profil vertical d'humidité, mesuré le 08/12/1999 à 12h00 UT. Les plus grandes différences sont observées dans la région de la tropopause.	28
Figure 1.15.	(a) Nature de la surface extraite de la base de données ECOCLIMAP et projetée selon l'angle de vue du satellite MSG ; (b) Exemple d'une carte d'évapotranspiration (mm h^{-1}) calculée pour le 26 juillet 2006 à 12h30.	30
Figure 1.16.	Echantillonnage archéomagnétique d'un four sur un site archéologique du Moyen-âge à Corroy-le-Grand (Belgique).	32
Figure 1.17.	Série des valeurs maximales estivales des cumuls journaliers de précipitations enregistrées aux stations d'Uccle, Uccle (Réservoir) et Spa.	35
Figure 1.18.	Croissance de l'erreur quadratique due à une erreur sur un paramètre, moyennée sur un ensemble de prévisions, pour le modèle de Lorenz atmosphérique. La courbe continue correspond à l'évolution de l'erreur sans correction MOS, la courbe pointillée à celle obtenue après utilisation du schéma MOS.	37
Figure 1.19.	Image prise par la webcam de la station météorologique de Melle le 23 octobre 2006 à 13h25 UTC.	38

Figure 1.20. Image radar composite constituée à partir des images des radars météorologiques de Wideumont, Zaventem et de l'Avesnois le 7 août 2006 à 12h UTC.	39
Figure 1.21. Image Meteosat 8 SEVIRI du 11 avril 2006 à 8h15 UTC, visualisée par le système HAWK utilisant une combinaison RVB (Rouge-Vert-Bleu) pour la visualisation des différentes masses d'air.	40
Figure 1.22. Première image faite le 24 octobre 2006 par l'instrument micro-ondes AMSU-A à bord de Métop-A.	41
Figure 1.23. Différences mensuelles (en %) entre les quantités de précipitations mesurées par le pluviomètre manuel P50 et le pluviomètre automatique à augets basculants (AWS), sur la période comprise entre décembre 2003 et avril 2006. Les différences en valeurs absolues s'échelonnent entre -7 mm et + 32 mm.	42
Figure 1.24. Différences mensuelles (en %) entre les quantités de précipitations mesurées par le pluviomètre manuel P50 et le pluviomètre automatique à pesée (OTT), sur la période comprise entre décembre 2003 et avril 2006. Les différences en valeurs absolues s'échelonnent entre -7 mm et + 9 mm.	43
Figure 1.25. Image du bilan radiatif mensuel moyen de la Terre au sommet de l'atmosphère (TOA) pour mars 2006 à l'aide des instruments GERB et CERES. Les couleurs bleues indiquent des valeurs négatives (voir échelle au-dessus de la figure).	44
Figure 1.26. Variation de l'irradiance solaire mesurée par l'instrument DIARAD/VIRGO de janvier 1996 à décembre 2006.	45
Figure 1.27. Un sondeur spécifique pour la couche D de l'ionosphère: prototype de la console électronique	46
Figure 1.28. Magnétomètre cryogénique de " 2G Enterprises " installé au Centre de Physique du Globe de l'IRM après révision. De nouveaux capteurs (SQUIDS DC) augmentent la sensibilité. Un cryogénérateur 4K (dans la figure : dispositif hexagonal monté verticalement) refroidit les détecteurs et les capteurs et rend l'approvisionnement en hélium liquide superflu.	48
Figure 1.29. Graphique pour le contrôle de qualité des mesures horaires de précipitations à Dourbes le 7 décembre 2006. Les observations de la quantité de précipitations de la station automatique (en rouge) sont comparées avec une estimation basée sur les stations voisines (en vert) et sur le radar de Wideumont (en bleu).	49
Figure 1.30. Exemple schématique de la procédure automatique de validation et de correction des mesures de précipitations dérivées des mesures du radar météorologique de Wideumont. Cet exemple montre les valeurs originales (à gauche en haut) et corrigées (à droite en haut-) de la quantité de précipitations accumulées sur 24 heures, commençant le 22 octobre 2006 à 6h UTC.	51
Figure 2.1. carte des stations visitées au cours du projet (les rouges correspondent à celles de Belgocontrol, les vertes à celles du Météo-wing et les bleues aux stations automatiques de l'IRM).	55
Figure 2.2. Visualisation par le logiciel PARAPLUIES des quantités de précipitations entre 19h et 20h le 18 juillet 2006. La figure est ici centrée sur la commune de Tournai. Les couleurs donnent les estimations horaires fournies par le radar de Wideumont (en mm, cf. échelle de couleur).	56
Figure 2.3. Capture d'écran du site web MyMeteo pour la Confédération de la Construction.	60
Figure 2.4. Meteo Quiz , Earth Explorer à Ostende.	61
Figure 2.5. Capture d'écran du site d'informations météorologiques détaillées, MyMeteo.	62
Figure 2.6. Capture d'écran du site web meteo-alarm.	63
Figure 3.1. Démonstration de l'instrument AUTODIF à l'atelier international d'instruments géomagnétiques à Belsk (Pologne)	66
Figure 3.2. Maquette de Solar Impulse.	67
Figure 3.3. Simulation de Solar Impulse	67
Figure 4.1. Interface de design de workflows	70
Figure 4.2. Interface du gestionnaire documentaire DISSCO.	71

Liste des Figures

Figure 4.3. Nouvelle version de 'wiki'	72
Figure 5.1. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours de l'hiver 2006.	75
Figure 5.2. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours du printemps 2006.	76
Figure 5.3. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours de l'été 2006.	77
Figure 5.4. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours de l'automne 2006.	78
Figure 5.5. Températures moyennes mensuelles à Uccle (°C).	79
Figure 5.6. Durées mensuelles d'ensoleillement à Uccle (en heures).	79
Figure 5.7. Précipitations mensuelles à Uccle (en mm).	80
Figure 5.8. Nombres mensuels de jours de précipitations à Uccle.	80
Figure 7.1. Tornade Braine-le-Comte, le 1 octobre 2006 vers 18 heures. Photo par Karel Holvoet.	89



Photo Ivan Mervillie

Voorwoord

Préface

In 2006 werd met de **uitvoering van een nieuw kaderprogramma en managementplan** gestart. Het sluit uiteraard aan bij het vorige programma. De verbetering van de veiligheid van de bevolking en de verbetering en uitbreiding van de producten en diensten aan de verschillende gebruikersgroepen van het Koninklijk Meteorologisch Instituut blijven belangrijke strategische doelen.

Daarbovenop wil ons Instituut ook belangrijke inspanningen leveren om de **internationale uitstraling van ons land te versterken**. De instelling maakt deel uit van verschillende internationale netwerken die de basis leggen voor de ontwikkelingen van de meteorologie voor de volgende decennia, maar die tegelijkertijd verantwoordelijk zijn voor het verzekeren van gemeenschappelijke operationele opdrachten voor de nationale meteorologische diensten. Het Instituut heeft daardoor frequente en uitstekende internationale contacten, vooral binnen het "grote Europa" maar ook daarbuiten, over gans de wereld. Hierdoor bevindt het zich in een bevoorrechte positie om ons land te promoten in het buitenland.

Het nieuwe kaderprogramma wil in de toekomst deze mogelijkheden beter exploiteren zonder in een storend chauvinisme terecht te komen. Hinderpalen hierbij zijn het inefficiënte gecentraliseerde personeelsbeleid en de onderfinanciering van het Instituut, waardoor het moeilijk is om gelijke tred te houden met de meteorologische diensten van de andere Europese landen. De beslissing van de regering van maart 2006 om de **jaarlijkse dotatie van het KMI met 1,2 Meuro op te trekken** voor de uitvoering van belangrijke delen van zijn kaderprogramma, kan hier een kentering in brengen.

Door de traagheid van de uitvoering van deze regeringsbeslissingen waren deze kredieten in 2006 echter niet beschikbaar, waardoor de uitvoering van verschillende innoverende onderdelen van het kaderprogramma een belangrijke vertraging opliep.

L'année 2006 a vu le **lancement d'un nouveau programme cadre et d'un plan de management**. Ils font bien entendu le lien avec le programme précédent. Améliorer la sécurité de la population et élargir la gamme de produits et services aux différents groupes d'utilisateurs de l'Institut royal météorologique de Belgique restent les principaux objectifs stratégiques.

L'Institut s'engage également à fournir d'importants efforts pour renforcer le **rayonnement international de notre pays**. L'Institut fait partie de plusieurs réseaux internationaux. Ces réseaux sont à la base des développements dans le domaine de la météorologie pour la prochaine décennie. Ils garantissent également l'exécution des missions opérationnelles communes des services météorologiques nationaux. L'Institut entretient dès lors des contacts internationaux fréquents et excellents dans le monde entier, et principalement dans la "grande Europe". L'Institut est ainsi dans une position privilégiée pour promouvoir la Belgique à l'étranger.

Le nouveau programme cadre entend mieux exploiter ces possibilités à l'avenir, sans pour autant tomber dans un chauvinisme à outrance. Les obstacles pour réaliser ce nouvel objectif stratégique sont le manque d'efficacité de la gestion centralisée du personnel et le sous-financement de l'Institut. A cause de ces obstacles, il nous est difficile d'atteindre un niveau d'excellence équivalent à celui d'autres services météorologiques européens. La décision du gouvernement, prise en mars 2006, d'**augmenter la dotation annuelle de l'IRM de 1,2 MEuros** pour réaliser plusieurs objectifs importants du programme cadre, peut changer cette situation

Cependant, vu la lenteur pour concrétiser la décision gouvernementale, les crédits n'ont pas été disponibles en 2006. Cela a entraîné un retard conséquent dans la réalisation de plusieurs objectifs innovants du programme cadre.

Desalniettemin werden binnen de beperkte middelen vorderingen gemaakt voor de verdere realisatie van de andere strategische objectieven:

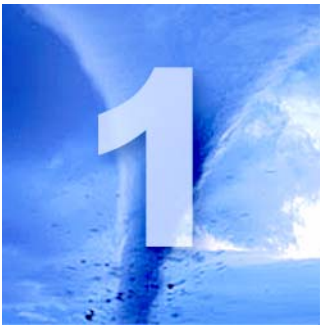
- Het onderzoek op het gebied van de **numerieke modellering** liet toe op experimentele basis de resolutie van 7 km tot 4 km te verfijnen. Dit betekent een eerste belangrijke stap naar een betere voorspelling van gevaarlijke kleinschalige weerfenomenen. Het ontwikkelen van modellen voor het voorspellen van risico's, hoofdzakelijk op het gebied van hydrologie, leidde tot operationele producten en diensten en waren een uitstekende gelegenheid om de samenwerking met de gewesten te versterken.
- Met het oog op de verbetering van de veiligheid van de bevolking, werden de **waarnemingssystemen** verder uitgebreid en werden methodes ontwikkeld om de gegevens van deze systemen grondiger te exploiteren. Sommige gegevens van deze systemen worden ook gebruikt voor het onderzoek over de klimaatsverandering. Dit leidde tot de eerste resultaten op het gebied van het energetisch evenwicht van de Aarde, maar ook de klimatologische invloed van de waterdamp en het fijn stof in de atmosfeer op de klimaatsverandering werd in het licht gesteld.
- Wat de dienstverlening betreft, werden de eerste gespecialiseerde commerciële webpagina's operationeel in gebruik genomen via MyMeteo. De samenwerking met verschillende media werd verbeterd en uitgebreid met het oog op het vergemakkelijken van de **toegang tot de informatie** waarover de instelling beschikt.
- Tenslotte, aangaande het **moderniseren van het management**, begint het bewaken en communiceren van strategische indicatoren naar het personeel zijn resultaten af te werpen.

Dr Henri Malcorps
Algemeen Directeur van het KMI

Avec les moyens restreints dont nous disposons, l'Institut a néanmoins déjà pu faire progresser la réalisation d'autres objectifs stratégiques :

- La recherche dans le domaine de la **modélisation numérique** a permis d'affiner la résolution de 7 km à 4 km sur une base expérimentale. Cela constitue une première étape importante vers une meilleure prévision des phénomènes météorologiques dangereux de petite dimension. Le développement de modèles pour la prévision des risques, principalement dans le domaine de l'hydrologie, a abouti à des produits et services opérationnels. Ces projets ont également été l'occasion idéale de renforcer nos collaborations avec les Régions.
- En vue d'améliorer la sécurité de la population, les **systèmes d'observation** ont été étendus et des méthodes ont été mises au point pour exploiter davantage les données de ces systèmes. Certaines de ces données sont également utilisées dans le cadre de la recherche sur les changements climatiques. Des premiers résultats ont été obtenus dans le domaine du bilan énergétique de la Terre. L'influence climatique de la vapeur d'eau et des poussières fines dans l'atmosphère a également été étudiée.
- En ce qui concerne le service public, les premières pages web commerciales ont été mises à la disposition de façon opérationnelle via MyMeteo. La collaboration avec les différents média a été améliorée et élargie en vue de faciliter l'**accès à l'information** de l'Institut.
- Enfin, dans le cadre de la **modernisation du management**, le contrôle et la communication des indicateurs stratégiques aux membres du personnel commencent à fournir des résultats.

Dr Henri Malcorps
Directeur Général de l'IRM



Meer veiligheid door kennis over weer, klimaat en geofysica

Plus de sécurité par la connaissance du temps, du climat et de la géophysique

I.1 Waarschuwingen voor gevaarlijk weer boven land en zee

I.1.1 Kwaliteitscontrole van de waarschuwingen

Een van de prioritaire opdrachten van het KMI is de veiligheid van de bevolking te vrijwaren. Een belangrijke bijdrage hierbij bestaat erin de waarschuwingen boven land en zee te verbeteren. De evaluatie van de kwaliteit van de meteorologische bulletins en van de betrouwbaarheid van de waarschuwingen, afkomstig van onze dienst voor voorspellingen, kan worden uitgevoerd door de waarschuwingen uitgebracht bij gevaarlijke meteorologische omstandigheden te vergelijken (overvloedige neerslag, krachtige wind, hevig onweer, sneeuw en ijzel) met de gebeurtenissen die zich werkelijk hebben voorgedaan.

Voorspellingen en meteorologische waarschuwingen in verband met krachtige wind.

Het jaar 2006 werd vrijwel gespaard van winterse stormen en gedurende de zes koudste maanden was het aantal dagen met krachtige wind niet hoog. In de tabel 1.1. zijn de verschillen tussen de waargenomen en voorspelde extreme winden opgenomen. De windkracht

I.1 Avertissements en cas de conditions météorologiques dangereuses sur terre et sur mer

I.1.1 Contrôle de qualité des avertissements

Une des missions prioritaires de l'IRM est de renforcer la sécurité de la population. Dans ce domaine, une contribution importante consiste à améliorer les avertissements sur terre et en mer. L'évaluation de la qualité des bulletins météorologiques et de la fiabilité des avertissements issus de notre service de prévisions peut être effectuée en comparant les avertissements émis en cas de circonstances météorologiques dangereuses (précipitations abondantes, vents forts, orages violents, neige et verglas) et les événements qui se sont effectivement produits.

Prévisions et avertissements relatifs aux vents forts

L'année 2006 fut relativement épargnée par les tempêtes hivernales et, durant les six mois les plus froids, le nombre de journées avec des vents forts fut peu élevé. Le tableau 1.1 reprend les écarts entre les vents extrêmes observés et prévus. Les vents furent relativement bien prévus, avec des écarts de l'ordre de 10 à 15 km/h par

werd vrij goed voorspeld met een verschil van 10 à 15 km/h ten opzichte van de waarnemingen. Een waarschuwing werd gegeven in de meeste gevallen die schade veroorzaakten.

Tabel 1.1: Overzicht van de voorspellingen en de waarschuwingen voor de 9 dagen in 2006 waarbij de waargenomen windsterkte het hoogst was

Datum	Maximale windstoot waargenomen in het land	Voorspelde maximale windstoten	Schades
08/02	76 km/h	80 km/h + waarschuwing	Geen schade
15/02	76 km/h	80 km/h + waarschuwing	Geen schade
27/03	90 km/h	75 km/h	Beperkte schade
23/10	104 km/h	90 km/h + waarschuwing	Verspreide schade
25/11	94 km/h	80 km/h + waarschuwing	Verspreide schade
03/12	90 km/h	95 km/h + waarschuwing	Verspreide schade
07/12	90 km/h	100 km/h + waarschuwing	Verspreide schade
08/12	94 km/h	110 km/h + waarschuwing	Verspreide schade
30/12	112 km/h	110 km/h + waarschuwing	Verspreide schade

Het jaar 2006 werd daarentegen ook gekenmerkt door talrijke en intense perioden met onweer. Gedurende de maanden mei, juli en augustus brachten deze situaties vaak schade toe in grote delen van het land en dit hoofdzakelijk veroorzaakt door de wind. Er waren ook onweerssituaties in september en oktober. Tijdens de onweders werden tornado's waargenomen op 29 mei, 21, 28 en 29 augustus en 1 oktober.

Acht van de negen waargenomen gevallen van hevige onweer werden goed voorspeld. Telkens werden er waarschuwingen verspreid voor situaties met verspreide schade tot gevolg.

De criteria om waarschuwingen te geven in geval van hevige rukwinden bij onweer zijn moeilijk te definiëren. Deze situaties maken geen deel uit van de waarschuwingen onder de rubriek "Hevige winden". Zij werden opgenomen in de waarschuwingen voor hevige onweer.

Voorspellingen en waarschuwingen in verband met sneeuw en ijzel

Sneeuw

In 2006 werden de meest belangrijke sneeuwepisodes correct voorspeld. De zeer lokale sneeuwval in de

rapport aux observations. Un avertissement a été donné dans la plupart des situations ayant provoqué des dégâts.

Table 1.1: Bilan des prévisions et avertissements pour les 9 journées en 2006 au cours desquelles les pointes de vent observées furent les plus élevées

Date	Pointe maximale observée dans le pays	Pointe maximale prévue	Dégâts
08/02	76 km/h	80 km/h + avertissement	Pas de dégâts
15/02	76 km/h	80 km/h + avertissement	Pas de dégâts
27/03	90 km/h	75 km/h	Dégâts limités
23/10	104 km/h	90 km/h + avertissement	Dégâts répandus
25/11	94 km/h	80 km/h + avertissement	Dégâts répandus
03/12	90 km/h	95 km/h + avertissement	Dégâts répandus
07/12	90 km/h	100 km/h + avertissement	Dégâts répandus
08/12	94 km/h	110 km/h + avertissement	Dégâts répandus
30/12	112 km/h	110 km/h + avertissement	Dégâts répandus

L'année 2006 fut par contre marquée par de nombreux et intenses épisodes orageux. Durant les mois de mai, juillet et août, ces situations entraînent souvent des dégâts dus au vent qui touchèrent parfois une grande partie du pays. On releva aussi des situations orageuses en septembre et en octobre. Durant ces orages, on observa des tornades le 29 mai, les 21, 28 et 29 août et le 1er octobre.

Huit cas d'orages violents sur les 9 observés ont été bien prévus et, à chaque reprise, des avertissements ont été émis pour les situations à l'origine de dégâts répandus.

Les critères pour lancer des avertissements en cas de rafales violentes sous les orages sont difficiles à définir. Ces situations ne font pas l'objet d'avertissements repris sous la rubrique "vents forts". Elles sont prises en compte dans les avertissements relatifs aux orages violents.

Prévisions et avertissements relatifs à la neige et au verglas

Neige

Les épisodes neigeux les plus importants ont été correctement prévus en 2006. Les chutes de neige très

Ardennen is moeilijker te voorspellen en gaf niet steeds aanleiding tot waarschuwingen.

locales en Ardenne sont plus difficilement prévisibles et n'ont pas toujours fait l'objet d'avertissements.

Tabel 1.2: Overzicht van de voorspellingen en de waarschuwingen voor de dagen in 2006 waarbij sneeuwval een sneeuwlaag aan het oppervlak van minstens 2 cm dikte opleverde. De "gele" waarschuwingen op de website van het KMI hebben betrekking op voorspellingen van de dikte van een sneeuwlaag begrepen tussen 2 en 10cm en de "oranje" op een dikte van minstens 10 cm.

Alle gevallen (met =2cm sneeuw)	17
Gevallen met =10cm sneeuw	3
Weerbericht volledig correct	9/17 (53%)
Terechte gele waarschuwingen	9/14 (64%)
Terechte oranje waarschuwingen	2/3 (66%)
Onterechte waarschuwingen	0

Table 1.2: Bilan des prévisions et avertissements pour les journées en 2006 au cours desquelles des chutes de neige entraînèrent une couche de neige en surface d'au moins 2 cm d'épaisseur. Les avertissements "jaunes" sur le site web de l'IRM concernent des prévisions d'épaisseurs de neige comprises entre 2 et 10 cm et les avertissements "orange" des prévisions d'épaisseurs d'au moins 10 cm

Tous les cas (avec au moins 2 cm de neige)	17
Cas avec au moins 10cm	3
Bulletins totalement corrects	9/17 (53%)
Avertissements "jaunes" correct	9/14 (64%)
Avertissements "orange" corrects	2/3 (66%)
Fausse alertes	0

IJzel

De voorspellingen voor lokale ijzel waren niet 100% perfect, maar vaak gaat het bij vergissingen om zeer plaatselijke gevallen. Het belangrijkste geval, op 8 maart waar ijzel werd vastgesteld in alle stations van de Ardennen en in Antwerpen, was wel goed voorspeld.

Verglas

Les prévisions concernant le verglas local ne furent pas parfaites à 100%, mais les cas non prévus le furent généralement pour des endroits très localisés. Le 8 mars, du verglas a été signalé dans toutes les stations ardennaises, ainsi que dans la région d'Anvers : cette situation, la plus importante de l'année, a été correctement prévue.

Tabel 1.3: Tabel van de voorspellingen en waarschuwingen voor de 10 dagen in 2006 waarop ijzel waargenomen werd.

Date	Weerbericht volledig correct	Terechte waarschuwing	Onterechte waarschuwing	Gemiste waarschuwing
4 jan	Ja	Ja		
11 jan	Ja	Ja		
03 feb	Nee			Ja
05 feb	Nee			Ja
12 feb	Ja	Ja		
14 feb	Nee			Ja
8 maart	Ja	Ja		
25 dec	Ja	Ja		
27 dec	Ja	Ja		
28 dec	Ja	Ja		
	70%	70%	0%	30%

Table 1.3: Bilan des prévisions et avertissements pour les 10 journées en 2006 au cours desquelles du verglas fut observé.

Date	Bulletin totalement correct	Avertissement correct	Fausse alert	Avertissement manqué
4 jan	Oui	Oui		
11 jan	Oui	Oui		
03 fév	Non			Oui
05 fév	Non			Oui
12 fév	Oui	Oui		
14 fév	Non			Oui
8 mars	Oui	Oui		
25 déc	Oui	Oui		
27 déc	Oui	Oui		
28 déc	Oui	Oui		
	70%	70%	0%	30%

Voorspellingen en waarschuwingen voor hevige onweer

In 2006 waren er wel meer onweersdagen dan gemiddeld maar hevige, verspreide onweders waren schaars. Globaal genomen bleef de schade voor het hele

Prévisions et avertissements relatifs aux orages violents

L'année 2006 a été plus riche en jours d'orages qu'en moyenne, mais les orages intenses et répandus ont plutôt été rares. Globalement, les dégâts pour l'année

jaar dan ook eerder beperkt. In totaal telden we 9 dagen met meer dan 5.000 ontladingen.

Amper één dag kunnen we bestempelen als een zware onweersdag, namelijk 22 juni met 28 900 ontladingen. Ook dat getal is duidelijk minder hoog dan de absolute recorddag van 29 juni 2005 met 69 200 ontladingen, record sinds de start van de metingen met SAFIR voor bliksemdetectie en lokalisatie in 1996. De andere dagen telden minder dan 10 000 ontladingen.

Te vermelden waren de lokale onweders op 1 oktober (zie figuur 1.1) die gepaard gingen met 2 windhozen in Duffel en Petit-Roeulx (Braine-le-Comte).

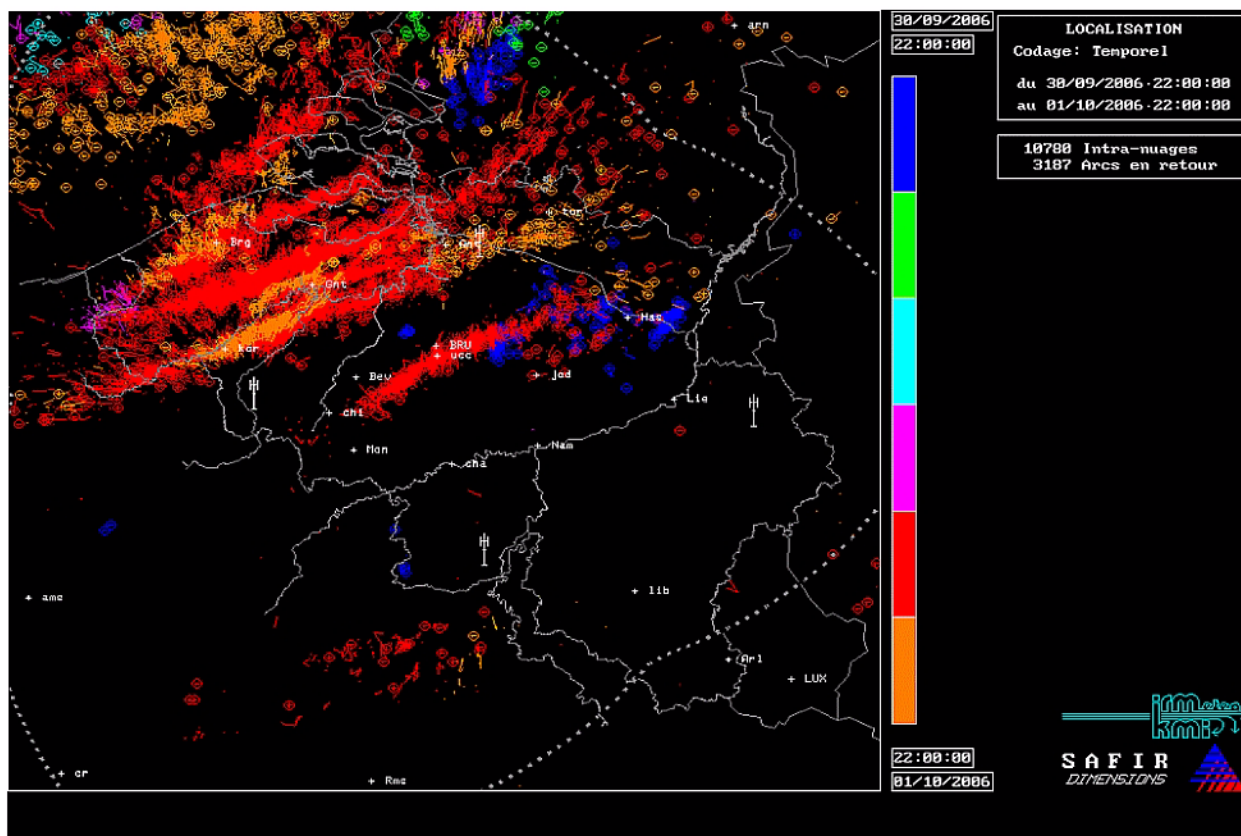
In de dagelijkse weerberichten werden al deze onweders aangekondigd. Enkel de onweders van 27 maart kregen onterecht geen waarschuwing mee. Voorts kunnen we nog melden dat in 3 gevallen een te sterke onweerswaarschuwing werd gegeven.

entière sont restés limités. Au total, on n'a dénombré que 9 jours avec plus de 5.000 décharges électriques.

On ne peut réellement qualifier qu'une seule journée de l'année 2006 comme étant fortement orageuse, à savoir le 22 juin où on a mesuré 28.900 décharges. Ce nombre reste cependant nettement moins élevé que les 69.200 décharges observées le 29 juin 2005, qui constituent le record d'activité électrique depuis la mise sur pied du système de détection et de localisation d'orages SAFIR. Les autres journées comptaient toutes moins de 10.000 décharges.

Il est à noter que les orages locaux du 1er octobre (voir figure 1.1) furent accompagnés de deux tornades, dans les régions de Duffel et de Petit-Roeulx (Braine-le-Comte).

Tous ces orages ont été bien prévus dans les bulletins quotidiens. Seuls les orages du 27 mars n'ont pas fait l'objet d'un avertissement. Par ailleurs, dans 3 cas, les bulletins d'avertissement ont surestimé la violence potentielle des orages.



Figuur 1.1. Op 1 oktober 2006 trokken enkele zeer hevige onweerscellen - zogenaamde supercellen - van zuidwest naar noordoost door ons land. De figuur toont de verdeling van het aantal ontladingen in 6 periodes van 4 uur tussen 22 uur op 30 september en 22 uur op 1 oktober. Let op het lokale karakter van deze onweerscellen.

Figure 1.1. Le 1er octobre 2006, quelques cellules orageuses très actives (appelées 'super-cellules') traversèrent notre pays du sud-ouest vers le nord-est. La figure représente la distribution des décharges pour 6 périodes de 4 heures, entre le 30 septembre à 22 heures et le 1er octobre à 22 heures. Notez le caractère local de ces cellules orageuses.

Voorspellingen en waarschuwingen in verband met overvloedige neerslag

Prévisions et avertissements relatifs aux précipitations abondantes

Alle dagen van 2006 waarbij een advies betreffende de hoeveelheid neerslag werd gevraagd aan de klimatologische diensten van het KMI door de Federale diensten van Binnenlandse Zaken gaven aanleiding tot het analyseren van de waarschuwingen door de voorspellers uitgebracht.

De Federale diensten van Binnenlandse Zaken werden gecontacteerd om de dagen te verkrijgen waarop het Rampenfonds effectief moest tussenkomen. In deze gevallen werd de analyse van de waarschuwingen vervolledigd door een vergelijking te maken tussen de waargenomen hoeveelheden en de waarschuwingdrempel gekozen door de voorspeller.

Table 1.4: Waarschuwingdrempels gebruikt door het Weerbureau:

	Geen waarschuwing : er wordt geen overvloedige neerslag verwacht.
	Veel neerslag verwacht: (i) minstens 20 mm in 6 uur of (ii) tussen 25 en 50 mm in 24 uur.
	Zeer veel neerslag verwacht: (i) minstens 30 mm in 6 uur of (ii) minstens 50 mm in 24 uur of (iii) minstens 30 mm in 24 uur met voorafgaandelijk reeds code geel.
	Steeds zeer veel neerslag die de situatie nog kan verergeren: minstens 30 mm in 24 uur met voorafgaandelijk reeds code oranje.

De doelstellingen zijn enerzijds te weten of de voorspellers het potentieel gevaarlijk karakter van deze buitengewone meteorologische condities konden voorspellen maar ook te verifiëren of de door de voorspeller gekozen drempel correspondeert met de hoeveelheid waargenomen neerslag in deze extreme gevallen.

In de studie van de eerste doelstelling werden de evenementen van hevig neerslag geklasseerd in twee categorieën:





1. het geheel van gebeurtenissen dat leidde tot schade. (24 gevallen).
2. uit dit geheel de 7 gebeurtenissen die schade veroorzaakten welke tussenkomst van het rampenfonds vereisten (zeer aanzienlijke schade).

Tabel 1.4. vermeldt de score door het KMI behaald voor de 2 bovenvermelde categorieën schade. Het toont aan dat het KMI goed anticipeert op de meeste evenementen van hevige neerslag die schade kunnen veroorzaken.

Tous les jours de l'année 2006 où un avis concernant la quantité de précipitations a été demandé au service climatologique de l'IRM par le Service Public Fédéral Intérieur (SPF Intérieur) ont fait l'objet d'une analyse des avertissements émis par les prévisionnistes.

Un contact a aussi été établi avec le SPF Intérieur pour obtenir les dates où le Fonds des Calamités est effectivement intervenu. Pour ces cas, l'analyse des avertissements a été complétée par une comparaison entre les quantités observées et le seuil d'avertissement choisi par le prévisionniste.

Table 1.4: Les seuils d'avertissements utilisés au Bureau du Temps

	Pas d'avertissement : pas de précipitations abondantes prévues.
	Précipitations abondantes prévues : (i) au moins 20 mm en 6 heures, ou (ii) entre 25 et 50 mm en 24 heures.
	Très fortes précipitations prévues : (i) au moins 30 mm en 6 heures, ou (ii) au moins 50 mm en 24 heures, ou (iii) au moins 30 mm en 24 heures avec le code d'avertissement déjà jaune auparavant.
	Précipitations encore abondantes qui risquent d'aggraver la situation : au moins 30 mm en 24 heures avec le code d'avertissement déjà orange auparavant.

Les objectifs sont de savoir si les prévisionnistes ont pu prévenir le caractère potentiellement dangereux de ces conditions météorologiques particulières, mais aussi de vérifier si le seuil choisi par les prévisionnistes correspond bien à la quantité de précipitations observée, ici dans les cas extrêmes.

Dans l'étude du premier objectif, les événements de fortes précipitations ont été classés en deux catégories :

1. l'ensemble des événements ayant conduit à des dégâts (24 cas).
2. parmi cet ensemble, les 7 événements qui ont provoqué des dégâts ayant fait l'objet d'une intervention du fonds des calamités (dégâts très importants).

Le tableau 1.4 reprend les scores obtenus par l'IRM pour les 2 catégories de dégâts susmentionnées. Il montre que l'IRM anticipe bien la plupart des événements de fortes précipitations pouvant donner lieu à des dégâts.

Table 1.5: Overzicht van de voorspellingen en de waarschuwingen voor de 24 dagen in 2006 tijdens dewelke de neerslag min of meer belangrijke schade veroorzaakte in het land.

	Aantal waargenomen gevallen	Aantal voorspelde gevallen door het KMI	Slaagpercentage van voorspellingen/waarschuwingen
Totaal van gevallen dat schade berokkende	24	22	91%
Gevalle met tussenkomst van het Rampenfonds (belangrijke schade)	7	6	85%

In het tweede deel van de tabel moeten we onderlijnen dat het geval waarbij een waarschuwing van het KMI niet werd uitgebracht het een intens zeer gelokaliseerd onweer betrof dat in dit geval de kuststreek aandeed. (cf. figuur 1.2). De verschillende voorspellingsmodellen door het KMI gebruikt, toonden aan dat ons land niet in het traject van dit zeer intens onweer lag.

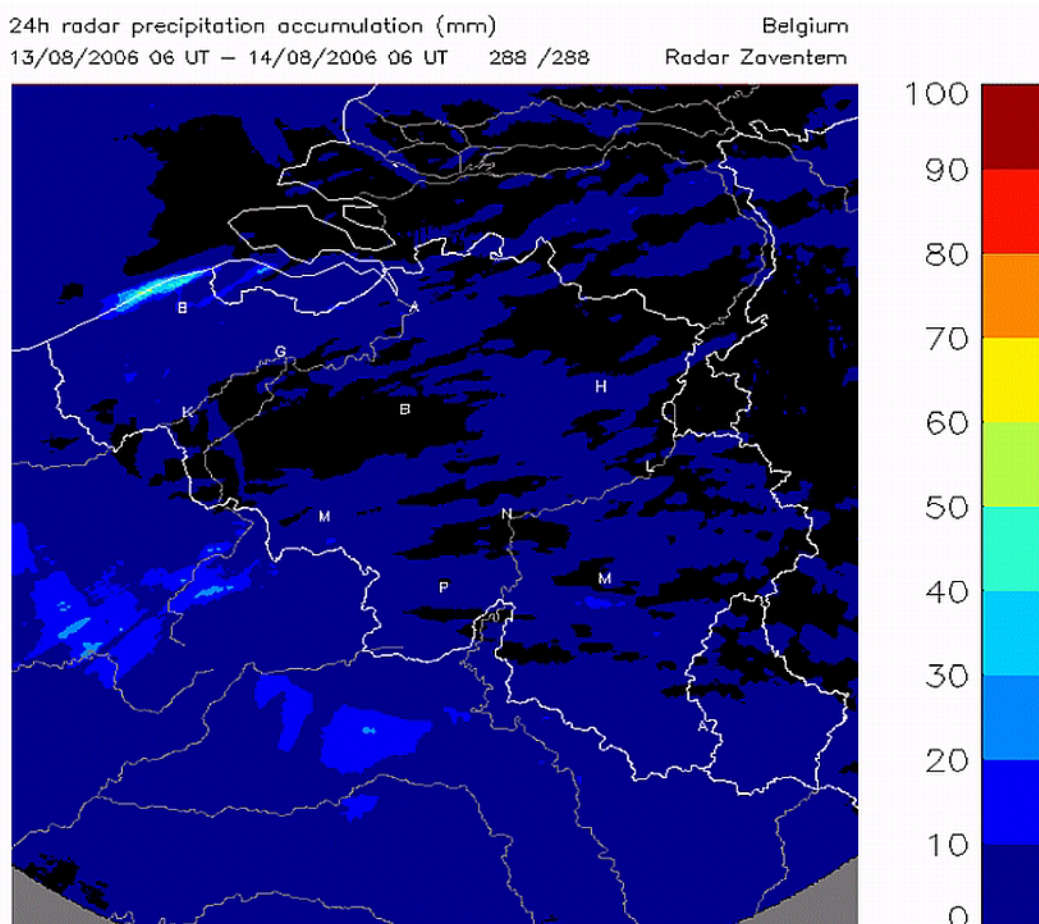
Wat de waarschuwingdrempels betreft, de kleur "oranje" met belangrijke schade tot gevolg werd in 5 van de 6 gevallen correct gekozen. (er werd op sommige plaatsen neerslaghoeveelheden van meer dan 50 mm in 24 uur gemeten) Het laatste geval komt na analyse van de waarnemingskaarten overeen met de waarschuwingdrempel "geel", de kleur die ook correspondeerde met het alarmbulletin van het KMI.

Table 1.5: Bilan des prévisions et avertissements pour les 24 journées en 2006 au cours desquelles les précipitations ont causé des dégâts plus ou moins importants dans le pays

	Nombre de cas observés	Nombre de cas prévus par l'IRM	Taux de réussite des prévisions/avertissements
Ensemble des cas ayant provoqué des dégâts	24	22	91%
Cas liés à l'intervention du Fonds des Calamités (dégâts importants)	7	6	85%

Dans la deuxième partie du tableau, il est à souligner que le cas où une mise en garde de l'IRM n'a pas été lancée concernait un orage intense très localisé, en l'occurrence au littoral (cf. figure 1.2). Les différents modèles de prévision utilisés à l'IRM montraient que notre pays n'était pas sur la trajectoire de cet orage très intense.

En ce qui concerne les seuils d'avertissements, la couleur "orange" a correctement été choisie pour 5 des 6 cas prévus ayant provoqué des dégâts importants (on a en effet par endroits observé des quantités de précipitations supérieures à 50 mm en 24h). Le dernier cas correspond au seuil de précipitations "jaune" après analyse de la carte d'observations, couleur qui correspondait aussi au bulletin d'alerte de l'IRM.



Figuur 1.2. Hoeveelheid neerslag over 24 uur (tussen 13 augustus om 8 uur en 14 augustus om 8 uur) geschat door de radar in Zaventem. De neerslag wordt aangeduid in mm volgens de kleurenschaal rechts van de figuur. Langsheen een deel van de kuststreek geeft de radar zeer plaatselijk hoeveelheden tussen 50 en 70 mm.

Figure 1.2. Quantités de précipitations sur 24 heures (entre le 13 août à 8h et le 14 août à 8h) estimées par le radar de Zaventem. Les précipitations sont données en mm, selon l'échelle de couleur reprise à droite de la figure. Le long d'une partie du littoral, le radar donne très localement des quantités comprises entre 50 et 70 mm.

I.1.2 Verbetering waarschuwingen voor gevaarlijk weer

Numerieke schatting van de maximale windstoten

Voor het weerbureau van het KMI is de voorspelling van de maximale windstoten, tenminste 12 uur vooraf, bijzonder belangrijk, rekeninghoudend met de spectaculaire schade die een zware storm kan veroorzaken. De methode Wind Gust Estimation (WGE) die gebruik maakt van de resultaten van een numeriek voorspellingsmodel om de potentiële windstoten te schatten werden aangepast aan de resultaten van het voorspellingsmodel ALADIN gebruikt op het KMI. Deze objectieve methode vertoont over het algemeen bevredigende resultaten als men ze vergelijkt met de waarnemingen (zie bv figuur 1.3), in het bijzonder voor de windstoten hoger dan 20 m/s. Eveneens zijn, gemiddeld genomen, de geschatte voorspellingen voor een duur van 12 uur vooraf van gelijkaardige kwaliteit dan de voorspellingen gemaakt door de voorspellers voor de windstoten hoger dan 20 m/s. De

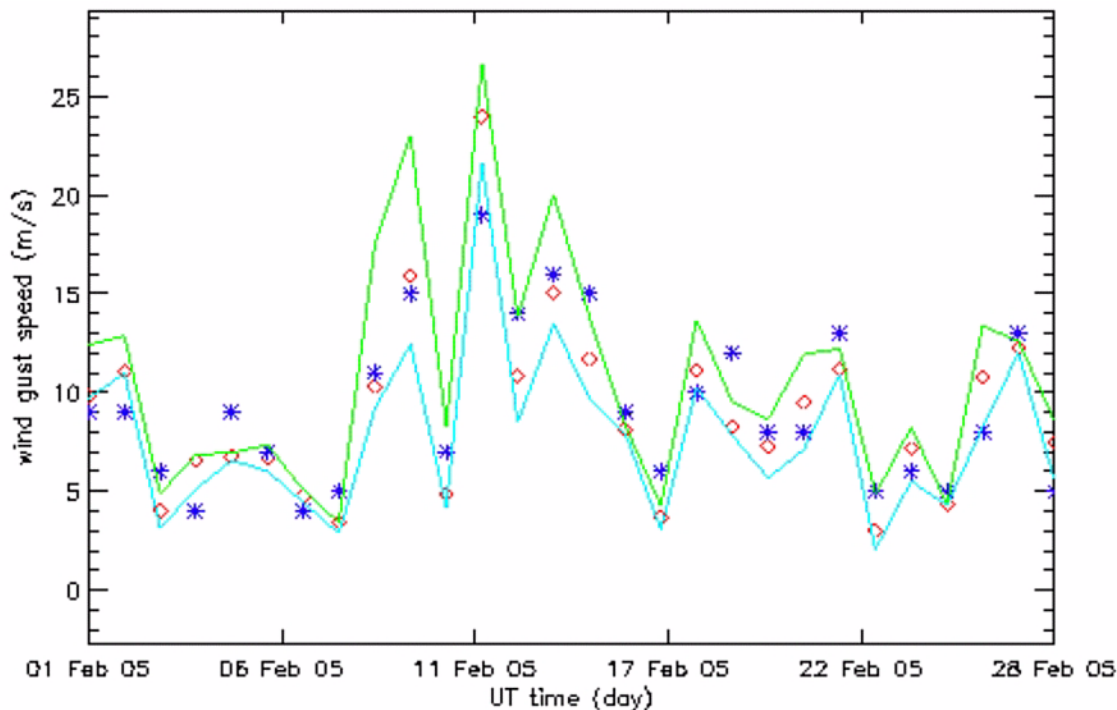
I.1.2 Amélioration des avertissements relatifs aux conditions météorologiques dangereuses

Estimation numérique des pointes maximales de vent

Pour le bureau du temps de l'IRM, la prévision des pointes maximales de vent, au moins 12 heures à l'avance, est particulièrement importante vu les dégâts spectaculaires qu'une violente tempête peut causer. La méthode Wind Gust Estimation (WGE) qui exploite les sorties d'un modèle numérique de prévision pour estimer les pointes de vent potentielles a été adaptée aux sorties du modèle de prévision ALADIN utilisé à l'IRM. Cette méthode objective présente des résultats globalement satisfaisants par rapport aux observations (cf. par exemple la figure 1.3), en particulier pour les pointes supérieures à 20 m/s. De même, en moyenne, les prévisions estimées par la méthode à une échéance de 12 heures sont de qualité similaire aux prévisions fournies par les prévisionnistes pour les pointes supérieures à 20 m/s. La précision de la méthode WGE

nauwkeurigheid van de WGE methode hangt nauw samen met de kwaliteit van de voorspellingen van het model ALADIN ; zij zal dus noodzakelijk in de toekomst moeten evolueren in functie van de veranderingen die aan het voorspellingsmodel zullen worden aangebracht.

dépend étroitement de la qualité des prévisions du modèle ALADIN ; elle est donc appelée à évoluer dans le futur en fonction des modifications qui seront apportées au modèle de prévision.



Figuur 1.3. Evolutie tijdens de maand februari 2005 van de dagelijkse maximale windstoten waargenomen (*) in het station van Florennes en de geschatte waarden voor hetzelfde station door de methode WGE (O). Deze methode geeft eveneens voor de geschatte waarden het betrouwbaarheidsinterval met de bovenste limiet (--) en de onderste limiet (-).

Figure 1.3. Evolution au cours du mois de février 2005 des pointes de vent maximales journalières observées (*) à la station de Florennes et estimées pour cette même station par la méthode WGE (O). Cette méthode donne également pour l'estimation un intervalle de confiance avec une limite supérieure (--) et une limite inférieure (-).

Ensemble Prediction System voor neerslag en waarschijnlijkheden voor hoogwaters en overstromingen

Ontwikkeld in het kader van het project "Hydrological Ensemble Prediction for the Demer and Ourthe (HEPDO)" maakt een automatische procedure iedere dag, sinds de lente 2005, hydrologische voorspellingen aan tot tien dagen voorop voor twee testbekkens, de Demer en de Ourthe. Gebaseerd op de resultaten van het Ensemble Voorspellingssysteem (EPS) van het Europese Centrum voor Weersvoorspellingen op Middenlange Termijn (ECMWF) bestaan deze hydrologische voorspellingen uit voorspellingen van de waarschijnlijkheden dat het debiet van een rivier in een gegeven punt een zekere drempel overschrijdt. Deze voorspellingen zouden moeten toelaten van bij te dragen tot de ontwikkeling van vroegtijdige gewestelijke waarschuwingssystemen voor hoogwaters.

Met dit doel worden de hydrologische voorspellingen voor hun validatie voorgesteld aan de gewestelijke administraties die de hydrologische aspecten tot taak hebben. Het gaat er voor hen namelijk om te bepalen

Système de prévisions d'ensemble pour les précipitations et les probabilités de crues et d'inondations

Développée dans le cadre du projet "Hydrological Ensemble Prediction for the Demer and Ourthe (HEPDO)", une procédure automatique réalise chaque jour, depuis le printemps 2005, des prévisions hydrologiques jusqu'à dix jours pour deux bassins-versants tests, le Démer et l'Ourthe. Basées sur les résultats du Système de Prévisions d'Ensemble (EPS) du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Term (ECMWF), ces prévisions hydrologiques consistent en prévisions de la probabilité que le débit d'une rivière en un point donné dépasse un certain seuil. Ces prévisions devraient permettre de contribuer au développement de systèmes régionaux d'alertes précoces aux crues.

Dans ce but, depuis 2006, les prévisions hydrologiques sont proposées aux administrations régionales en charge des matières hydrologiques pour leur validation. Il s'agit pour celles-ci, notamment, de déterminer à partir de quelle probabilité ces prévisions pourraient être suivies

vanaf welke waarschijnlijkheid deze voorspellingen zouden kunnen gevolgd worden door specifieke acties. Aan de KMI voorspellers werd hen voorgesteld de kaarten met de waarschijnlijkheden voor de neerslag te valideren.

Dit jaar werd, benevens de taken van onderhoud van de procedure en de verificatie op een gespecialiseerde webpagina moesten de rekenprogramma's aangepast worden aan de veranderingen van het numerieke weervoorspellingmodel dat door het ECMWF gebruikt wordt. Inderdaad werd de maaslengthe van 80 op 50 km teruggebracht, wat een betere beschrijving van de meteorologische gebeurtenissen en een verwachte verbetering van de voorspellingskracht toelaat.

I.1.3 Ontwikkeling van een niet-hydrostatisch limited area model

Het onderzoek voor het verbeteren van de modelleringschema's en de numerieke technieken die in het regionale voorspellingsmodel ALADIN gebruikt worden werd in 2006 voortgezet. Mettertijd zal dit toelaten van een versie van het voorspellingsmodel met hogere resolutie in operationele modus te gebruiken.

Ontwikkeling van een hoge resolutie Limited Area Model

Een eerste type van onderzoek heeft toegelaten van een versie van het voorspellingsmodel in de "grijze zone van de convectie" te laten draaien, d.w.z. met maaslengthes begrepen tussen 2 en 6 km die te vergelijken zijn met deze van onweerssystemen. Deze grijze zone stelt delicate problemen aan de modellering en werd voor deze reden meestal ontweken in de meeste gebruikte modellen over de wereld.

Het succes van deze ontwikkeling (een geïntegreerd schema voor de wolken en de neerslag) heeft het mogelijk gemaakt van het internationaal ALARO-0 project te starten dat het samenstellen van een model beoogt dat verenigbaar is met alle resoluties, vanaf een honderdtal km tot aan 1 of 2 km. Het gaat over een bijzondere configuratie van de fysica van het ALADIN model die het gebruik insluit van prognostische veranderlijken (d.w.z. die evolueren met de modelveranderlijken) voor de turbulente kinetische energie in de grenslaag, het water in de wolken, de neerslag en de opwaartse en neerwaartse stromingen in de convectieve systemen, verbeteringen van het radiatief schema en een semi-sequentiële behandeling van de fysische verschijnselen ten einde beter de interacties tussen hen in rekening te brengen.

De prognostische parametrisatie van de diepe convectie is niet-hydrostatisch. Zij laat in veel gevallen toe (en bijna altijd buiten de berggebieden) van consistente

d'actions spécifiques. Les prévisionnistes de l'IRM, quant à eux, se sont vu proposer la validation des cartes de probabilité de précipitation.

Cette année, outre des tâches de maintenance de la procédure et de vérification des prévisions sur un site web spécialisé, les programmes informatiques ont dû être adaptés aux modifications du modèle de prévisions numériques du temps utilisé par l'ECMWF. En effet, la maille est passée de 80 km à 50 km, ce qui permet une meilleure description des phénomènes météorologiques et une amélioration attendue des performances des prévisions.

I.1.3 Développement d'un modèle non hydrostatique à aire limitée

La recherche s'est poursuivie en 2006 pour améliorer les schémas de modélisation et les techniques numériques utilisés dans le modèle de prévision régionale ALADIN. A terme, cela permettra d'utiliser en mode opérationnel une version du modèle de prévision à plus haute résolution spatiale.

Développement d'un modèle à aire limitée à haute résolution

Un premier type de recherche a permis de faire tourner une version du modèle de prévision dans la " zone grise de la convection ", c'est-à-dire avec des tailles de maille comprises entre 2 et 6 km, comparables à celle des systèmes orageux. Cette zone grise pose des problèmes délicats à la modélisation et était pour cela généralement évitée par la plupart des modèles utilisés dans le monde.

Le succès de ce développement (schéma intégré pour les nuages et précipitations) a rendu possible le démarrage du projet international ALARO-0, visant à constituer un modèle compatible avec toutes les résolutions, de la centaine de km jusqu'à 1 ou 2 km. Il s'agit d'une configuration particulière de la physique du modèle ALADIN, qui inclut l'usage de variables pronostiques (c'est-à-dire évoluant avec les variables du modèle) pour l'énergie cinétique turbulente dans la couche limite, l'eau nuageuse, les précipitations et les courants ascendants et descendants des systèmes convectifs, des perfectionnements du schéma radiatif et un traitement semi-séquentiel des différents phénomènes physiques permettant de mieux prendre en compte les interactions entre ceux-ci.

La paramétrisation pronostique de la convection profonde étant non hydrostatique, elle permet dans beaucoup de situations (et quasi toujours hors des régions montagneuses) de fournir des prévisions

voorspellingen te leveren tot op de schaal van 2 km zonder een grote schaal dynamiek te moeten gebruiken die niet-hydrostatisch is (en die toeneemt met de rekentijd).

De figuren 1.4 tonen de gestoorde situatie van de 1ste oktober 2006 aan die aanleiding gaf tot een mini windhoos. Het klassieke ALADIN model met een ruimtelijke resolutie van 7 km had de intense neerslaggebeurtenissen (zie figuur 1.4) niet gedetecteerd. Het geïntegreerde schema ontwikkeld op het KMI neemt des te beter de zones met intense neerslag waar naargelang de resolutie fijner is: op 7 km is er een lichte verbetering in vergelijking met de operationele versie van het model (dank zij de verbeterde fysica) maar de gebeurtenissen blijven te klein vergeleken met de maaslengthe van het model (de gemiddelde waarde op een cel van 49 km² veegt de extreme waarden uit). Daarentegen op 4 km en op 2 km worden de intense gebeurtenissen goed voorspeld en door het model weergegeven (zie figuur 1.4).

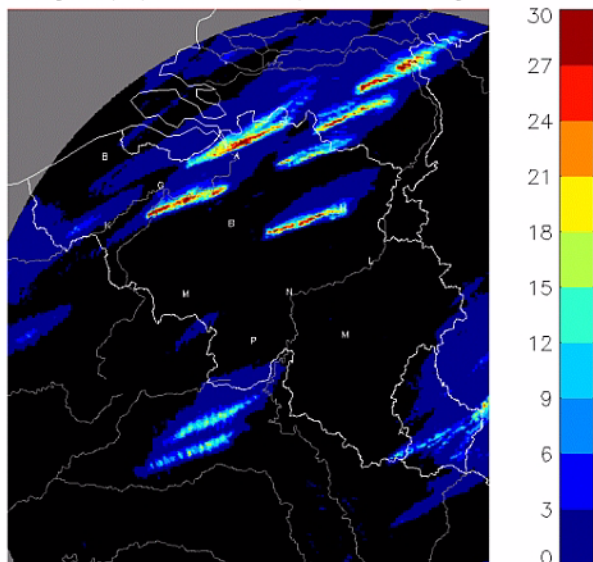
Sinds november 2006 levert een preoperationele versie van het ALADIN model op 7 km voorzien van het geïntegreerde schema dagelijks zijn resultaten aan de voorspellers. Deze versie zal vervangen worden door de ALARO-0 op 4 km naar aanleiding van de versterking van de supercomputer van het KMI.

consistantes jusqu'à l'échelle de 2 km, sans devoir utiliser une dynamique de grande échelle qui soit non hydrostatique (qui augmenterait le temps de calcul).

Les figures 1.4 illustrent la situation perturbée du 1er octobre 2006, qui avait donné lieu à une mini-tornade. Le modèle ALADIN classique avec une résolution spatiale de 7 km n'avait pas détecté les événements pluviométriques intenses (cf. figure 1.4). Le schéma intégré développé à l'IRM perçoit d'autant mieux les zones de précipitation intenses que la résolution est fine : à 7 km, il y a une légère amélioration par rapport à la version opérationnelle du modèle (grâce à la physique améliorée), mais les phénomènes restent trop petits par rapport aux mailles du modèle (la valeur moyenne sur une maille de 49 km² gomme les valeurs extrêmes). Par contre à 4 km et à 2 km, des phénomènes intenses sont bien prévus et rendus par le modèle (cf. figure 1.4).

Depuis novembre 2006, une version pré-opérationnelle du modèle ALADIN à 7 km pourvu du schéma intégré fournit quotidiennement ses résultats aux prévisionnistes. Elle sera remplacée dans le courant de 2007 par ALARO-0 à 4 km, lors du renforcement du super-calculateur de l'IRM.

1h radar precipitation accumulation (mm) Radar Wideumont
Starting at 01/10/2006 17 UT 12 /12 RMI - Belgium



Figuur 1.4. Toestand op 1 oktober 2006 om 18 h UTC. Links de gecumuleerde neerslag tussen 17 en 18 h UTC geschat door de radar te Wideumont. Rechts voor dezelfde periode de neerslagvoorspellingen 18 uur vooruit geleverd door het klassieke ALADIN model met een resolutie van 7 km. De neerslag wordt gegeven in mm/h (zie de kleurschaal). De figuur rechts geeft eveneens de voorspellingen van de luchtdruk (in hPa) om 18 h UTC gereduceerd tot het zeeniveau.

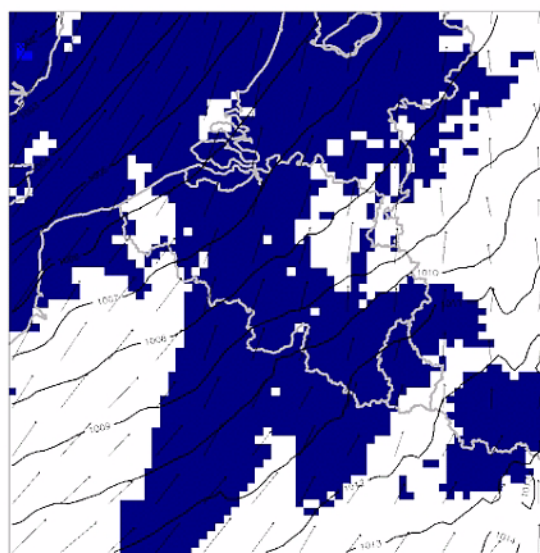
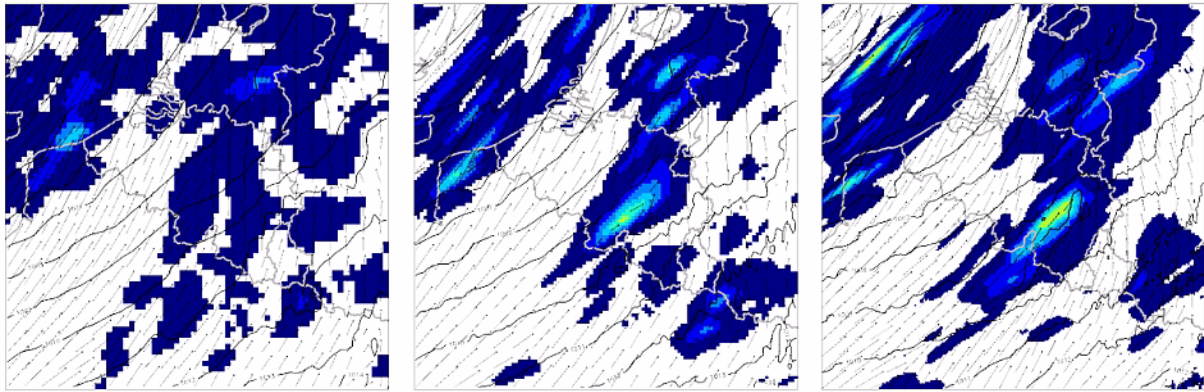


Figure 1.4. Situation du 1er octobre 2006 à 18h UTC. A gauche, les précipitations cumulées entre 17 et 18 h UTC, estimées par le radar de Wideumont. A droite, pour la même période, les prévisions de précipitations fournies 18h en avance par le modèle ALADIN classique à la résolution de 7 km. Les précipitations sont données en mm/h (voir l'échelle de couleur). La figure de droite donne également les prévisions de la pression (en hPa) à 18h UTC, réduite au niveau de la mer.



Figuur 1.5. Idem zoals in figuur 1.4, maar voor het ALADIN model met het nieuwe geïntegreerde schema voor de wolken en de neerslag, en respectievelijk voor een ruimtelijke resolutie van 7 km (links), 4 km (midden) en 2 km (rechts).

Figure 1.5. Idem figure 1.4, mais pour le modèle ALADIN avec le nouveau schéma intégré pour les nuages et précipitations, et respectivement pour une résolution spatiale de 7 km (gauche), 4 km (centre) et 2 km (droite).

Koppeling tussen de fysica en de dynamica

Het op punt stellen van een algemene benadering om de koppeling tussen de fysische parametrisaties en de dynamica in de numerieke weersvoorspellingmodellen startte in 2006. Een vereenvoudigde methode werd aangenomen om systematisch de impact te bestuderen van de fysica-dynamica koppeling op de stabiliteit en het niveau van nauwkeurigheid van de integratieschema's. In een eerste tijd werd deze methode op twee manieren uitgebreid : (i) interactie tussen de fysica-dynamica interface en de reële toestand van de atmosfeer, (ii) de organisatie van de tijdstap in de spectrale atmosferische modellen.

Deze uitgebreide methode werd dan gebruikt om een vergelijking te maken tussen twee reeds bestaande koppelingsstructuren: de eerste aanpak, geheten SLAVEPP (Semi-Lagrangian Averaging of Physical Parameterizations), werd ontwikkeld voor het Geïntegreerd Voorspellingsstelsel (IFS) van het ECMWF. De tweede aanpak, ARPEGE-ALADIN is deze van het globale ARPEGE model van Météo-France, van het corresponderende model op beperkt gebied ALADIN, en recentelijk van AROME, het nieuwe niet-hydrostatische model van Météo-France. De voordelen evenals de nadelen van de twee structuren werden onderzocht in termen van stabiliteit en nauwkeurigheidsgraad, vooreerst met een fysica die uitsluitend door een diffusie proces voorgesteld wordt en vervolgens in het geval van een diffusie proces gekoppeld met een kracht (bij voorbeeld de radiatieve kracht).

Anderzijds hebben tests uitgevoerd in Météo-France aangetoond dat bij een verhoging van de resolutie van het model tot 1 à 2 km, er onechte neerslagactiviteiten optreden in de buurt van de randen van domeinen van de modellen op beperkte gebieden. Het KMI levert in samenwerking met Météo-France en het CHMI (Tsjechisch Hydrometeorologisch Instituut) onderzoek om de formulering van die randvoorwaarden te

Couplage entre la physique et la dynamique

La mise au point d'une approche générale pour étudier le couplage entre les paramétrisations physiques et la dynamique dans les modèles de prévision numérique a débuté en 2006. Une méthode simplifiée a été adoptée pour étudier systématiquement l'impact du couplage physique-dynamique sur la stabilité et le degré de précision des schémas d'intégrations. Dans un premier temps, cette méthode a été étendue de deux façons pour permettre d'étudier : (i) l'interaction entre l'interface physique-dynamique et l'état réel de l'atmosphère, (ii) l'organisation du pas de temps dans les modèles atmosphériques spectraux.

Cette méthode étendue a alors été utilisée pour faire une comparaison entre deux structures de couplage déjà existantes : la première approche, appelée SLAVEPP (Semi-Lagrangian Averaging of Physical Parameterizations), a été développée pour le Système de Prévisions Intégré (IFS) de l'ECMWF. La deuxième approche, ARPEGE-ALADIN, est celle du modèle global ARPEGE de Météo-France, son correspondant à air limitée ALADIN, et plus récemment le nouveau modèle non-hydrostatique de Météo-France AROME. Les avantages ainsi que les inconvénients des deux structures ont été examinés, en termes de stabilité et degré de précision, d'abord avec une physique représentée seulement par un processus diffusif et ensuite dans le cas d'un processus diffusif couplé à un forçage (par exemple le forçage radiatif).

D'autre part, des tests menés à Météo-France ont indiqué qu'une augmentation de la résolution du modèle jusqu'à 1 ou 2 km induit des précipitations factices dans des régions limitées près des frontières des domaines des modèles. L'IRM, en collaboration avec Météo-France et le CHMI (l'Institut hydrométéorologique tchèque), conduit une recherche pour améliorer la formulation de ces conditions aux frontières. En 2006, une nouvelle procédure a été proposée et testée dans un modèle simplifié.

verbeteren. In 2006 hebben wij een nieuwe aanpak voorgesteld en getest in een vereenvoudigd model.

Er is verder onderzoek gedaan naar een procedure om hevige stormen (zoals de bekende Lothar-storm in 1999) in modellen in een beperkt gebied beter te koppelen aan de randen van het domein aan grootschalige globale modellen gebruik makend van een techniek die in het verleden door het KMI werd ontwikkeld: de zogeheten MCUF methode (Monitoring of the Coupling-Update Frequency) die toelaat om de pertinentie van de gebruikte koppelingsgegevens in te schatten alvorens ze te gebruiken in het gekoppelde model.

1.1.4 Verbeteren voorspellingen op korte termijn door gebruik nieuwe satellieten

Betere voorspellingen op zeer korte termijn door gebruik van de nieuwe SAF Nowcasting-producten

De term " Nowcasting " duidt een voorspelling aan op zeer korte termijn, met name voor een periode tot ongeveer drie uur vooruit; deze bestrijkt dus het tijdsinterval tussen de analyse en de korte termijnvoorspelling in meer algemene zin (voor een periode van 6 tot 48 uur vooruit). Bij een dergelijke tijdschaal moet men rekening houden met de evolutie van de weersverschijnselen op mesoschaal, en zelfs op lokale schaal. In de meeste gevallen zal een simpele extrapolatie van de analyse van de weerstoestand niet volstaan om de ontwikkeling van de processen correct weer te geven, in het bijzonder als er op kleine schaal snelle veranderingen optreden. Sommige mesoschaal-verschijnselen worden zelfs niet eens opgemerkt in de analyses van de weermodellen. Het opstellen van zeer korte termijnvoorspellingen kan dus zeer delicaat zijn, juist waar het gaat over zeer lokale maar hevige weersverschijnselen, waarvoor noch een eenvoudige extrapolatie, noch de output van de numerieke modellen echt bevredigende resultaten oplevert.

Teledectiesystemen zoals radar of het SAFIR-systeem zijn zeer nuttig voor het volgen van weersverschijnselen in reële tijd. Ook de satellietbeelden zijn in dit opzicht erg interessant ; de gegevens van de tweede generatie Meteosat (MSG) bestrijken niet alleen een groot gebied, maar hebben bovendien, in vergelijking met de eerste generatie, een grotere ruimte-, tijd- en spectrale resolutie.

Het " SAF Nowcasting " - consortium dat afhangt van Eumetsat heeft een aantal algoritmes ontwikkeld die zich voornamelijk baseren op satellietinformatie. De eindproducten van de algoritmes geven ons informatie over, bijvoorbeeld, de onstabielheid van een luchtmassa, de verschillende soorten wolken, de temperatuur van de

Enfin, pour permettre en cas de violentes tempêtes (comme la tempête bien connue Lothar en 1999) un meilleur couplage aux frontières entre les modèles à aire limitée et les modèles à l'échelle planétaire, une recherche a été menée en se basant sur une technique développée dans le passé à l'IRM. Cette technique, dénommée méthode MCUF (Monitoring of the Coupling-Update Frequency), permet d'estimer la pertinence des données de couplage utilisées avant de les exploiter dans le modèle couplé.

1.1.4 Améliorations des prévisions à courte échéance à l'aide des nouveaux satellites

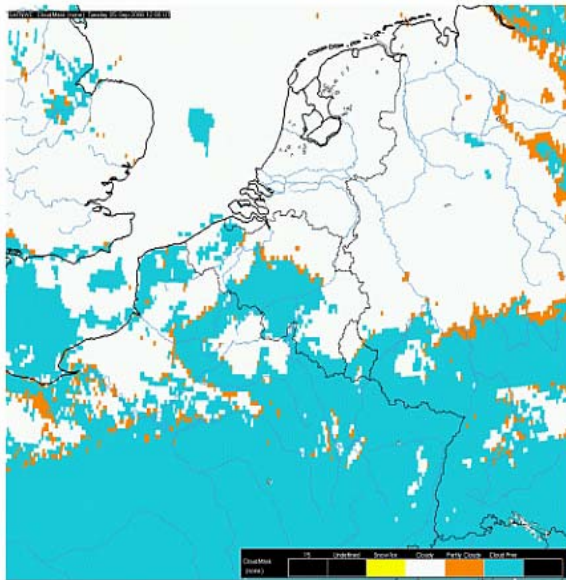
Améliorations des prévisions à très court terme sur base des nouveaux produits du SAF Nowcasting

Le terme " Nowcasting " désigne une prévision à très court terme - typiquement jusqu'à une échéance d'environ 3 heures - couvrant une période de temps intermédiaire entre l'analyse et la prévision plus générale à court terme (6 à 48 heures). Pour une telle échelle temporelle, l'évolution des phénomènes météorologiques à méso-échelles, ou même locaux, doit aussi être prise en compte. Dans la plupart des cas, une simple extrapolation des analyses précédentes ne suffit pas à englober tous les processus atmosphériques régionaux, qui peuvent évoluer rapidement sur des zones très locales. Parfois, ces phénomènes à méso-échelles ne sont même pas perçus dans l'analyse des modèles. La période de prévision " Nowcasting " est à cet égard particulièrement délicate pour les phénomènes sévères pour lesquels ni l'extrapolation ni les seuls produits des modèles numériques ne sont réellement pertinents.

L'utilisation de données de télédétection, comme le RADAR ou le système SAFIR, constitue une bonne source de renseignements pour le suivi de la situation en temps réel. Une autre source d'informations très utile est fournie par les images satellitaires ; celles qui sont issues des satellites Meteosat de Seconde Génération (MSG) couvrent une grande étendue mais sont également pourvues d'une meilleure résolution spatio-temporelle et spectrale que les images de la précédente génération de satellites.

De plus, des algorithmes ont récemment été développés par le consortium européen " SAF Nowcasting " sous la tutelle d'EUMETSAT pour générer différents produits dérivés des données MSG mais qui incluent aussi quelques données d'entrée complémentaires. Ces algorithmes permettent de déduire des produits

toppen van de wolken, de kans op neerslag en de evolutie op zeer korte termijn van onweershaarden (verplaatsing en ontwikkeling). Het belang hiervan voor de zeer korte termijn voorspelling ligt voor de hand. In figuur 1.6 ziet men een voorbeeld van SAF Nowcasting producten die informatie verschaffen over de bewolking.



Figuur 1.6. Voorbeeld van een SAF Nowcasting-product voor 5 september 2006 om 12 u UTC. Op de figuren ziet men de omgeving van België, met links een schatting voor de bewolgingsgraad (volgens kleurcode : blauw = heldere hemel ; oranje = half bewolkt ; wit = betrokken). Rechts wordt het type bewolking weergegeven; van de 21 mogelijke kleurcodes vinden we hier: rood = continent bij heldere hemel, zwart = oceaan bij heldere hemel, donkerbruin = zeer lage bewolking, lichtbruin = lage bewolking.

SAF-Hydrologie (H-SAF) en hydrologische risico analyses

Het project " Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management " (H-SAF) is een " centre of excellence " dat door EUMETSAT opgestart werd en dat tot doel heeft de ontwikkeling van toepassingen voor de schatting van de neerslag, het bodemvocht en de hoeveelheid sneeuw met het oog op hun gebruik in de context van operationele hydrologie.

Een belangrijke activiteit van deze H-SAF bestaat erin de verschillende producten te valideren en van hun inbreng in de hydrologische toepassingen te testen. Het KMI neemt deel aan deze activiteiten van validatie. Methodologieën voor de validatie van deze producten en voor hun assimilatie in de hydrologische modellen werden bestudeerd en werktuigen werden ontwikkeld. De eerste resultaten werden in 2006 geanalyseerd wat betreft de neerslag afgeleid uit de gegevens van de " Unités de Sondage Hyperfréquence Avancé (AMSU) " aan boord van de poolsatellieten, net zoals het bodemvocht (zie figuur 1.7) afgeleid van de gegevens van de

météorologiques supplémentaires comme ceux qui caractérisent l'instabilité d'une masse d'air, le type de nuages et la température de leur sommet, la probabilité de précipitations associée aux nuages ou même de donner une brève extrapolation du développement et du déplacement des cellules orageuses. Des perspectives très intéressantes pour la prévision à très court terme s'ouvrent grâce à l'apport des produits du " SAF Nowcasting ". La figure 1.6 donne un exemple de produits concernant les nuages.

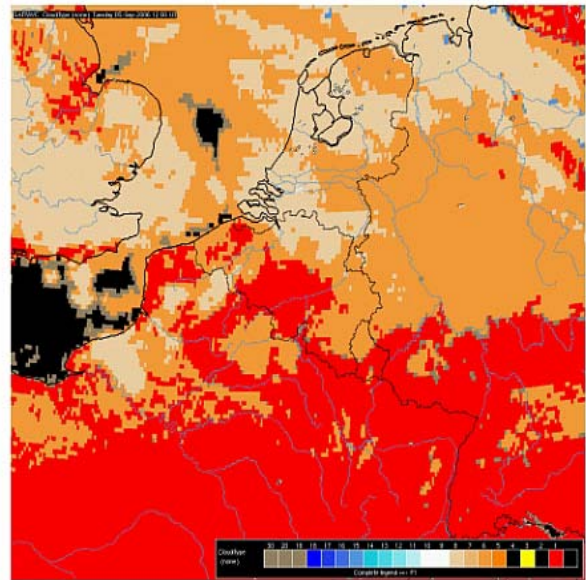


Figure 1.6. Exemple de produits du SAF Nowcasting pour le 5 septembre 2006 à 12 h UTC. Les figures sont centrées sur la Belgique. La figure de gauche donne une estimation de la couverture nuageuse, selon 4 classes de couleur (ici : bleu = ciel serein ; orange = ciel partiellement nuageux ; blanc = ciel couvert). La figure de droite donne le type de nuages, selon 21 classes de couleur (ici, rouge = continent avec ciel serein ; noir = océan avec ciel serein ; brun foncé = nuages très bas ; brun clair = nuages bas).

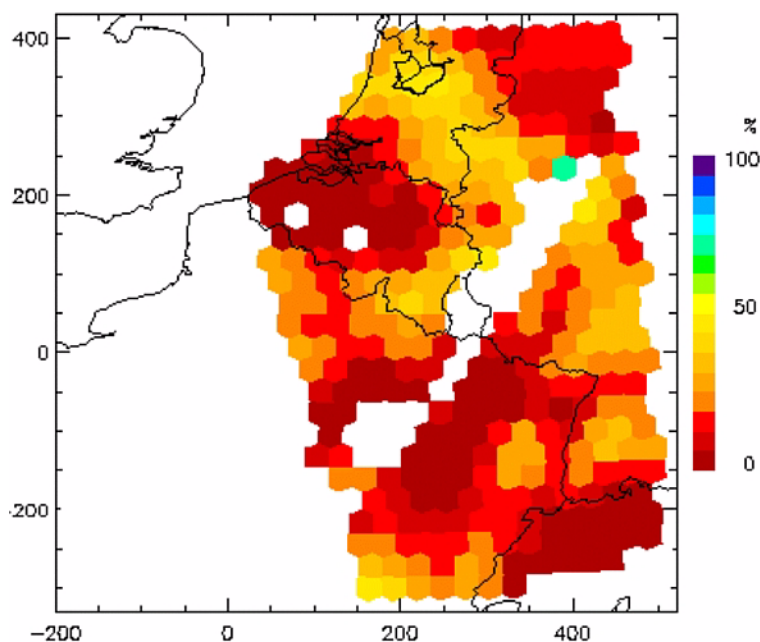
SAF-Hydrologie (H-SAF) et analyses de risques hydrologiques

Le projet " Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management " (H-SAF) est un centre d'excellence initié par EUMETSAT qui a pour objectif le développement d'applications pour l'estimation des précipitations, de l'humidité du sol et de la quantité de neige à partir des données des satellites météorologiques en vue de leur utilisation dans le contexte de l'hydrologie opérationnelle.

Une activité importante de ce H-SAF consiste à valider les différents produits et de tester leur apport dans des applications hydrologiques. L'IRM participe à ces activités de validation. Des méthodologies pour la validation de ces produits et pour leur assimilation dans les modèles hydrologiques ont été étudiées et des outils ont été développés. Des premiers résultats ont été analysés en 2006 en ce qui concerne les précipitations dérivées des données des Unités de Sondage Hyperfréquence Avancé (AMSU) à bord de satellites polaires, de même que l'humidité du sol (cf. figure 1.7)

diffusometer aan boord van de Europese poolsatelliet voor Teledetectie (ERS).

dérivée des données du diffusomètre à bord du Satellite polaire Européen de Télédétection (ERS).



Figuur 1.7. Voorbeeld van bodemvochtkaart geschat met behulp van de diffusometer aan boord van de Europese poolsatelliet op het ogenblik van zijn passage over onze regionen op 10 mei 1993. Het bodemvocht nabij de oppervlakte wordt uitgedrukt in percent volgens de kleurenschaal aangeduid rechts van de figuur.

Figure 1.7. Exemple de carte de l'humidité du sol estimée à partir des données du diffusomètre à bord du Satellite polaire Européen de Télédétection au moment de son passage dans nos régions le 10 mai 1993. L'humidité du sol près de la surface est exprimée en pour cent, selon l'échelle de couleur indiquée à droite de la figure.

I.1.5 Waarschuwingen in verband met het milieu

Waarschuwing ongunstige omstandigheden verspreiding luchtverontreiniging

In het kader van overeenkomsten uit het verleden met de drie Regio's, maakt het KMI iedere winter voorspellingen van de meteorologische omstandigheden die ongunstig zijn voor de verspreiding van pollutanten. Deze voorspellingen zijn gebaseerd op het begrip van de transportduur en worden ondersteund door de resultaten van het model ALADIN vanaf 60 uur vooraf. De gebeurtenissen van de desbetreffende vervuiling, die zich vertaalt in hoge concentraties van fijne stofdeeltjes en/of stikstofdioxide (NO₂), doen zich meestal voor tijdens de koudste maanden van het jaar, hoofdzakelijk bij temperatuursinversies en bij de aanwezigheid van een barometrisch moeras.

De geautomatiseerde detectie van winterse vervuiling omvat twee drempels van belangrijkheid : (a) informatieniveau, dat verwijst naar meteorologische omstandigheden die aanleiding kunnen geven tot hogere vervuilingsniveaus dan gemiddeld; (b) alarmniveau, dat verwijst naar zéér ongunstige

I.1.5 Avertissements liés aux conditions environnementales

Avertissements en cas de conditions défavorables à la dispersion des polluants

Dans le cadre de conventions passées avec les trois Régions, l'IRM effectue chaque hiver des prévisions de conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants. Ces prévisions sont basées sur la notion de longueur de transport et s'appuient sur les sorties du modèle ALADIN à 60 heures d'échéance. Les événements de pollution concernés, qui se traduisent par des concentrations élevées en particules fines et/ou en dioxyde d'azote (NO₂), se produisent essentiellement durant les mois les plus froids de l'année, principalement lors des situations d'inversion thermique et en présence de marais barométrique.

La procédure automatisée de détection des événements de pollution hivernaux comprend deux niveaux de gravité : (a) niveau d'information, qui est à mettre en relation avec des conditions météorologiques pouvant donner lieu à des niveaux de pollution supérieurs à la moyenne ; (b) niveau d'alerte, signifiant des conditions météorologiques très défavorables et susceptibles

meteorologische omstandigheden, die kunnen leiden naar ongewoon hoge concentraties polluanten. Het alarmniveau vereist een expliciete bevestiging van het weerbureau.

Sinds december 2003 in Brussel, januari 2005 in Vlaanderen en januari 2006 in Wallonië, worden deze voorspellingen op operationele wijze gebruikt door de drie Regio's en de Interregionale Cel Leefmilieu (IRCEL). Na analyse van de situatie, en in geval van vervuiling voorzien 24 uur vooraf, zal deze laatste instantie de bevolking informeren via de pers van het te verwachten vervuilingsniveau, de mogelijke risico's voor de bevolking en de te nemen voorzorgen om de aanwezigheid van polluanten in de leefomgeving te beperken.

Het jaar 2006 werd over het algemeen gekenmerkt door een laag aantal ongunstige situaties voor de verspreiding van polluanten. De maand januari en het begin van de maand februari waren de meest kritieke perioden, in het bijzonder de omstandigheden van 1 en 2 februari 2006 die aanleiding gaven tot hoge concentraties van fijne stofdeeltjes en die goed werden voorspeld door het model ALADIN. Het einde van het jaar 2006 en het begin van de winter 2006-2007 werden vooral gedomineerd door de komst van maritieme luchtstromingen die gunstig waren voor de luchtkwaliteit.

Modellering ozonconcentraties bij de grond

In het kader van een actie 1 van Federaal Wetenschapsbeleid startte in 2006 het project CHIMERE. In 2006 werd het chemisch transport model (CTM) CHIMERE geïnstalleerd op de computerinfrastructuur van het KMI. Daarbij werd de mogelijkheid om de modelberekeningen te versnellen door middel van 'parallel computing' gebruikt. Het model werd in een eerste fase gekoppeld aan de meteorologische gegevens van het ECMWF model. Bij wijze van test werden enkele zomerepisodes gesimuleerd. Figuur 1.8 toont bijvoorbeeld de maximale ozonconcentraties bij de grond zoals gesimuleerd met het Chimère model voor 26 juli 2006.

d'induire des concentrations de polluants inhabituellement élevées. Le niveau d'alerte nécessite une confirmation explicite faite par le Bureau du Temps.

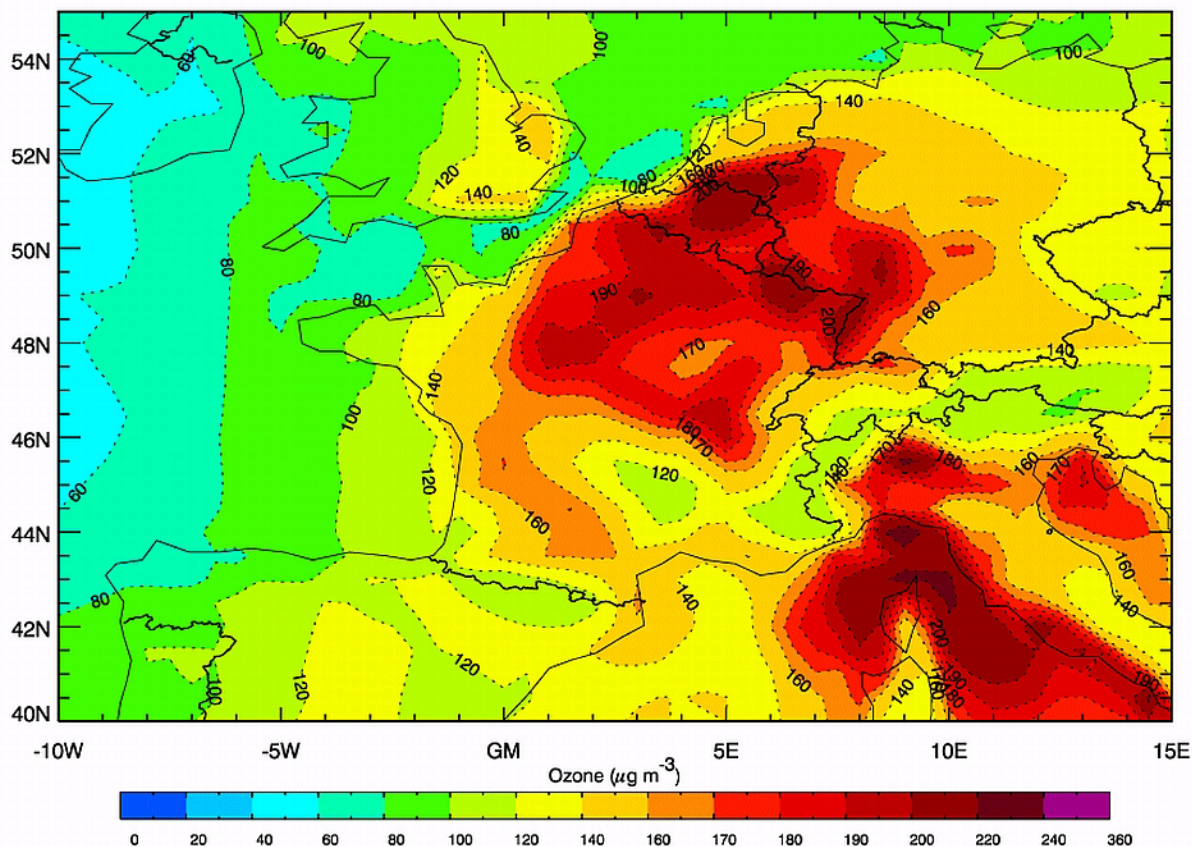
Depuis décembre 2003 à Bruxelles, janvier 2005 en Flandre et janvier 2006 en Wallonie, ces prévisions sont exploitées à des fins opérationnelles par les Régions et par la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE). Après analyse de la situation et en cas d'événement de pollution prévu 24 heures à l'avance, cette dernière informe la population, via la presse, des niveaux de pollution attendus, des risques encourus pour la santé et des comportements à adopter pour limiter la présence des polluants dans l'air ambiant.

L'année 2006 fut globalement marquée par un nombre peu élevé de situations défavorables à la dispersion des polluants. Le mois de janvier et le début du mois de février étaient les périodes les plus critiques, en particulier les situations des 1 et 2 février 2006 qui ont donné lieu à des concentrations élevées en particules fines et qui ont bien été prévues par ALADIN. La fin de l'année 2006 et l'entrée dans l'hiver 2006-2007 furent largement dominés par des entrées d'air maritime favorables à une bonne qualité de l'air.

Modélisation des concentrations d'ozone en surface

Dans le cadre d'un programme Action 1 de la Politique scientifique fédérale, le projet CHIMERE a débuté en 2006. En cours d'année, le modèle de transport chimique (CTM) CHIMERE a été installé sur le support informatique de l'IRM. De plus, le temps de calcul du modèle a pu être réduit en utilisant une programmation parallèle. Dans une première phase, le modèle a été couplé avec les données météorologiques de l'ECMWF. A titre de tests, quelques épisodes de pollution estivale ont été simulés. La figure 1.8 donne, à titre d'exemple, les concentrations maximales d'ozone simulées près de la surface par le modèle CHIMERE pour le 26 juillet 2006.

Max ozone concentrations on 2006-07-26



Figuur 1.8. Maximum ozon concentraties (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor 26/07/2006 gesimuleerd met het CHIMERE model.

Figure 1.8. Concentrations maximales d'ozone (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en date du 26/07/2006, simulées avec le modèle CHIMERE.

Momenteel draait het model op een resolutie van 50 km. Het is voorzien om deze resolutie te verhogen naar 7 km. Hoge resolutie emissiedata en koppeling met een meteorologisch model met een hoge resolutie (Aladin) moeten dit mogelijk maken.

Pour l'instant, le modèle présente une résolution spatiale de 50 km. Il est prévu d'augmenter cette résolution jusqu'à 7 km en utilisant des données d'émissions à haute résolution et par couplage avec les sorties d'un modèle météorologique à maille fine (modèle Aladin).

Een CTM stelt de gebruiker in staat om verschillende pollutanten zoals fijn stof en ozon te modelleren. Het kan eveneens gebruikt worden voor lange termijn simulaties voor emissie controle scenario's (beleid).

Un CTM permet de modéliser le comportement de différents polluants, comme les poussières fines et l'ozone. Il peut aussi être utilisé pour des simulations à plus long terme, dans le cadre d'une politique d'évaluation de scénarios d'émissions.

Daar het KMI over een lange ozon tijdreeks beschikt is het de bedoeling om na te gaan of de informatie die in ozonprofielen van ballonpeilingen aanwezig is een toegevoegde waarde biedt wanneer deze in een CTM geassimileerd worden.

Puisque l'IRM dispose d'une longue série temporelle de mesures d'ozone, l'objectif principal du projet consiste à examiner si l'information contenue dans les profils d'ozone déduits des sondages par ballon offre une valeur ajoutée lorsque ces profils sont assimilés dans un CTM. L'IRM souhaite ainsi contribuer d'un point de vue scientifique à l'amélioration des simulations de prévisions d'ozone.

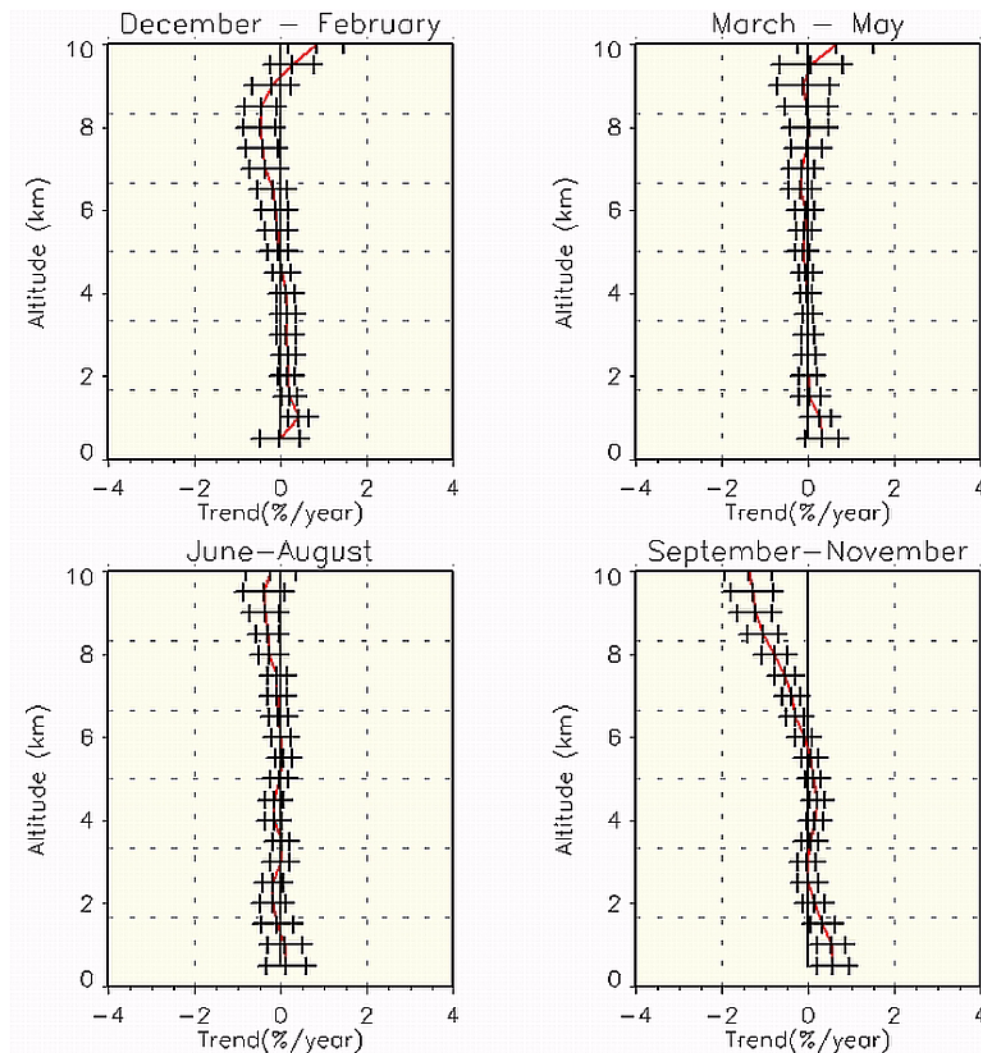
Het KMI wenst eveneens om wetenschappelijk bij te dragen tot de verbetering van de simulaties van ozon voorspellingen.

Een analyse van de ozonprofielen in relatie met trajectories werd uitgevoerd en een manuscript hierover is ingezonden voor publicatie in een peer-reviewed tijdschrift. Trajectories werden gegroepeerd in clusters, en het blijkt dat deze clusters ook verschillende gemiddelde ozonconcentraties opleveren. Dit toont aan dat ozonconcentraties minstens gedeeltelijk bepaald

Une analyse des profils d'ozone a été menée en fonction des trajectoires des masses d'air. Les trajectoires ont été groupées par familles (clustering) et il apparaît que chaque famille correspond à une concentration moyenne d'ozone différente. Cela indique que les concentrations d'ozone dépendent, au moins en partie, de l'origine des masses d'air. La technique du clustering

worden door de oorsprong van de luchtmassa's. De clustering techniek maakte het verder ook mogelijk na te gaan of de waargenomen ozontrends te wijten zijn aan trends in ozon in de brongebieden of door trends in het transport. Uit deze studie kon besloten worden dat er in de periode 1969-2005 geen statistisch significante wijzigingen zijn opgetreden in de dynamica van de atmosfeer. Anderzijds werd wel een positieve ozontrend gevonden voor deze periode wat een indicatie is voor wijzigingen in de concentraties van brongassen in de gebieden van oorsprong van de luchtmassa's.

Er werd ook gekeken naar trends in de troposfeer over de recente periode 1990-2006 gebaseerd op de ozonpeilingen. Zoals te zien in figuur 1.9 zijn er voor de verschillende seizoenen geen significante trends detecteerbaar boven Ukkel in de vrije troposfeer en de menglaag sinds 1990.



Figuur 1.9. Profielen van ozontrends in de troposfeer voor de vier seizoenen, gebaseerd op de ozonpeilingen uitgevoerd in het station van Ukkel van 1990 tot 2006.

permet également de déterminer si les tendances d'ozone observées sont liées à des tendances d'ozone dans les régions d'origine des masses d'air ou à des tendances liées au transport atmosphérique. Il ressort de l'analyse des données qu'aucune modification statistiquement significative n'est intervenue dans la dynamique atmosphérique au cours de la période 1969-2005. Dès lors, l'augmentation d'ozone observée au cours de cette période indique que les concentrations des gaz précurseurs de l'ozone ont dû subir des modifications dans les régions d'où proviennent les masses d'air.

A partir des données des sondages d'ozone, les tendances de concentration dans la troposphère ont également été étudiées sur la période récente 1990-2006. Comme l'indique la figure 1.9 pour les différentes saisons, aucune tendance significative n'est détectable dans la troposphère libre et dans la couche de mélange au-dessus d'Uccle depuis 1990.

Figure 1.9. Tendances des profils d'ozone dans la troposphère pour les quatre saisons, basées sur les sondages d'ozone à la station d'Uccle de 1990 à 2006.

Waarschuwingen voor geomagnetische en ionosferische activiteit

Men noemt " meteorologie van de Ruimte ", alle fenomenen die hun oorsprong in de zon vinden en die een invloed kunnen hebben op de biosfeer, onze technologie en onze activiteiten op aarde en in de ruimte. In het bijzonder heeft de toestand van de meteorologie van de ruimte een grote invloed op de nauwkeurigheid van plaatsbepalingssystemen door middel van satellieten zoals GPS (Global Positioning System) of het Europese systeem Galileo. Zo zijn bijvoorbeeld hevige geomagnetische stormen dikwijls de oorzaak van ernstige verminderingen van de nauwkeurigheid van het GPS systeem. In samenwerking met het departement Zonnestraling van de Koninklijke Belgische Sterrenwacht (KSB), heeft het KMI bijgedragen tot de ontwikkeling van een operationele dienstverlening die toelaat de gebruikers van GPS te informeren over de invloed van de toestand van de meteorologie in de ruimte met betrekking tot de nauwkeurigheid van hun toepassingen. In de praktijk levert het KMI uurlijks de volgende gegevens aan de KSB :

- De totale elektronische inhoud van de ionosfeer gebaseerd op ionosfeerpeilingen uitgevoerd in het Geofysisch Centrum van het KMI te Dourbes (de totale elektronische inhoud is een sleutelparameter om de invloed van de meteorologie van de ruimte op de nauwkeurigheid van het GPS systeem te evalueren).
- Een automatische schatting van de index K van het magnetische station te Dourbes; de index K is een maat voor de lokale variabiliteit van het aardmagnetische veld ; de berekening in quasi reële tijd van de index K laat toe om snel waarschuwingen te versturen naar de GPS gebruikers wanneer het peil van de geomagnetische activiteit een risico vormt voor de nauwkeurigheid van de toepassingen van het GPS systeem.

1.2 Uitbreiden van de kennis over het klimaat

1.2.1 Klimaat en straling

1.2.1.1 SAF ozon: validatie ozonprofielen

Het KMI is partner in de SAF ozon van EUMETSAT voor de validatie van ozonprofielen. In 2006 heeft het KMI de nodige voorbereidingen getroffen voor deze validatie. Na de geslaagde lancering van de METOP satelliet in oktober 2006 treedt de SAF Ozon in een nieuwe fase. In de Continuous Development and

Avertissements liés à l'activité géomagnétique et ionosphérique

On appelle " météorologie de l'Espace ", l'ensemble des phénomènes émanant du Soleil qui peuvent affecter notre biosphère, notre technologie et nos activités sur Terre et dans l'Espace. En particulier, les conditions de la météorologie de l'Espace ont une forte influence sur la précision des systèmes de positionnement par satellites tels que le GPS (Global Positioning System) ou encore le système européen Galileo. Ainsi, par exemple, les tempêtes géomagnétiques sévères sont souvent l'origine de fortes dégradations de la précision du système GPS. En collaboration avec le Département de Physique solaire de l'Observatoire Royal de Belgique (ORB), l'IRM a contribué au développement d'un service opérationnel permettant d'informer les utilisateurs de GPS au sujet de l'influence des conditions de la météorologie de l'Espace sur la précision de leurs applications. En pratique, l'IRM fournit toutes les heures à l'ORB les données suivantes :

- Le contenu électronique total de l'ionosphère obtenu sur base des sondages ionosphériques effectués au Centre de Physique du Globe (CPG) de l'IRM à Dourbes (le contenu électronique total est un paramètre clef pour évaluer l'effet de la météorologie de l'Espace sur la précision du système GPS).
- Une estimation automatique de l'indice K de la station magnétique de Dourbes ; l'indice K est une mesure de la variabilité locale du champ magnétique ; le calcul en quasi temps réel de l'indice K permet d'envoyer rapidement des avertissements aux utilisateurs de GPS lorsque le niveau de l'activité géomagnétique risque de dégrader la précision des applications du GPS.

1.2 Élargissement de la connaissance du climat

1.2.1 Climat et rayonnement

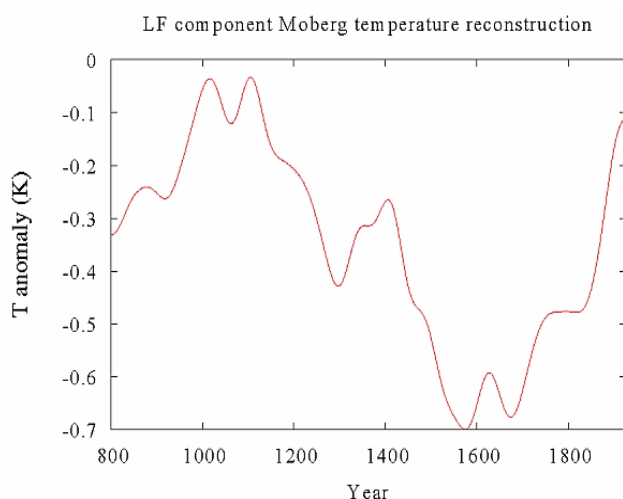
1.2.1.1 SAF ozone: validation de profils d'ozone

L'IRM est partenaire du SAF ozone financé par EUMETSAT pour effectuer la validation de profils d'ozone. En 2006, l'IRM a terminé les préparatifs nécessaires à cette validation. Après le lancement réussi du satellite METOP en octobre 2006, le SAF ozone est entré dans une nouvelle phase. C'est durant cette phase appelée

Operations Phase van de SAF Ozone and Atmospheric Chemistry Monitoring die in 2007 start, zal de effectieve validering plaatsgrijpen. Na lancering van de satelliet volgt een initiële testperiode. Daarna zullen de data van de samenstelling van de atmosfeer van deze satelliet beschikbaar worden. Zodra er voldoende waarnemingen beschikbaar zijn, zullen op het KMI de eerste validaties van ozon, aerosol en NO₂ gegevens gestart kunnen worden.

1.2.1.2 Monitoring van de zonneconstante

Temperatuursreconstructies op lange termijn (zie figuur 1.10 links) tonen een 'middeleeuwse warme periode' (temperatuursmaximum rond 1100) en een 'kleine ijstijd' (temperatuursminimum rond 1600), die het meest aannemelijk verklaard kunnen worden door variaties in de inkomende zonnestraling.



Figuur 1.10. Links: reconstructie van Temperatuursvariates van 800 tot 2000. Rechts: twee reconstructies van de invallende zonnestraling van 1600 tot 2000.

Op 'korte' termijn (kort op een klimaatstijdschaal) varieert de inkomende zonnestraling met de elfjarige zonneactiviteitscyclus die bekend is uit de waarneming van zonnevlekken. Het KMI draagt bij tot de meting van deze variaties met het DIARAD/VIRGO-instrument dat actief is op de SOHO-satelliet sinds het begin van de huidige zonnecyclus in 1996 (zie hoofdstuk waarnemingen). De elfjaarlijkse variaties van de inkomende zonnestraling zijn van de orde van 1 per duizend, en ze veroorzaken temperatuursvariates van de orde van 0,1 °C. Alhoewel deze variaties klein zijn, zijn ze niet te verwaarlozen en moeten ze in rekening gebracht worden om de temperatuurstijging ten gevolge van de broeikasgassen en de temperatuursdaling ten gevolge van de aerosolen correct in te schatten.

De rode curve in figuur 1.10 rechts is de extrapolatie in de tijd van de gemeten elfjaarlijkse variaties van de

Continuous Development and Operations Phase que la validation des données METOP commencera effectivement. Après le lancement d'un satellite commence une période de test et c'est à l'issue de cette période de test que les observations deviennent progressivement disponibles pour la validation. La validation des données d'ozone, de NO₂ et d'aérosols commenceront dès que ces données seront disponibles.

1.2.1.2 Rayonnement solaire incident

La reconstruction sur le long terme des températures (figure 1.10 à gauche) montre une période chaude au Moyen Age (optimum médiéval vers 1100) ainsi qu'une période froide (le petit âge glaciaire aux alentours de 1600) qui vraisemblablement peuvent être expliquées par les variations de l'énergie solaire entrante dans le bilan radiatif.

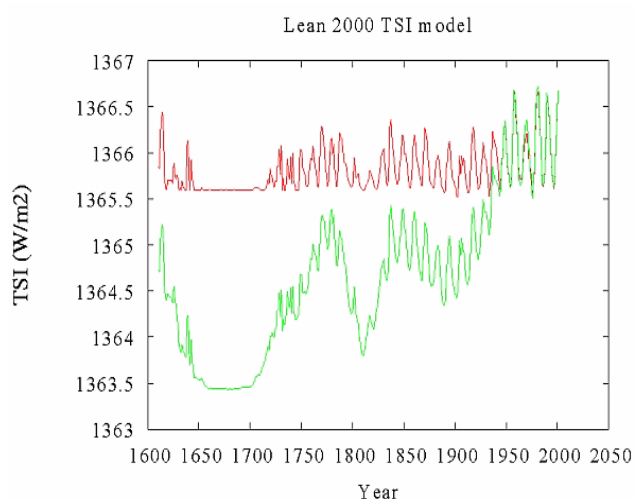


Figure 1.10. Gauche : reconstruction des variations des températures de 800 à 2000. Droite : deux reconstructions du rayonnement solaire incident de 1600 à 2000.

A court terme (court à l'échelle climatique), le rayonnement solaire entrant (en vert et en rouge) varie en relation avec le cycle de 11 ans de notre étoile, cycle connu depuis que l'on observe les taches solaires. On mesure ces variations grâce à l'instrument DIARAD/VIRGO de l'IRM à bord du satellite SOHO depuis le début de l'actuel cycle solaire en 1996 (voir chapitre observations). Les variations sur 11 ans du rayonnement solaire incident sont de l'ordre de 0,1% pouvant rendre compte de variation de température de 0,1 °C. Bien que très petites, ces variations ne sont pas négligeables et doivent être prises en compte pour suivre les variations de la température dues à l'effet de serre et à la variation des aérosols.

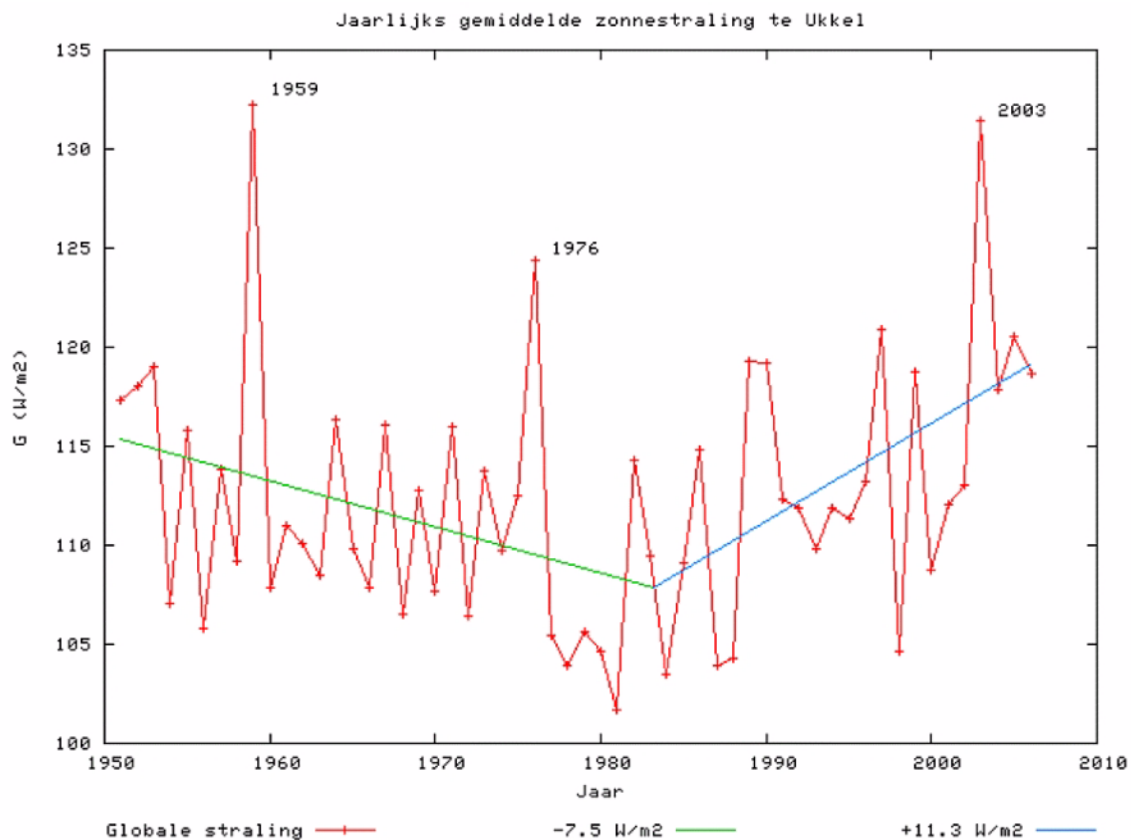
La courbe rouge dans la figure 1.10 à droite est l'extrapolation dans le temps sur le cycle undécennal des variations mesurées du rayonnement solaire incident.

inkomende zonnestraling. De extrapolatie maakt gebruik van de historische waarnemingen van het aantal zonnevlekken. De vlakke periode van 1650 tot 1700 komt overeen met het 'Maunder minimum', toen er op de zon bijna geen zonnevlekken waargenomen werden, en komt ook overeen met het einde van de kleine ijstijd. Om de temperatuursdaling tijdens de kleine ijstijd te verklaren, lijkt de groene curve in figuur 1.10 rechts realistischer. Om de groene curve te bekomen, werd verondersteld dat de zonne-irradiantie niet alleen varieert volgens een elfjaarlijkse cyclus (zoals gegeven door de rode curve), maar dat er een extra lange termijnsvariatie van de zonne-irradiantie bestaat die evenredig is met de amplitude van de elfjaarlijkse cyclus van de zonnevlekken. Het staat niet vast dat deze extra langetermijnsvariatie effectief bestaat en wat haar grootte is. Om haar beter te kennen neemt het KMI deel aan het PICARD-project in samenwerking met Frankrijk en Zwitserland. PICARD is een microsatteliet met voorziene lancering in 2009 die metingen zal maken van de gezamenlijke variaties van de zonnestraling en de zonnediameter. Verwacht wordt dat de zon tijdens 'kalmere' fazes, wanneer ze minder warmte uitstraalt, een grotere diameter heeft. De combinatie van de PICARD metingen met de historische metingen van de zonnediameter zullen een schatting van de zonnestraling tijdens het Maunder-minimum opleveren. De historische reconstructie van de variaties van de zonnestraling, gecombineerd met de temperatuursreconstructie, zullen een meting opleveren van de langetermijnsreactie van het klimaat op aarde op uitwendige verstoringen van de energiebalans van de aarde. Hierdoor zal ook de nauwkeurigheid van de voorspellingen van toekomstige klimaatsveranderingen verbeterd kunnen worden.

L'extrapolation utilise les observations historiques du nombre de taches solaires. La période plane de 1650 à 1700 correspond au minimum de Maunder au cours de laquelle le Soleil ne présentait à l'observation presque aucune tache et correspondant à la fin du petit âge glaciaire. Pour expliquer la chute de température pendant le petit âge glaciaire, la courbe verte dans la figure 1.10 à droite semble plus réaliste. Pour obtenir la courbe verte, on a supposé que l'irradiance solaire ne varie pas seulement selon le cycle de 11 ans comme sur la courbe rouge, mais qu'il y a une variation supplémentaire à plus long terme qui est du même ordre de grandeur que celle associée au cycle undécennal. On ne sait pas encore si cette variation à long terme existe ni quelle est son amplitude. C'est pour mieux l'étudier que l'IRM participe au projet scientifique Picard en collaboration avec la France et la Suisse. Picard est un microsatteliet dont le lancement est prévu pour 2009 et qui mesurera les variations du rayonnement solaire ainsi que le diamètre solaire. On pense que le Soleil pendant les phases plus calmes émet un rayonnement moins énergétique et présente un diamètre plus grand. La combinaison de ces données avec les données historiques sur le diamètre solaire permettra probablement de mieux aborder l'étude du rayonnement solaire pendant le minimum de Maunder. La reconstruction des variations de l'énergie solaire combinées à la reconstruction des températures offrira une meilleure approche de la réponse climatique à ce forçage radiatif. L'évolution du climat pourrait trouver là encore une meilleure source d'étude.

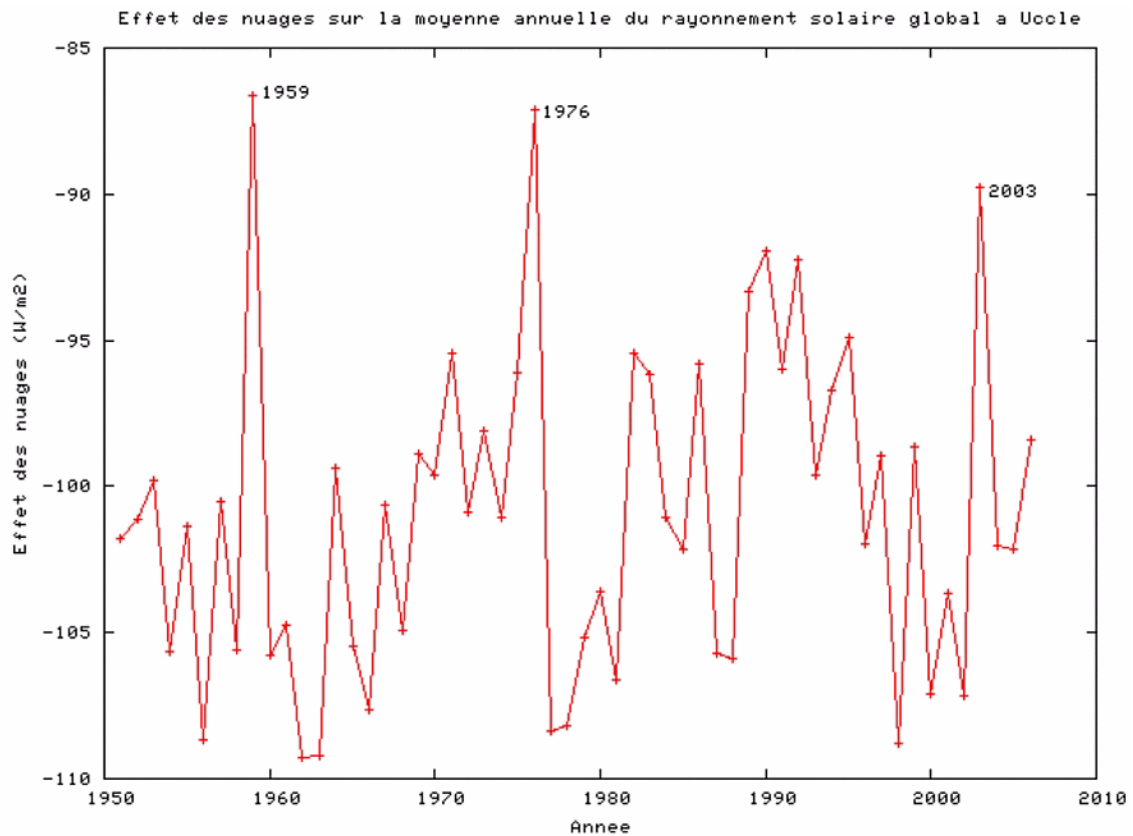
I.2.1.3 Monitoring van de zonnestraling te Ukkel en de energiebalans van de aarde

I.2.1.3 Rayonnement solaire à Uccle et bilan radiatif de la Terre



Figuur 1.11. Jaarlijks gemiddelde van de globale zonnestraling te Ukkel sinds 1951.

Figure 1.11. Variation relative du rayonnement solaire annuel à Uccle depuis 1951.



Figuur 1.12. Effect van de wolken op jaarlijkse globale zonnestraling te Ukkel sinds 1951.

Figure 1.12. Effet des nuages sur la moyenne annuelle du rayonnement solaire global à Uccle depuis 1951.

De globale zonnestraling aan de grond is de hoeveelheid zonne-energie die invalt op een horizontaal vlak. Deze parameter hangt in de eerste plaats af van de hoeveelheid bewolking (een hoge zonnestraling komt overeen met een lage bewolgingsgraad), en in de tweede plaats van de transmissie van de onbewolkte atmosfeer, die op zijn beurt afhangt van parameters zoals de hoeveelheid waterdamp, de hoeveelheid ozon en de aanwezigheid van aerosolen in de atmosfeer.

De langste meetreeks van de globale zonnestraling in België is die in Ukkel, gestart in 1951. De rode curve in figuur 1.12 toont de jaarlijkse gemiddelden van deze globale zonnestraling.

De bekende zonnige en warme jaren 1959, 1976 en 2003 komen naar voren als jaren met een uitzonderlijk hoge zonnestraling. De directe opwarming van het aardoppervlak door de hoge zonnestraling kan op zijn minst gedeeltelijk de hoge temperaturen verklaren, naast een mogelijke advection van warme lucht vanuit de overheersende windrichtingen.

Over de periode van 1951 tot 1984 is er een afname van de zonnestraling met 6,3 % (groene lijn in figuur 1.12). Dit komt overeen met de algemene afname van de zonnestraling die internationaal vastgesteld werd, en die "global dimming"¹ genoemd wordt. Over de periode van 1984 tot 2006 is er een toename van de zonnestraling

Le rayonnement solaire global au sol est la quantité d'énergie solaire qui atteint une surface horizontale. Ce paramètre dépend en premier lieu de l'abondance de la nébulosité (une faible nébulosité entraînant un important rayonnement) et en second lieu de la transparence de l'atmosphère en l'absence de nuages qui a son tour dépend de la quantité de vapeur d'eau, de la quantité d'ozone et de l'abondance des aérosols.

La série la plus longue de mesures du rayonnement global en Belgique est celle d'Uccle qui a commencé en 1951. La courbe en rouge dans figure 1.12 indique les variations des valeurs annuelles du rayonnement global.

Les années réputées ensoleillées et chaudes, 1959, 1976 et 2003 apparaissent comme les années au cours desquelles le rayonnement global a été exceptionnellement élevé. Le réchauffement de la surface peut donc être au moins partiellement imputable au rayonnement solaire, à côté d'une possible advection d'air chaud amené par les vents dominants.

Sur la période 1951 à 1984 le rayonnement solaire diminue de 6,3% (ligne verte dans la figure 1.12). Ce qui est en bon accord avec la diminution générale du rayonnement solaire qui a été établie sur le plan international et qui est appelée "global dimming"¹.

met 9,8 % (blauwe lijn in de figuur 1.11). Dit komt overeen met de recente globale stijging die internationaal door het BSRN (Baseline Surface Radiation Network) vastgesteld werd.

De belangrijkste parameter die de hoeveelheid zonnestraling beïnvloedt, is de hoeveelheid bewolking: als er meer wolken zijn, laten zij minder zonlicht door naar het aardoppervlak. Figuur 1.13 toont het effect van de bewolking op de jaarlijks gemiddelde globale zonnestraling in Ukkel. Dit wolkeneffect wordt gedefinieerd als het verschil tussen de straling op een bewolkte dag en de straling op een onbewolkte dag. Opnieuw zijn de uitzonderlijk zonnige jaren 1959, 1976 en 2003 te onderscheiden, dit waren dus jaren met een uitzonderlijk lage bewolking. De afname van de zonnestraling van 1951 tot 1984 en de toename van 1984 tot 2006 wordt echter in het effect van de wolken niet teruggevonden.

Het Geostationary Earth Radiation Budget (GERB) instrument werd ontwikkeld door het Verenigd Koninkrijk, België en Italië. Het belangrijkste deel van de gegevensverwerking gebeurt op het KMI. Sinds 2003 maakt GERB metingen van de energiebalans boven Europa en Afrika vanaf de Europese geostationaire weersatellieten Meteosat 8 en Meteosat 9, met vrijgave van de GERB-gegevens voor wetenschappelijk gebruik in 2006 (zie hoofdstuk waarnemingen). De analyse van de GERB metingen zal toelaten de verschillende factoren die een rol spelen in klimaatsveranderingen (broeikasgassen, aerosolen, verandering bewolking) te onderscheiden.

Studie van aërosolwaarnemingen te Ukkel

In 2003 werd een methode om de optische dikte van de aërosollaag (AOD) af te leiden uit de standaardwaarnemingen met de Brewerspectrofotometer in gebruik genomen. De validatie van deze methode werd uitgevoerd eind 2005. In 2006 werd deze validatie verder uitgebreid met de invoering van een bijkomende test op de standaardafwijking van de AOD's.

Deze studie toonde aan dat het strikt noodzakelijk is de reële waarden van de filters van de spectrofotometers te kennen om nauwkeurige resultaten te bekomen.

Verskillende internationale samenwerkingsverbanden werden opgestart in 2006. De ruwe basisgegevens van Brewer-spectrofotometers werden verzameld. Zo konden ook de AOD's afgeleid worden voor verschillende

Sur la période 1984 à 2006 on assiste à une augmentation moyenne de 9,8 % du rayonnement global (ligne bleue sur la figure 1.11). Ce qui est en accord avec l'augmentation récente établie à l'échelle internationale par le réseau BSRN. (Baseline Surface Radiation Network).

Le paramètre dominant qui influence le rayonnement solaire est la quantité de nuages : quand il y a plus de nuages, ils laissent passer moins de lumière solaire vers le sol. La figure 1.13 montre l'effet des nuages sur la moyenne annuelle du rayonnement solaire global à Uccle. Cet effet de la nébulosité est défini comme la différence entre le rayonnement durant un jour nuageux et le rayonnement par un jour serein. Comme dans la figure 1.12, les années ensoleillées 1959, 1976 et 2003 sont clairement visibles, donc c'était des années avec une quantité de nuages particulièrement faible. Par contre la diminution du rayonnement solaire entre 1951 et 1984, et l'augmentation de 1984 à 2006 ne sont pas retrouvées dans l'effet des nuages.

L'instrument mesurant le Bilan Radiatif Géostationnaire (Geostationary Earth Radiation Budget ou en abrégé, GERB) a été développé par un consortium regroupant le Royaume Uni, l'Italie, et la Belgique. Le traitement de données est principalement effectué par l'IRM. " GERB " mesure le bilan radiatif au-dessus de l'Europe et de l'Afrique à partir d'instruments se trouvant sur les satellites géostationnaires Meteosat 8 et Meteosat 9 depuis 2003, avec mise à disposition des données pour utilisation scientifique en 2006 (voir chapitre observations). L'analyse des données GERB permettra de discriminer les différents facteurs qui peuvent jouer un rôle dans les changements de climat, (effet de serre, aérosols, changement dans la nébulosité...)

Observations d'aérosols à Uccle

Depuis 2003, une méthode a été implémentée à Uccle pour dériver des épaisseurs optiques des aérosols (AOD) à partir des observations standards avec des spectrophotomètres Brewer. La validation de cette méthode a été faite fin 2005. En 2006, la validation a été améliorée en ajoutant un test sur l'écart type des épaisseurs AOD.

Durant cette étude, il a été prouvé que pour que la méthode soit précise, il fallait impérativement considérer les valeurs réelles des filtres du spectrophotomètre.

Durant cette année, plusieurs collaborations internationales ont été initiées. Les données brutes des spectrophotomètres Brewer ont ainsi été récoltées afin de pouvoir déterminer les AOD à différents endroits de la planète: en Russie (Yacutsk), Portugal (Terceira, Lisbonne, Funchal) et en Italie (Rome).

1. Global dimming: Vermindering van de zonnestralen die de aarde bereiken, gemeten op verschillende plaatsen op aarde.

1. Global dimming: Diminution du rayonnement solaire qui atteint le sol mesuré à plusieurs endroits sur la terre.

streken op aarde: in Rusland (Yacutsk), Portugal (Terceira, Lisbonne, Funchal) en Italië (Rome).

Parallel met bovenstaande activiteiten werd in samenwerking met Prof Dr. Maenhaut van de Universiteit Gent een campagne te Ukkel uitgevoerd om de aerosoleigenschappen te meten. De waargenomen eigenschappen waren: de massa fijn stof, de hoeveelheid koolstofdeeltjes en de grootte en de samenstelling van de aerosoldeeltjes.

De berekening van de AOD's werd eind 2006 verder verfijnd. De validatie hiervan is voorzien voor 2007. Ook de analyse van de resultaten van de campagne in 2006 zal in de nabije toekomst uitgevoerd worden.

Vergelijking van aerosolwaarnemingen met modelresultaten

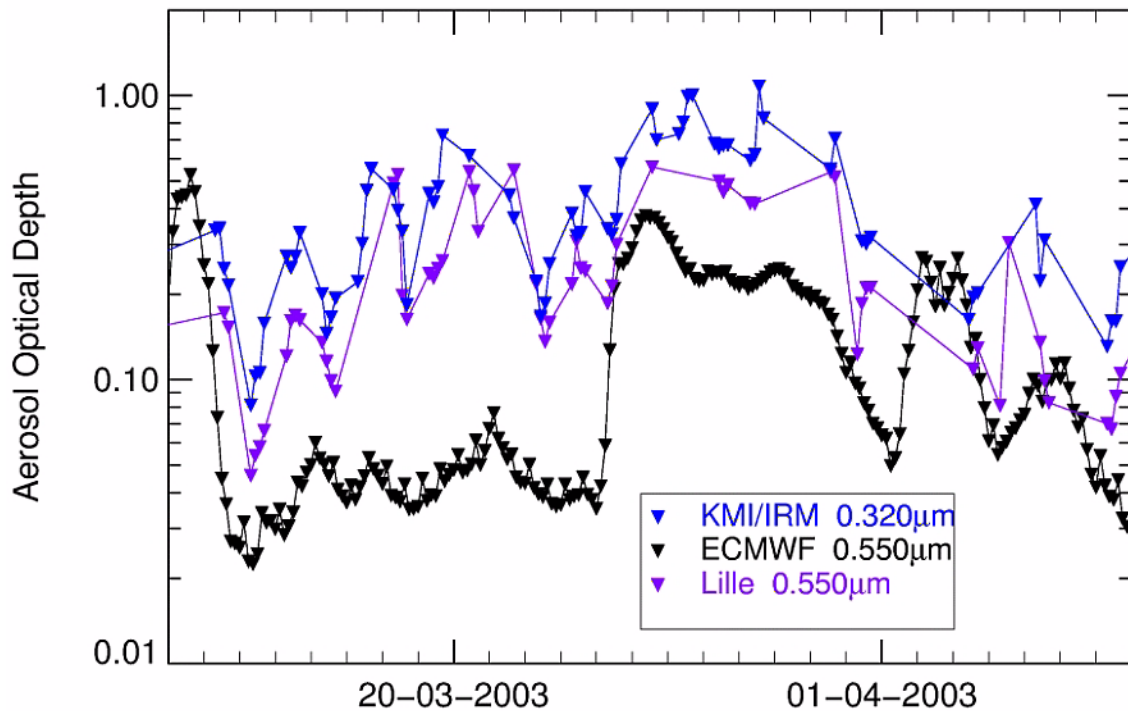
Naast bovenvermeld onderzoek, gefinancierd door Federaal Wetenschapsbeleid, neemt het KMI ook deel aan het Europese project GEMS in het 6de raamprogramma van de EU. In dit project worden modules van modellen voor aerosolconcentraties, broeikasgassen, reactieve gassen en pollutanten gekoppeld aan het geïntegreerde voorspellingsmodel van het ECMWF. De bijdrage van het KMI bestaat erin de resultaten van de aerosolmodule te vergelijken met onafhankelijke waarnemingen (d.w.z. waarnemingen die niet gebruikt werden als input van het model of in assimilatie technieken). Het KMI gebruikt hiervoor de AOD van de Brewer instrumenten en aerosolwaarnemingen over oceanen met SEVERI. Figuur 1.13 toont een representatieve vergelijking voor vier weken in 2003 voor het station Ukkel. De metingen van het KMI zijn altijd hoger dan het model maar het relatief verloop is gelijksoortig - zowel de toenames als de afnamen worden in het model en in de metingen gezien. Het verschil tussen onze metingen en het model zou veroorzaakt kunnen zijn door het verschil in de beschouwde golflengte (320 resp. 550 nm). De figuur toont echter ook de metingen te Lille bij dezelfde golflengte dan het model en die blijken zeer dicht bij de metingen te Ukkel liggen. Dat kan betekenen dat het model de typische aerosolsamenstelling voor steden nog mist, bijvoorbeeld het fijn stof van uitlaatgassen van het verkeer. Dit soort feedback van de vergelijkingen zal gebruikt worden om verbeteringen in het aerosolmodel aan te brengen.

Parallèlement à ces activités, une campagne de mesure en collaboration avec l'Université de Gand, et notamment avec le Prof Dr Maenhaut, a été réalisée. Le but de cette campagne était de mesurer les caractéristiques des aérosols tels la masse de la poussière fine, des particules de carbone, le type d'aérosol et leur taille.

Fin 2006, un nouveau test a été implémenté pour affiner le calcul des AOD. La validation de ce test est envisagée début 2007. On prévoit aussi l'analyse des résultats de la campagne de 2006.

Vérification des observations des aérosols à l'aide de modélisations

En plus des activités de recherche mentionnées ci-dessus et financées par la Politique scientifique Fédérale, l'IRM est membre du projet européen GEMS financé par le 6^e programme cadre de l'Union européenne. Une partie de ce projet consiste à coupler au modèle de prévision de l'ECMWF des modules qui contiennent une modélisation des concentrations en aérosols, des gaz à effet de serre et des polluants et gaz réactifs. La contribution de l'IRM consiste à comparer les données du modèle d'aérosols à des mesures indépendantes (càd à des mesures qui ne sont pas utilisées en entrée dans le modèle ou dans le processus d'assimilation.) L'IRM utilise les données d'AOD dérivées des mesures des instruments Brewer ainsi que des mesures d'aérosols au-dessus de l'océan fournies par l'instrument SEVIRI. La figure 1.13 montre un exemple de comparaison à l'aide de 4 semaines de données d'observations à Uccle. Le graphique montre que les données d'Uccle sont systématiquement plus élevées que les données de l'ECMWF mais que la variabilité est correctement représentée (les augmentations et diminutions sont reproduites par le modèle). La différence entre nos mesures et le modèle peut être due en partie au fait que les longueurs d'onde utilisées sont différentes (320nm et 550nm respectivement). Les données de la station de Lille sont aussi reprises sur le graphique. Ces données correspondent à la même longueur d'onde que le modèle mais sont très proches des mesures d'Uccle. Cela peut vouloir dire que le modèle ne peut représenter correctement la composition des aérosols dans les grandes villes, comme par exemple les poussières fines émises par le trafic routier. Ces comparaisons entre le modèle et les observations sont utilisées pour corriger et améliorer le modèle.



Figuur 1.13. Vergelijking van de AOD van een testrun van het ECMWF-model met waarnemingen van AOD te Ukkel met de Brewer-spectrofotometer en met gegevens van een zonnemeter te Lille uit het AERONET-netwerk.

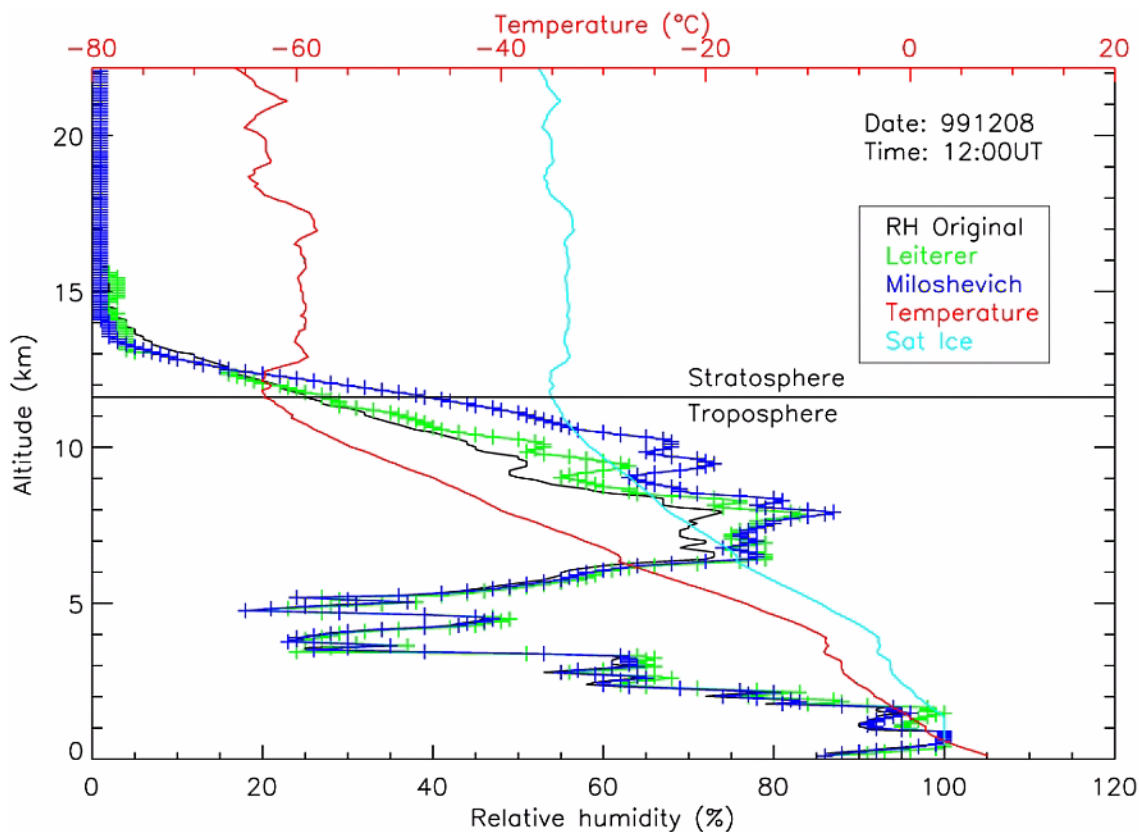
Figure 1.13. Comparaison entre les AOD produites par le modèle de l'ECMWF et les mesures d'AOD effectuées à Uccle par le spectrophotomètre Brewer et à Lille par le réseau AERONET.

1.2.1.4 Analyse van waterdampwaarnemingen

Het KMI beschikt onder andere over een lange tijdreeks van verticale profielen van vochtigheid. Aangezien waterdamp een belangrijke rol speelt in de stralingsbalans van de atmosfeer is het belangrijk eventuele (zelfs kleine) wijzigingen in de hoeveelheden waterdamp te kunnen vaststellen. Het KMI neemt deel aan het project AGACC (Advanced exploitation of Ground based measurements for atmospheric Chemistry and Climate applications) dat loopt in het programma voor duurzame ontwikkeling en onderzoek (PODO III) van Federaal Wetenschapsbeleid. Eén van de bijdragen van het KMI tot dit project is het verbeteren van de tijdreeks van vochtigheidsprofielen, uitgevoerd sinds 1990 en dit vooral in het gebied rond de tropopauze. In de loop van 2006 werd nagegaan welke correctieprocedures voor bekende afwijkingen voorgesteld zijn in de literatuur. De procedures die relevant zijn voor de waarnemingen te Ukkel werden geïmplementeerd. Om de correctieprocedure uit te voeren diende een inventaris opgemaakt te worden van de gebruikte types van vochtigheidssensoren. In de nabije toekomst zal de tijdreeks van vochtigheidsprofielen sinds 1990 gehomogeniseerd worden, zodat ze klaar zal zijn voor gebruik in trendanalyses. Een voorbeeld van het effect van de correctieprocedures op een vochtigheidsprofiel wordt getoond in figuur 1.14.

1.2.1.4 Analyse des données d'humidité

L'IRM dispose d'une longue série d'observations du profil vertical d'humidité dans l'atmosphère. Etant donné l'importance du rôle que joue la vapeur d'eau dans l'équilibre radiatif de l'atmosphère, il est important de pouvoir étudier d'éventuelles variations, même faibles, de la concentration en vapeur d'eau dans l'atmosphère. Dans ce but, l'IRM a pris part au projet AGACC (Advanced exploitation of Ground based measurements for atmospheric Chemistry and Climate applications) qui fait partie du programme pour la recherche et le développement durable de la politique scientifique fédérale. Une des contributions de l'IRM à ce projet est l'amélioration de la série de données de profils d'humidité à partir de 1990 et essentiellement dans la région de la tropopause. Le travail en 2006 a consisté en l'analyse des différentes méthodes de correction décrites dans la littérature. Les méthodes pertinentes pour les mesures effectuées à Uccle ont été implémentées. Pour pouvoir implémenter ces méthodes de correction, il a fallu créer un inventaire complet des différents types de senseurs d'humidité qui furent utilisés depuis 1990. Dans un avenir proche, la série des observations d'humidité sera homogénéisée à partir de 1990 et sera prête à être utilisée pour des analyses de tendances. La figure 1.14 donne un exemple de procédure de correction pour un profil d'humidité.



Figuur 1.14. Vergelijking tussen 2 correctiemethodes (Leiterer en Miloshevich) van de verticale profielen van waterdamp, gemeten op 08/12/1999 om 12u00 UT. Vooral in het gebied rond de tropopauze zijn er grote verschillen.

Figure 1.14. Comparaison entre 2 méthodes de correction (Leiterer et al, Miloshevich et al) du profil vertical d'humidité, mesuré le 08/12/1999 à 12h00 UT. Les plus grandes différences sont observées dans la région de la tropopause.

1.2.2 Schatting van de evapotranspiratie in Europa

Sinds enkele jaren heeft EUMETSAT de ontwikkeling ingezet van een netwerk van SAFs ("Satellite Application Facility") om nieuwe producten te ontwikkelen die afgeleid worden uit de waarnemingen van Europese satellieten. Iedere SAF is gewijd aan een bijzonder thema en wordt gecoördineerd door een specifiek onderzoekscentrum in Europa.

De karakterisering in quasi-reële tijd van de continentale oppervlakken werd toevertrouwd aan de SAF-Land of de LSA-SAF ("Land Surface Analysis"). Europa wordt als een prioriteit beschouwd door de satellieten van de reeks MSG. Het KMI neemt deel aan de LSA-SAF en is verantwoordelijk voor het op punt stellen van een algoritme voor de schatting van de evapotranspiratie (ETR) door teledetectie. De ETR is een van de belangrijkste termen uit de waterbalans. Zijn meest nauwkeurige schatting in een punt van het oppervlak is van groot belang in de domeinen van de meteorologische modellering en in de studies in verband met de hydrometeorologie.

1.2.2 Estimation de l'évapotranspiration en Europe

Depuis quelques années, EUMETSAT a initié le développement en Europe d'un réseau de SAFs ("Satellite Application Facility"). Le but est de développer de nouveaux produits dérivés des observations des satellites européens. Chaque SAF est dédiée à un thème particulier et est coordonnée par un centre de recherche spécifique en Europe.

La caractérisation en temps quasi-réel des surfaces continentales a été confiée à la SAF-Land ou LSA-SAF ("Land Surface Analysis"). L'Europe est considérée en priorité au moyen des satellites de la série MSG. L'IRM participe à la LSA-SAF et est responsable de la mise au point d'un algorithme d'estimation de l'évapotranspiration (ETR) par télédétection. L'ETR étant un des termes les plus importants du bilan hydrique, son estimation la plus précise possible en un point quelconque de la surface est d'un intérêt tout particulier dans les domaines de la modélisation météorologique et dans les études relatives à l'hydrométéorologie.

En 2005, une première version de l'algorithme avait été transmise à l'Institut hôte de la LSA-SAF, l'Institut

In 2005 werd een eerste versie van het algoritme overgedragen aan het LSA-SAF gastinstituut; het Portugese Meteorologisch Instituut (IM). Deze versie leverde echter slechts schattingen voor de zones met heldere hemel. Verschillende varianten van het algoritme werden toen bestudeerd om dit nadeel te overwinnen.

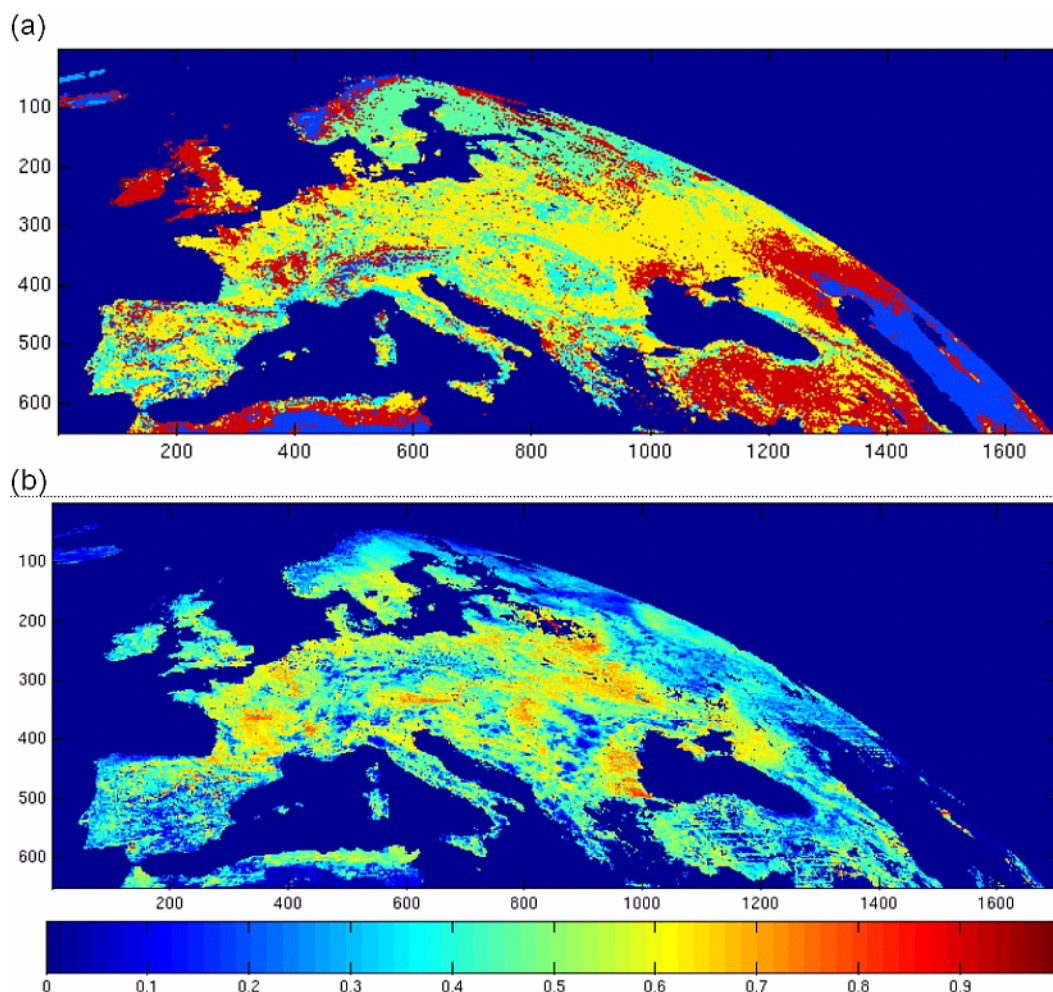
Begin 2006 werd de meest performante variante geselecteerd van het algoritme dat schattingen van de ETR levert voor alle bewolgingsgraden. Als ingangsveranderlijken worden drie velden gebruikt die afgeleid zijn uit MSG: het albedo van het oppervlak en de invallende radiatieve fluxen in het domein van het zichtbare en van het infrarood. Een andere bijzonderheid van deze versie is de exploitatie van de gegevensbank ECOCLIMAP die recentelijk door Météo-France ontwikkeld werd. Deze gegevensbank levert hulpgegevens betreffende de natuur van het oppervlak en de nuttige parameters voor het model.

Deze tweede versie van het model werd intensief getest op lokale (vergelijking met de meetstations) en op regionale (vergelijking met de resultaten van de meteorologische modellen) schaal. De resultaten zijn zeer bevredigend en werden voorgesteld op een workshop die de toekomstige geïnteresseerde gebruikers van de LSA-SAF gegevens verenigde. De programmering op maat van deze versie werd beëindigd en aan het gastinstituut meegedeeld voor implementering. Sindsdien worden de resultaten ieder half uur gegenereerd in quasi-reële tijd en ze zijn sinds november 2006 voor iedereen toegankelijk op de LSA-SAF website mits een gewone registratie als "beta-gebruiker".

Météorologique (IM) Portugais. Cette version présentait l'inconvénient de ne fournir des estimations que pour les zones de ciel clair. Différentes variantes de l'algorithme avaient alors été mises à l'étude pour pallier à cet inconvénient.

Au début 2006, la variante la plus performante de l'algorithme fournissant des estimations de l'ETR pour toutes conditions de nébulosité a été sélectionnée. Elle utilise comme donnée d'entrée trois champs dérivés de MSG : l'albédo de surface et les flux radiatifs incidents dans le domaine visible et infra-rouge. Une autre particularité de cette version est d'exploiter la base de données ECOCLIMAP récemment développée par Météo-France. Cette base de données fournit des données auxiliaires sur la nature de la surface et les paramètres utiles au modèle.

Cette deuxième version du modèle a été testée intensivement à l'échelle locale (comparaison aux stations de mesures) et régionale (comparaison aux résultats de modèles météorologiques). Les résultats sont très satisfaisants et ont été présentés à un workshop réunissant les futurs utilisateurs intéressés par les données de la LSA-SAF. La programmation sur grille de cette version a été finalisée et communiquée à l'Institut hôte pour implémentation. Depuis lors, des résultats sont générés en temps quasi-réels toutes les demi-heures et sont accessibles à tous depuis novembre 2006 sur le site Internet de la LSA-SAF moyennant un simple enregistrement comme " beta-utilisateur ".



Figuur 1.15. : (a) De natuur van het oppervlak bekomen uit de gegevensbank ECOCLIMAP en geprojecteerd volgens de invalshoek van de MSG satelliet; (b) Voorbeeld van een kaart van de evapotranspiratie (mm h-1) berekend voor de 26ste juli 2006 om 12h30.

Figure 1.15. (a) Nature de la surface extraite de la base de données ECOCLIMAP et projetée selon l'angle de vue du satellite MSG ; (b) Exemple d'une carte d'évapotranspiration (mm h-1) calculée pour le 26 juillet 2006 à 12h30.

In het tweede gedeelte van 2006 werd een studie aangevangen over de vegetatieparameters die sinds kort door de LSA-SAF gegenereerd worden. Het doel van deze studie is de informatie van de ECOCLIMAP gegevensbank te vervolledigen met behulp van meer gedetailleerde informatie over de evolutie in de tijd van de karakteristieken van het oppervlak. Deze studie moet in 2007 verdergezet worden.

Uiteindelijk zijn er in 2006 nog activiteiten gedefinieerd en beschreven voor het geheel van de partners van de LSA-SAF, die uit te voeren zijn in de loop van de volgende fase CDOP ("Continuous Development and Operational Phase"). Deze activiteiten werden goedgekeurd door de EUMETSAT Raad in december 2006. De nieuwe fase zal in maart 2007 starten en zich over 5 jaar uitspreiden.

La deuxième partie de l'année 2006 a permis d'initier une étude des paramètres de végétation générés depuis peu par la LSA-SAF. L'objectif de cette étude est de compléter l'information contenue dans la base de données ECOCLIMAP par des informations plus détaillées sur l'évolution temporelle des caractéristiques de la surface. Cette étude doit se poursuivre en 2007.

Finalement, l'année 2006 a encore été mise à profit pour définir et décrire, pour l'ensemble des partenaires de la LSA-SAF, les activités à mener au cours de la future phase CDOP ("Continuous Development and Operational Phase"). Ces activités ont été approuvées par le Conseil d'EUMETSAT en décembre 2006. Cette nouvelle phase débutera en mars 2007 et s'étendra sur 5 ans.

1.2.3 Klimaat en geofysica

1.2.3.1 Diepe interne aarde

Numerieke analyses van geomagnetische modellen werden uitgevoerd. Deze modellen, gebouwd met de gegevens van alle magnetische observatoria en satellietwaarnemingen, laten toe een globaal beeld op te bouwen van het geomagnetisch veld. Dit beeld zal gebruikt worden voor de bepaling van de vloeistofbewegingen aan het oppervlak van de vloeibare aardkern. Anderzijds werden geomagnetische dynamo modellen bestudeerd. Verdere studies van het magnetisme van de aardkern focusten op de opbouw van een model bestaande uit radiale dipolen opgesteld op verschillende diepten in de aardkern. Het doel is het model te veralgemenen tot een distributie van circulaire stromen.

1.2.3.2 Omgevingsmagnetisme

De materialen en de gebakken archeologische structuren leveren unieke registraties op van de richting en de intensiteit van het aardmagnetisch veld in het verleden. Deze elementen kunnen op een absolute manier bepaald worden door de archeomagnetische methode toe te passen. De registraties zijn niet alleen belangrijk om onze kennis over de eigenschappen van het veld en zijn oorsprong te verbeteren, maar ook om de mogelijke bindingen tussen het geomagnetisme en het klimaat te vinden. Momenteel zijn zulke registraties in Europa onregelmatig, zowel in de tijd als in de ruimte. Drie ovens, ontdekt tijdens een reddingsopgraving op een hoog-middeleeuwse archeologische site te Corroy le Grand (België), werden onderzocht en archeomagnetisch gedateerd en hebben in het bijzonder gediend om de intensiteit van het toenmalig veld te bepalen. De archeologische context wijst op een werking van de ovens tussen de tweede helft van de 10de en de 12de eeuw van onze tijdrekening. De stabiele karakteristieke remanente magnetisatie die met de initiële magnetisatie overeenkomt, werd geïsoleerd door partiële demagnetisaties in toenemende alternatieve velden. Gezien de site niet te ver verwijderd is van Parijs, werden archeomagnetische data voorgesteld voor het stopzetten van de werking van de ovens gebaseerd op de richting (declinatie en inclinatie) van de karakteristieke remanente magnetisatie, door vergelijking met de standaardkromme van de seculiere variatie te Parijs en door gebruik te maken van de waarschijnlijkheidsdichtheden. Deze data bevestigen de veronderstelde archeologische ouderdom en geven nauwkeuriger limieten voor het stopzetten van de werking van de ovens.

1.2.3 Climat et géophysique

1.2.3.1 Terre interne profonde

Des analyses numériques de modèles géomagnétiques ont été réalisées. Ces modèles, construits à partir de données issues de l'ensemble des observatoires magnétiques et des observations satellitaires, permettent de bâtir une image globale du champ. On désire utiliser cette image pour déterminer les mouvements des fluides à la surface du noyau liquide de la Terre. D'autre part des modèles de la dynamo terrestre ont été étudiés. D'autres études du magnétisme du noyau terrestre se sont concentrées sur l'assemblage d'un modèle constitué de dipôles radiaux disposés à différentes profondeurs de ce noyau. Le but est de généraliser le modèle à des distributions de courants circulaires.

1.2.3.2 Magnétisme environnemental

Les matériaux et les structures archéologiques cuits fournissent des enregistrements uniques de la direction et de l'intensité du champ magnétique de la Terre dans le passé, éléments qui peuvent être déterminés de manière absolue en appliquant la méthode archéomagnétique. Ces enregistrements sont importants non seulement pour améliorer notre connaissance des propriétés du champ et de son origine mais également pour trouver des liens possibles entre le géomagnétisme et le climat. Actuellement, de tels enregistrements en Europe sont irréguliers à la fois dans le temps et dans l'espace. Trois fours qui ont été découverts lors d'une fouille de sauvetage dans un site archéologique du haut moyen âge à Corroy le Grand (Belgique) ont été examinés et datés archéomagnétiquement et ont servi en particulier pour des déterminations de l'intensité du champ de l'époque. Le contexte archéologique indique un fonctionnement des fours entre la seconde moitié du 10ème siècle et le 12ème siècle AD. L'aimantation rémanente caractéristique stable, qui correspond avec l'aimantation initiale, a été isolée par des désaimantations partielles dans des champs alternatifs croissants. Comme le site est peu éloigné de Paris des dates archéomagnétiques ont été proposées pour l'arrêt du fonctionnement des fours, basées sur la direction (déclinaison et inclinaison) de l'aimantation rémanente caractéristique, par comparaison avec la courbe standard de la variation séculaire à Paris et en utilisant des densités de probabilité. Elles confirment l'âge archéologique supposé et fournissent des limites plus précises pour l'arrêt du fonctionnement des fours.



Figuur 1.16. Archeomagnetische staalname in een oven in een middeleeuwse archeologische vindplaats in Corroy-le-Grand (België).

Figure 1.16. Echantillonnage archéomagnétique d'un four sur un site archéologique du Moyen-âge à Corroy-le-Grand (Belgique).

1.2.4 Extremen en klimaat

De extreme gebeurtenissen hebben een belangrijke impact op de socio-economische activiteiten, aangezien zij toestanden uitmaken die ver liggen van de normale condities waarvoor de maatschappij en de biosfeer wel aangepast zijn. Deze gebeurtenissen zijn per definitie zeldzaam maar hun gevolgen kunnen in bepaalde gevallen rampzalig zijn. Hun beheer en voorspelling zijn dus cruciaal voor de verbetering van de levenskwaliteit, des te meer omdat ons natuurlijk leefmilieu onderhevig is aan een uitgesproken variabiliteit van zowel natuurlijke oorsprong als voortkomend uit menselijke activiteiten. Momenteel zijn er twee onderzoeksrichtingen betreffende deze problematiek lopende op het KMI: de ene in verband met de fundamentele aspecten van de karakterisering van de extreme gebeurtenissen en de tweede over de impact van de klimaatveranderingen op de frequentie van de hydrologische extremen. De resultaten behaald in 2006 worden hieronder voorgesteld.

1.2.4.1 Impact van de klimaatveranderingen op de hydrologische extremen

Dit onderzoek grijpt plaats in het kader van het project 'Climate Change Impact on HYDRological extremes along rivers and urban drainage systems' (CCI-HYDR) gefinancierd door Federaal Wetenschapsbeleid.

De resultaten van sensibiliteitsanalyses van het klimaat ten gevolge van veranderingen van broeikasgassen in de atmosfeer vormen een uitgangspunt voor de studie van de evolutie van de hydrologische risico's - overstromingen en droogtes - in de komende decennia.

1.2.4 Extrêmes et climat

Les événements extrêmes ont un impact considérable sur les activités socio-économiques puisqu'ils constituent des situations loin des conditions normales pour lesquelles la société et la biosphère sont bien adaptées. Ces événements sont par définition rares mais leurs conséquences peuvent dans certains cas être désastreuses. Leur gestion et leur prévision sont donc cruciales pour l'amélioration de la qualité de vie, et ce d'autant plus que notre environnement naturel est sujet à une variabilité prononcée d'origine tant naturelle qu'engendrée par l'activité humaine. Deux axes de recherche sont actuellement en cours à l'IRM concernant cette problématique : l'un consacré aux aspects fondamentaux de la caractérisation des événements extrêmes et le second à l'impact des changements climatiques sur la fréquence des extrêmes hydrologiques. Les résultats obtenus en 2006 sont présentés ci-dessous.

1.2.4.1 Impact des changements climatiques sur les extrêmes hydrologiques

Cette recherche s'effectue dans le cadre du projet 'Climate Change Impact on HYDRological extremes along rivers and urban drainage systems' (CCI-HYDR) financé par le Service Public fédéral de Programmation de la Politique Scientifique (SPP-Politique Scientifique).

Pour étudier comment les risques hydrologiques - inondations et sécheresses - pourraient évoluer dans les décennies à venir, on peut se baser sur les résultats d'analyses de sensibilité du climat à des modifications de

Dergelijke scenario's van verhoging van broeikasgassen werden gedefinieerd door het 'Intergovernmental Panel on Climate Change' (IPCC) op basis van verschillende hypothesen van de demografische en industriële evolutie in de loop van deze eeuw. De sensibiliteitsanalyses van het klimaat worden gerealiseerd met behulp van klimaatmodellen op globale schaal en bij hun resultaten moet rekening gehouden worden met de grote onzekerheden die met hen geassocieerd zijn. Het huidige onderzoek bestudeert de risico's op een fijnere schaal, deze van de Belgische hydrologische bekken. Dit noodzaakt een meer gedetailleerde informatie dan deze van de wereldwijde klimaatmodellen. Er werd geopteerd om te vertrekken van klimaatveranderingsscenario's van een Europees project, 'Prediction of Regional scenarios Uncertainties for Defining European Climate Change Risks and Effects' (PRUDENCE). Het betreft de resultaten van een tiental regionale klimaatmodellen die Europa omvatten. Deze modellen zelf werden geforceerd door vijf klimaatmodellen, op globale schaal onderworpen aan twee scenario's van verhoging van broeikasgassen (A2 en B2 van het IPCC).

Gedurende het eerste jaar van het CCI-HYDR project werd een gedetailleerde analyse van de resultaten van het PRUDENCE-project gemaakt. Deze resultaten zijn beschikbaar onder de vorm van dagelijkse tijdreeksen op een maas van 25 tot 50 km lengte. De resolutie van de gegevens in de ruimte en in de tijd is dus veruit superieur aan wat in vorige studies van het KMI kon gebruikt worden. De gegevens van de neerslag en van andere meteorologische veranderlijken die corresponderen met het gebied België werden opgesteld en grootheden zoals de potentiële evapotranspiratie nodig voor de integratie van hydrologische modellen werden berekend. Deze gegevens werden eveneens vergeleken met de gegevens uit de waarnemingsnetwerken van het KMI om een classificatie van de regionale modellen op te stellen.

1.2.4.2 Fundamentele aanpak van de extreme gebeurtenissen

Dit onderzoek wordt verricht in het kader van het E2C2 project: 'Extreme events : causes and consequences' dat gefinancierd wordt door de Europese Gemeenschap.

Een centrale moeilijkheid in de studie van de extreme gebeurtenissen is het ontbreken van natuurlijke gegevens die een exacte evaluatie van hun waarnemingsfrequentie toelaten en, a fortiori, van de potentiële veranderingen die zij kan ondergaan. Niettemin werd een sterke theorie, namelijk de statische theorie van de extreme waarden, ontwikkeld die onder bepaalde hypothesen toelaat deze frequenties af te leiden. Een grote klasse van systemen wordt echter beheerst door deterministische evolutiewetten die niet in deze categorie horen. Een tweede beperking van de

la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. De tels scénarios d'augmentation des gaz à effet de serre ont été définis par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) sur base de différentes hypothèses sur l'évolution démographique et industrielle au cours de ce siècle. Les analyses de sensibilité du climat sont réalisées à l'aide de modèles climatiques à l'échelle globale et leurs résultats doivent être considérés en tenant compte des grandes incertitudes qui leur sont associées. La présente recherche s'attache à étudier les risques à une échelle plus fine, celle des bassins hydrologiques belges. Cela nécessite donc une information plus détaillée que celle des modèles climatiques globaux. Il a été choisi de se baser sur les scénarios de changements climatiques provenant d'un projet européen intitulé 'Prediction of Regional scenarios Uncertainties for Defining European Climate Change Risks and Effects' (PRUDENCE). Il s'agit des résultats d'une dizaine de modèles climatiques régionaux couvrant l'Europe. Ces modèles ont été eux-mêmes forcés par cinq modèles climatiques globaux soumis à deux scénarios de l'augmentation des gaz à effet de serre (A2 et B2 du GIEC).

Durant la première année du projet CCI-HYDR, nous avons effectué une analyse détaillée des résultats du projet PRUDENCE. Ces résultats sont disponibles sous forme de séries temporelles journalières et sur une maille de 25 à 50 km. La résolution des données dans l'espace et dans le temps est donc de loin supérieure à celle qui a pu être utilisée dans des études précédentes réalisées à l'IRM. Nous avons extrait les données de précipitations et d'autres variables météorologiques pour la zone des modèles qui correspond à la Belgique et calculé des quantités telles que l'évapotranspiration potentielle nécessaire pour l'intégration des modèles hydrologiques. Ces données ont également été comparées aux mesures des réseaux d'observation de l'IRM afin de réaliser une classification des modèles régionaux.

1.2.4.2 Approche fondamentale des événements extrêmes

Cette recherche s'effectue dans le cadre du projet E2C2 : 'Extreme events : causes and consequences', financé par l'Union Européenne.

Une difficulté centrale dans l'étude des événements extrêmes est le manque de données naturelles permettant une évaluation exacte de la fréquence d'occurrence de ceux-ci et à fortiori des changements potentiels qu'elle peut subir. Néanmoins une théorie puissante, connue sous le nom de théorie statistique des valeurs extrêmes, a été développée permettant d'inférer sous certaines hypothèses ces fréquences. Cependant, une très large classe de systèmes sont gouvernés par des lois d'évolution déterministes qui ne rentrent pas dans cette catégorie. Une seconde limitation de l'approche

klassieke aanpak is dat deze zich typisch toelegt op waarschijnlijkheidsverdelingen van één veranderlijke. De extremen kunnen echter afhankelijkheden in de ruimte vertonen die impliceren dat de waarneming ervan slechts op twee verschillende plaatsen kan beschreven worden door een multivariante aanpak.

In de loop van 2006 werd een theorie ontwikkeld van de extreme waarden die veroorzaakt worden door deterministische systemen. Daarenboven werd een analyse uitgevoerd van de ruimtelijke afhankelijkheden van de extremen, zowel voor een atmosferisch model van middelmatige grootte (quasi-geostrofisch model) als voor de neerslaggegevens over België. De voornaamste resultaten worden hierna samengevat.

(I) Een algemene uitdrukking werd bekomen van de waarschijnlijkheidsverdeling van de extremen die de voornaamste karakteristieken van de dynamica doen tussenkomen. De structuur die eruit voortspruit, verschilt substantieel van deze bekomen in het kader van de klassieke theorie. Er worden abrupte veranderingen aangetoond in de helling op een verzameling van punten geheel bepaald door de natuur van de onderliggende dynamica. Deze structuur werd geïllustreerd op representatieve voorbeelden van systemen die aanleiding geven tot multiperiodieke en chaotische verschijnselen.

(II) Om de aanwezigheid van mogelijke ruimtelijke correlaties van de extremen aan te tonen werden twee indices ingevoerd. Zij tonen aan dat de extremen van de temperatuur in de atmosferische modellen ruimtelijke afhankelijkheden van zeer grote draagwijdte (over verschillende duizenden kilometers) kunnen vertonen.

Een dergelijke analyse werd uitgevoerd op de neerslag, gemeten door de Belgische klimatologische en hydrometeorologische meetnetten. Figuur 1.17 toont de ruimtelijke afhankelijkheid van de maxima door de vergelijking van de zomermaxima van de dagelijkse hoeveelheid neerslag te Ukkel, Ukkel (Reservoir) en Spa. Het valt op dat de meest nabije stations, namelijk Ukkel en Ukkel (Reservoir) maxima hebben waarvan de waarden een grotere gelijkheid vertonen dan met de maxima van het station te Spa. De volledige analyse van de Belgische meetnetten liet toe aan te tonen dat voor de jaarlijkse maxima van gecumuleerde neerslagsommen over meer dan één dag de ruimtelijke afhankelijkheden groot zijn en die afstanden van de grootteorde van 200 km bereiken. Voor de cumul over kortere periodes (typisch 1 uur) zijn deze afhankelijkheden minder dan 50 km.

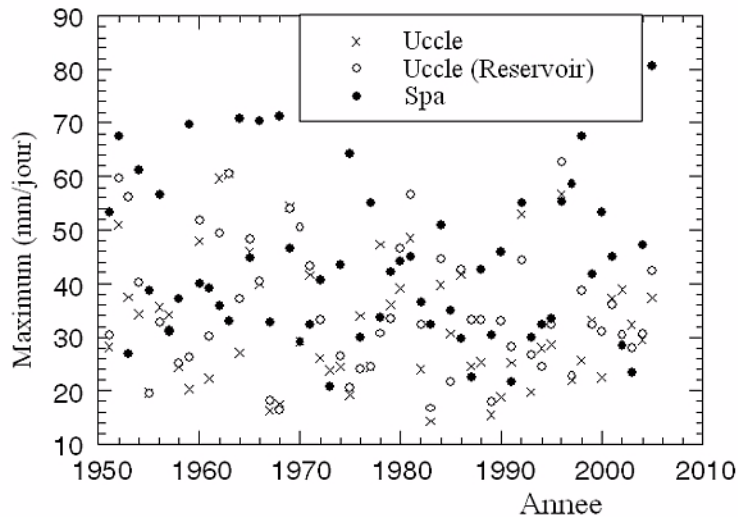
classique est que typiquement, elle s'attache à des distributions de probabilité univariées. Or, les extrêmes peuvent présenter des dépendances dans l'espace impliquant que l'occurrence de ceux-ci à deux endroits différents ne peut être décrite qu'au travers d'une approche multivariée.

Au cours de l'année écoulée, une théorie des extrêmes engendrés par des systèmes déterministes a été développée. En outre, une analyse des dépendances spatiales des extrêmes, à la fois dans un modèle atmosphérique de taille intermédiaire (modèle quasi-geostrophique) et sur des données de précipitations enregistrées sur la Belgique, a été effectuée. Nous résumons ci-après les principaux résultats.

(I) Une expression générale de la distribution de probabilité des extrêmes faisant intervenir les principales caractéristiques de la dynamique a été obtenue. La structure qui en résulte diffère substantiellement de celle déduite dans le cadre de la théorie classique, faisant apparaître des changements de pente abrupts sur un ensemble de points déterminé entièrement par la nature de la dynamique sous-jacente. Cette structure a été illustrée sur des exemples représentatifs de systèmes donnant lieu à des comportements multi-périodiques et chaotiques.

(II) Afin de déceler la présence éventuelle de corrélations spatiales des extrêmes, deux indices ont été introduits. Ils montrent que les extrêmes de température dans les modèles atmosphériques peuvent présenter des dépendances spatiales à très longue portée (plusieurs milliers de kilomètres).

Une analyse similaire a été effectuée sur les précipitations mesurées par les réseaux climatologique et hydrométéorologique belges. La figure 1.17 illustre la dépendance spatiale des maxima au travers de la comparaison des séries des maxima estivaux des cumuls journaliers de précipitations enregistrés à Uccle, Uccle (Réservoir) et Spa. On constate que les stations les plus proches l'une de l'autre (Uccle et Uccle (Réservoir)) possèdent des maxima dont les valeurs présentent une plus grande ressemblance qu'avec les maxima de la station de Spa. L'analyse complète des réseaux belges a permis de montrer que pour les maxima annuels des précipitations cumulées sur plus d'un jour les dépendances spatiales sont longues, atteignant des distances de l'ordre de 200 km. Pour des cumuls sur des périodes plus courtes (typiquement 1 heure), ces dépendances sont inférieures à 50 km.



Figuur 1.17. Tijdreeks van waarden van de zomermaxima van de dagelijkse hoeveelheid neerslag gemeten te Ukkel, Ukkel (Reservoir) en Spa.

Figure 1.17. Série des valeurs maximales estivales des cumuls journaliers de précipitations enregistrées aux stations d'Uccle, Uccle (Réservoir) et Spa.

1.3 Onderzoek naar de variabiliteit en voorspelbaarheid van het weer en het klimaat

De kwaliteit van een voorspelling is cruciaal afhankelijk van de mogelijkheid om betrouwbare modellen op te stellen voor de dynamica van de atmosfeer en er de beginvoorwaarden van vast te leggen. Deze taak wordt beperkt door de aanwezigheid van fouten verbonden met de onzekerheden over de gegevens, de onvolmaakte kennis van de waarden van bepaalde parameters evenals door de eindige ruimtelijke resolutie. Deze onzekerheden worden in de loop van de tijd vergroot ten gevolge van de inherente complexiteit van de atmosferische dynamica.

In de loop van 2006 werd een evaluatie gemaakt van de mogelijkheid om de beginfouten te controleren en van de modellering door middel van adequate statistische bewerkingen van de resultaten van de integratie van een voorspellingsmodel.

1.3.1 Controle van de fouten op de voorspellingen: dynamische basis voor de MOS

De 'Model Output Statistics' (MOS) techniek bestaat erin een voorspelling te verbeteren op basis van de statistische informatie verkregen uit voorbije voorspellingen. In haar meest populaire vorm baseert zij zich op een lineaire regressie tussen de gemeten gegevens en een set van waarneembaren, gegenereerd door het voorspellingsmodel op een gegeven ogenblik

1.3 Recherches sur la variabilité et la prévisibilité du temps et du climat

La qualité d'une prévision dépend crucialement de la possibilité de construire des modèles fidèles de la dynamique de l'atmosphère et d'en préciser les conditions initiales. Cette tâche est limitée par la présence d'erreurs liées aux incertitudes sur les données, la connaissance imparfaite des valeurs de certains paramètres ainsi que la résolution spatiale finie. Ces incertitudes sont amplifiées au cours du temps suite à la complexité inhérente de la dynamique atmosphérique.

Au cours de l'année écoulée, nous nous sommes attaché à évaluer la possibilité de contrôler les erreurs initiales et de modélisation par des traitements statistiques adéquats des résultats de l'intégration d'un modèle de prévision.

1.3.1 Contrôle de l'erreur de prévision: bases dynamiques de la méthode MOS

La technique 'Model Output Statistics' (MOS) consiste à corriger une prévision en se basant sur les informations statistiques qui ont pu être obtenues en utilisant des prévisions passées. Dans sa forme la plus populaire, elle se base sur une régression linéaire entre les données mesurées et un jeu d'observables générées par le modèle de prévision à un instant donné, qui doit se construire pour chaque échéance de la prévision à laquelle on

dat moet berekend worden voor iedere voorspellingshorizon waarvoor men zich interesseert. Deze aanpak geniet een groot succes bij de weersvoorspellingdiensten.

In de loop van het afgelopen jaar werd de MOS-techniek vanuit dynamisch standpunt geanalyseerd op basis van de theorie die onlangs in de afdeling Dynamische Meteorologie en Klimatologie ontwikkeld werd aangaande de modelfout. Hoewel in het kader van de verbetering door de MOS-techniek de twee fouten (op de beginvoorwaarden en op het model) moeten in rekening gebracht worden, heeft men analytisch een zeker aantal karakteristieken kunnen afleiden. De voornaamste onder hen is dat de twee fouten gedeeltelijk kunnen verbeterd worden, maar dat de correctie potentieel gevoeliger is aan de aanwezigheid van een modelfout. Een interessant gevolg van deze resultaten is dat bij voorkeur de waarneembaren van het model die in het MOS-systeem ingevoerd worden, proportioneel zijn aan de modelfout zelf. De dynamica van de korte tijden van deze MOS-correctie werd eveneens afgeleid.

1.3.2 Toepassing op atmosferische modellen

De MOS-methode werd vervolgens toegepast in het kader van twee eenvoudige modellen in nauw verband met de dynamica van de atmosfeer: het atmosferische Lorenz-model met drie veranderlijken en een thermisch convectiemodel met één ruimtelijke veranderlijke. Voor beide systemen werd verondersteld dat er een model kan aangemaakt worden om voorspellingen te maken. Fouten op de beginvoorwaarden en/of op de parameters van deze modellen zijn eveneens aanwezig tijdens de voorspelling. Vervolgens werd een MOS-type schema gebouwd voor beide systemen op basis van een verzameling van voorbije voorspellingen. Eenmaal het schema gebouwd, kan het gebruikt worden om de voorspellingen die door deze modellen gegenereerd worden te verbeteren.

In beide gevallen werden de theoretische betrekkingen, die analytisch afgeleid werden, numeriek geconfirmeerd. Het blijkt dat de typische beginfouten (zuiver aleatorisch) zwak verbeterd worden terwijl de modelfouten in het model, ingevoerd door bepaalde parameters te verstoren, behoorlijk verbeterd worden voor korte tijden voor zover de waarneembaren gebruikt in de MOS-techniek goed gekozen zijn, zoals aangeduid in de theoretische analyse hierboven besproken. De figuur 1.18 illustreert deze correctie waar de kwadratische foutgroei, uitgemiddeld op een verzameling van voorspellingen, voorgesteld wordt voor het atmosferische Lorenz-model. In dat geval is slechts een fout op één van de parameters aanwezig. De ononderbroken kromme komt overeen met de evolutie

s'intéresse. Cette approche connaît un grand succès auprès des services de prévision.

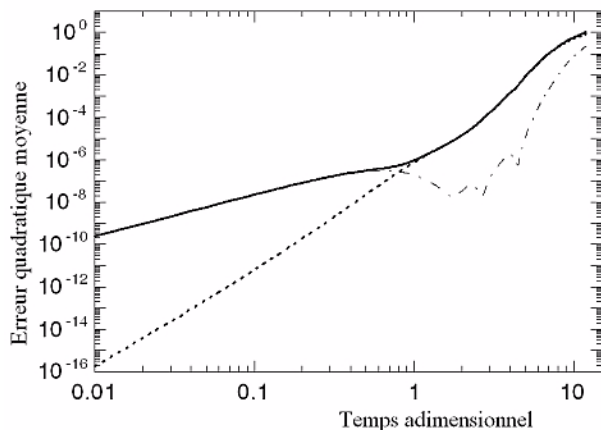
Au cours de l'année écoulée, la technique MOS a été analysée d'un point de vue dynamique sur base de la théorie récemment développée au sein de la section de Météorologie et Climatologie Dynamiques concernant l'erreur de modélisation. Bien que dans le cadre de la correction par technique MOS les deux erreurs (sur les conditions initiales et sur le modèle) doivent être prises en compte, un certain nombre de caractéristiques ont pu être déduites analytiquement. La principale d'entre elles est que les deux erreurs peuvent partiellement être corrigées, mais que la correction est potentiellement plus sensible à la présence d'une erreur de modélisation. Un corollaire intéressant de ces résultats est qu'il est préférable que les observables du modèle introduites dans la technique MOS soient proportionnelles à l'erreur de modélisation elle-même. La dynamique des temps courts de cette correction MOS a également été déduite.

1.3.2 Application sur des modèles atmosphériques

La méthode MOS a ensuite été utilisée dans le cadre de deux modèles simples en étroite relation avec la dynamique de l'atmosphère : le modèle de Lorenz atmosphérique à trois variables et un modèle de convection thermique à une dimension spatiale. Pour chacun de ces systèmes, on a supposé qu'un modèle peut être construit pour effectuer des prévisions. Des erreurs sur les conditions initiales et/ou sur les paramètres de ces modèles sont également présentes lors de la prévision. Un schéma de type MOS a ensuite été construit pour ces deux systèmes sur base d'un ensemble de prévisions précédentes. Une fois le schéma construit, il peut être utilisé pour corriger les prévisions générées par ces modèles.

Dans les deux cas, les relations théoriques déduites analytiquement ont été confirmées numériquement. Il apparaît que les erreurs initiales typiques (purement aléatoires) sont faiblement corrigées, alors que les erreurs de modélisation introduites dans le modèle en perturbant certains paramètres sont considérablement corrigées pour des temps courts pour autant que les observables utilisées dans la technique MOS soient bien choisies, comme indiqué dans l'analyse théorique discutée ci-dessus. La figure 1.18 illustre cette correction où la croissance de l'erreur quadratique, moyennée sur un ensemble de prévisions, est représentée pour le modèle de Lorenz atmosphérique. Dans ce cas, seule une erreur sur l'un des paramètres est présente. La courbe continue correspond à l'évolution de l'erreur sans correction MOS, la courbe pointillée à celle obtenue

van de fout zonder MOS-correctie, de puntlijn met de evolutie van de fout bekomen na gebruik van het MOS-schema. De correctie is vanzelfsprekend aanzienlijk, aangezien zij toelaat verschillende grootteordes te winnen voor korte tijden.



Figuur 1.18. Groei van de kwadratische fout te wijten aan een fout op een parameter die over een ensemble van voorspellingen uitgemiddeld werd voor het Lorenz atmosferisch model. De volle lijn komt overeen met de evolutie van de fout zonder MOS correctie, de puntlijn met deze bekomen na gebruik van het MOS schema.

après utilisation du schéma MOS. De toute évidence la correction est considérable puisqu'elle permet de gagner plusieurs ordres de grandeur pour des temps courts.

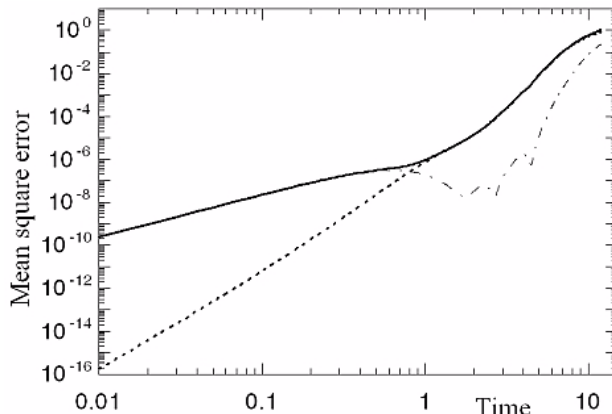


Figure 1.18. Croissance de l'erreur quadratique due à une erreur sur un paramètre, moyennée sur un ensemble de prévisions, pour le modèle de Lorenz atmosphérique. La courbe continue correspond à l'évolution de l'erreur sans correction MOS, la courbe pointillée à celle obtenue après utilisation du schéma MOS.

1.4 Uitbreiden en verbeteren van waarnemingsystemen

1.4.1 Waarnemingen voor meteorologische voorspellingen en waarschuwingen

Meetnet van automatische weerstations

Het netwerk van weerstations van het KMI levert een essentieel onderdeel van de waarnemingen die nodig zijn voor de aanmaak van meteorologische voorspellingen en waarschuwingen. Door het feit dat dit netwerk tijdens de afgelopen jaren volledig geautomatiseerd werd, lag het accent in 2006 op het optimaliseren van het bestaande netwerk. Sensoren en andere essentiële onderdelen die minder betrouwbaar bleken, werden systematisch vervangen. Met het oog op het verhogen van de betrouwbaarheid werd eveneens de manier van behandelen van de meetgegevens in reële tijd grondig herdacht.

Met het oog op de verbetering van het onderhoud van automatische weerstations, werd meetapparatuur klaargemaakt die enerzijds toelaat om gemakkelijker onderdelen in de stations systematisch te vervangen met het oog op hun controle en die anderzijds snellere interventies mogelijk maakt.

1.4 Extension et amélioration des systèmes d'observation

1.4.1 Observations pour les prévisions et les avertissements météorologiques

Réseau de stations automatiques

Le réseau de stations météorologiques de l'IRM fournit une part essentielle des données qui sont nécessaires pour l'élaboration de prévisions et d'avertissements météorologiques. Du fait que ce réseau a été complètement automatisé au cours des dernières années, l'accent a été mis en 2006 sur l'optimisation du réseau existant. Les senseurs et d'autres éléments essentiels qui paraissaient moins fiables ont été systématiquement remplacés. Dans le but d'augmenter la fiabilité, la manière de traiter les mesures en temps réel a également été revue.

En vue de l'amélioration et du suivi des stations automatiques (AWS), nous préparons des ensembles d'appareils de mesure pour d'une part permettre un remplacement systématique plus aisé des systèmes en place en vue de leur contrôle et d'autre part réduire le délai des interventions.

Daarnaast werd een nieuw weerstation gebouwd op de terreinen van OMS (Oceanografisch Meteorologisch Station) in Zeebrugge, voor rekening van de Afdeling Kust van het Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust. Drie stations van het KMI zijn in opbouw (Sint-Katelijne-Waver, Antwerpen Haven en Stabroek).

In het verleden werden de klassieke meteorologische metingen manueel uitgevoerd door een waarnemer die ook verantwoordelijk was voor een aantal visuele waarnemingen zoals type en graad van bewolking, horizontale zichtbaarheid en toestand van de bodem. Deze visuele waarnemingen kunnen niet op een eenvoudige manier geautomatiseerd worden. Een mogelijk alternatief voor sommige visuele waarnemingen is het gebruik van een hoogwaardige digitale camera. Om de mogelijkheden ervan te kunnen evalueren, werden tijdens het afgelopen jaar digitale camera's van hoge kwaliteit geplaatst bij drie weerstations (Ukkel, Melle en Dourbes) en op de toren van de weerradar in Wideumont. Figuur 1.19 toont een voorbeeld van een beeld genomen door de digitale camera in Melle.

De plus, une nouvelle station météorologique a été construite à Zeebrugge sur le terrain de l'OMS (Oceanografisch Meteorologisch Station), pour le compte de la division "Côte" de l' "Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust". Trois stations de l'IRM sont en construction (Sint-Katelijne-Waver, Antwerpen Haven en Stabroek).

Dans le passé, les observations météorologiques étaient effectuées manuellement par un observateur qui était aussi responsable pour une série d'observations visuelles comme le type et la quantité de nuages, la visibilité horizontale et l'état du sol. Ces observations ne peuvent pas être automatisées de manière simple. Une possibilité alternative pour certaines des observations visuelles pourrait résider dans l'utilisation d'une caméra digitale de haute qualité. Pour en évaluer les possibilités, des caméras digitales ont été placées l'an dernier à trois stations météorologiques (Uccle, Melle et Dourbes) ainsi que sur la tour du radar météorologique de Wideumont. La figure 1.19 donne un exemple d'image prise par la caméra à Melle.



Figuur 1.19. Beeld genomen met de webcam in het weerstation te Melle, op 23 oktober 2006 om 13u25 UTC.

Figure 1.19. Image prise par la webcam de la station météorologique de Melle le 23 octobre 2006 à 13h25 UTC.

Het is de bedoeling om het netwerk van webcams verder uit te bouwen en om na te gaan voor welke visuele waarnemingen (zoals bewolgingsgraad, horizontale zichtbaarheid, ...) deze beelden nuttig kunnen zijn voor de weervoorspellers. Voor het doorsturen van de beelden was het nodig om in die weerstations een ADSL netwerkverbinding te voorzien. Deze verbinding zal ook gebruikt worden voor het doorsturen van de meteorologische gegevens, wat de kostprijs en de

L'intention est d'étendre le réseau de webcams et de déterminer pour quels paramètres visuels (comme la nébulosité, la visibilité horizontale, ...) ces images pourraient être utiles aux prévisionnistes. Pour pouvoir transmettre les images, il est indispensable de pouvoir disposer d'une liaison ADSL pour ces stations météorologiques. Cette liaison sera aussi utilisée pour transmettre les données météorologiques, ce qui devrait améliorer le coût et la vitesse de transfert des données.

snelheid van gegevenstransport zou moeten ten goede komen.

Radarbeelden

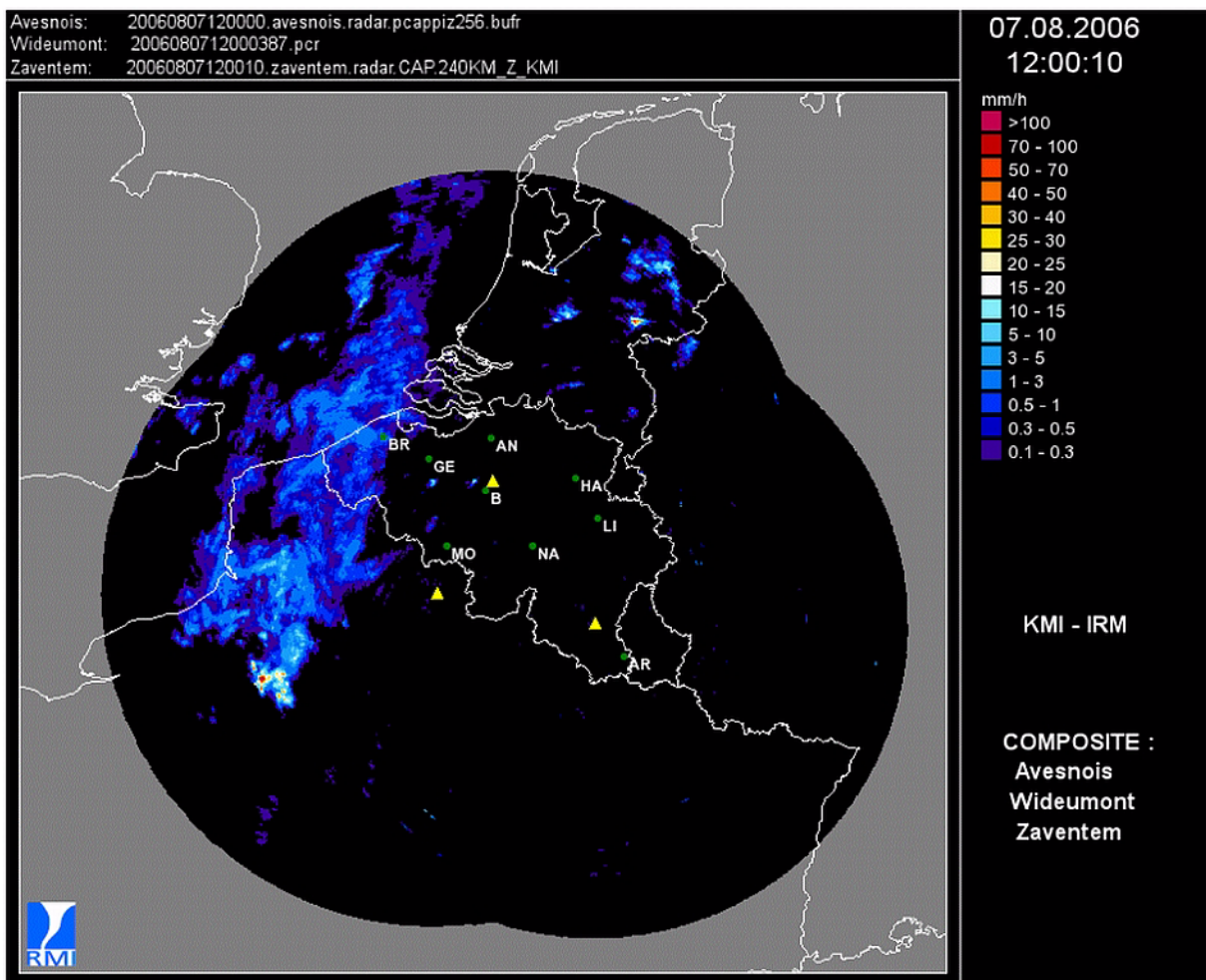
De gegevens van de meteorologische radar van Avesnois die beheerd wordt door Météo-France, werden opgenomen in een nieuw composietbeeld dat de radarbeelden van Wideumont, Zaventem en van Avesnois integreert. Dit composietbeeld wordt om de 5 minuten gegenereerd.

In figuur 1.20 wordt een voorbeeld getoond, waarbij alle beeldpunten binnen een afstand van 240 km rond elke radar gebruikt werden. Deze figuur toont dat de integratie van de radar van Avesnois toelaat van de radarbedekking in Zuid - Oostelijke richting uit breiden, wat voornamelijk nuttig is voor de voorspellingen van onweer op korte termijn.

Images Radar

Les données du radar météorologique de l'Avesnois, exploité par Météo-France, sont à présent combinées dans une nouvelle image composite, intégrant les images des radars de Wideumont, de Zaventem et de l'Avesnois. Cette image composite est générée toutes les 5 minutes.

La figure 1.20 montre un exemple où tous les points compris dans un rayon de 240 km autour de chaque radar ont été utilisés. Cette figure montre que l'intégration du radar de l'Avesnois permet d'étendre la couverture radar en direction du sud-ouest, ce qui est particulièrement utile pour la prévision à court terme des orages.



Figuur 1.20. Composiet radarbeeld samengesteld uit de individuele beelden van de weerradars van Wideumont, Zaventem en Avesnois op 7 augustus 2006 om 12h UTC.

Figure 1.20. Image radar composite constituée à partir des images des radars météorologiques de Wideumont, Zaventem et de l'Avesnois le 7 août 2006 à 12h UTC.

Satellietwaarnemingen

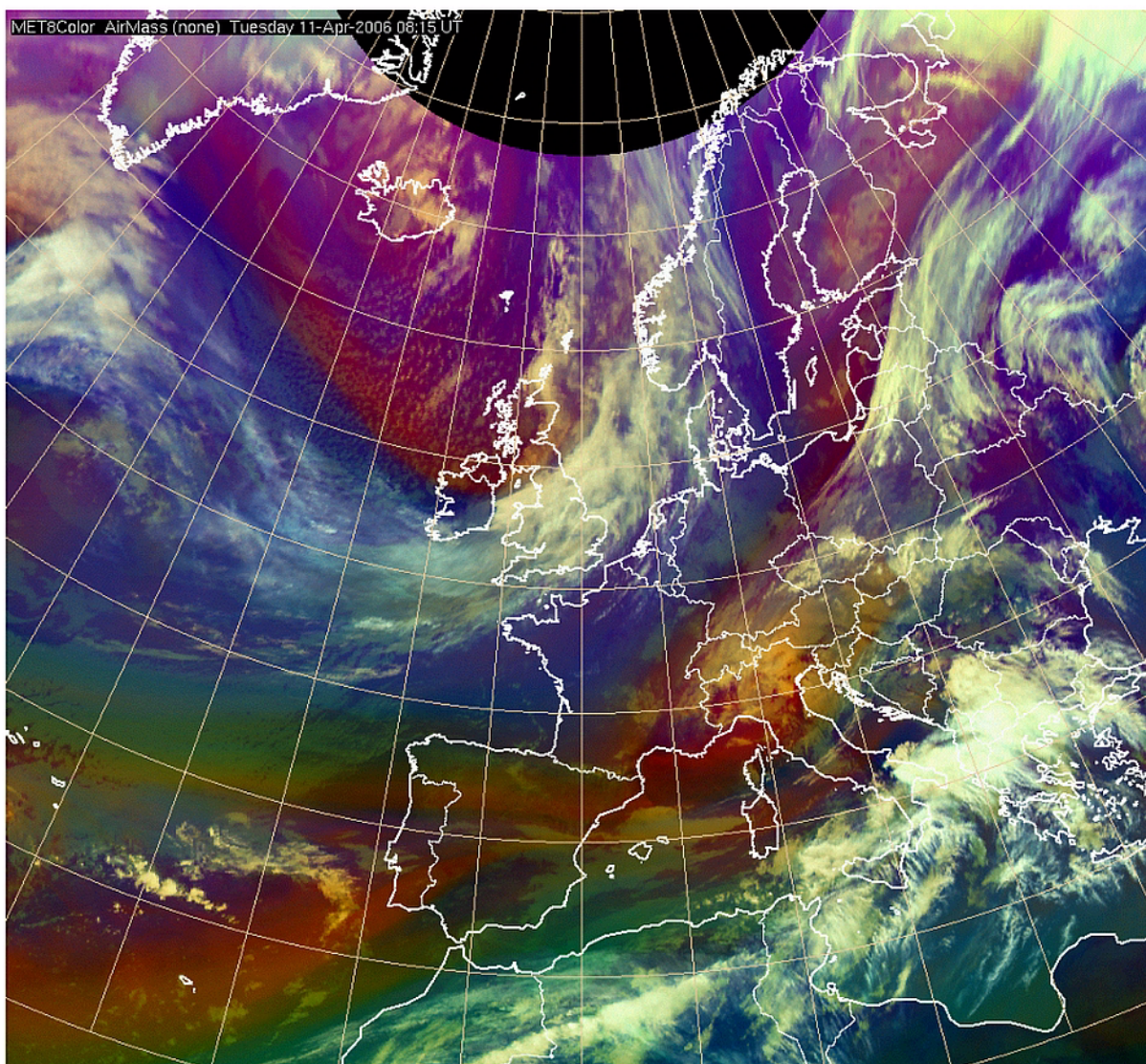
De satellietbeelden met het SEVIRI instrument aan boord van de Europese geostationaire weersatellieten worden

Observations satellitaires

Les images fournies par l'instrument SEVIRI à bord des satellites géostationnaires européens sont utilisées aussi

zowel gebruikt voor de operationele weersvoorspellingen als voor onderzoekstoepassingen, bijvoorbeeld binnen de gegevensverwerking van het GERB instrument. In 2006 werd - parallel met het operationele gebruik van SEVIRI op de Meteosat 8 satelliet - het nieuwe SEVIRI instrument op de Meteosat 9 uitgetest. De gegevens van beide instrumenten worden nu op het KMI ontvangen en gearhiveerd. Nieuwe kleurencombinaties voor een betere voorstelling van de informatie aanwezig in de spectrale kanalen werden geïntroduceerd (zie figuur 1.21). Een trainingssessie voor het gebruik van de SEVIRI beelden werd georganiseerd tijdens een bezoek van EUMETSAT experts aan het KMI.

bien pour les prévisions opérationnelles que pour les travaux de recherche comme par exemple pour le traitement des données de l'instrument GERB. En 2006 le nouvel instrument SEVIRI à bord de Météosat 9 a été testé en parallèle avec l'exploitation opérationnelle de SEVIRI à bord de Météosat 8. Les données des deux instruments sont à présent reçues et archivées à l'IRM. De nouvelles combinaisons de couleurs ont été introduites afin d'améliorer la représentation de l'information contenue dans les différents canaux spectraux (voir figure 1.21). Une session de formation à l'utilisation des images SEVIRI a été organisée au cours d'une visite d'experts d'EUMETSAT à l'IRM.



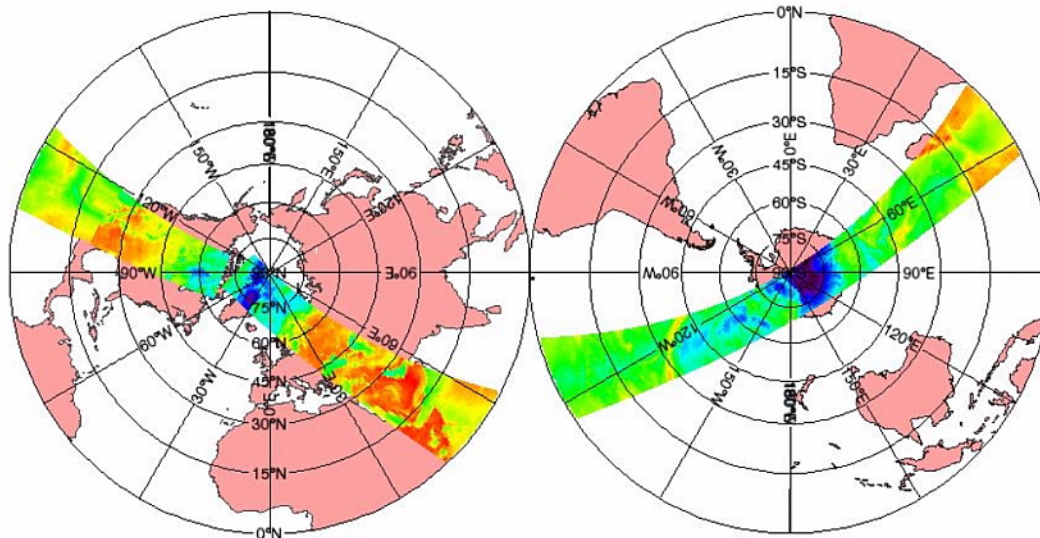
Figuur 1.21. Meteosat 8 SEVIRI beeld van 11 april 2006 8u15 UTC, gevisualiseerd in het systeem Hawk met gebruik van een RGB (Rood-Groen-Blauw) kleurencombinatie voor de visualisatie van de verschillende luchtmassa's.

Figure 1.21. Image Meteosat 8 SEVIRI du 11 avril 2006 à 8h15 UTC, visualisée par le système HAWK utilisant une combinaison RVB (Rouge-Vert-Bleu) pour la visualisation des différentes masses d'air.

Op 10 oktober 2006 werd van op de lanceerbasis van Baikonour de eerste Europese polaire weersatelliet Metop-A gelanceerd. Deze wentelt om de aarde op een hoogte van ongeveer 800 km. Naast zeer gedetailleerde

Le 10 octobre 2006 le premier satellite polaire européen Métop-A a été lancé à partir du cosmodrome de Baïkonour. Il tourne autour de la Terre à une altitude d'environ 800 km. En plus d'images très détaillées de la surface terrestre, ce satellite donnera des informations

beelden van het aardoppervlak zal deze satelliet ook informatie leveren over profielen van temperatuur en vochtigheid in de atmosfeer, en diverse informatie die van groot wetenschappelijk belang is, onder andere voor studies van het klimaat. Deze informatie zal door diverse groepen op het KMI gebruikt worden voor operationele doeleinden en voor wetenschappelijk onderzoek. Figuur 1.22 toont een van de eerste beelden van Metop producten die ontvangen werden op het KMI.



Figuur 1.22. Het eerste beeld gemaakt op 24 oktober 2006 met het microgolfinstrument AMSU-A aan boord van Metop-A.

concernant les profils de température et d'humidité dans l'atmosphère ainsi que diverses informations de grande valeur scientifique, en particulier pour l'étude du climat. Cette information sera utilisée par divers groupes de l'IRM, tant pour les opérations que pour la recherche scientifique. La figure 1.22 montre une des premières images des produits de Métop qui ont été reçus à l'IRM.

Figure 1.22. Première image faite le 24 octobre 2006 par l'instrument micro-ondes AMSU-A à bord de Métop-A.

1.4.2 Waarnemingen voor klimaatsveranderingen

Neerslagmetingen in automatische weerstations

Regionale klimaatstudies en opsporing van klimaatveranderingen zijn enkel mogelijk aan de hand van meetreeksen van voldoende lange duur en met voldoende kwaliteit. Het is een van de essentiële taken van het KMI om dit soort meetreeksen voor België in stand te houden. Daartoe verzamelt en controleert het KMI de waarnemingsgegevens die afkomstig zijn van het Belgisch klimatologisch meetnet (waarvan de eerste metingen teruggaan tot het einde van de 19de eeuw en dat momenteel 250 vrijwillige waarnemers omvat, verspreid over heel het land). Verder zijn er gegevens afkomstig van de synoptische stations van Belgocontrol en van de Meteo Wing, en van de automatische weerstations (AWS) van het KMI.

Systematische afwijkingen en sprongen in klimatologische meetreeksen bemoeilijken de analyse ervan. Om dit te voorkomen is het belangrijk om zorgvuldig de invloed van eender welke wijziging in de waarnemingsprocedures te onderzoeken. Vooral veranderingen van instrumenten kunnen de metingen

1.4.2 Observations pour les changements climatiques

Observations des précipitations par les stations automatiques

L'étude des climats régionaux et la détection des changements climatiques n'est possible que s'il existe des séries de mesures de durée et de qualité suffisantes. C'est une des missions essentielles de l'IRM de garantir la constitution de ce type de séries pour la Belgique. A cette fin, l'IRM rassemble et contrôle les données d'observations en provenance principalement du réseau climatologique belge (dont les premières mesures remontent à la fin du 19e siècle et qui est composé aujourd'hui de 250 observateurs quasi bénévoles répartis dans tout le pays), du réseau des stations synoptiques de Belgocontrol et du Meteo Wing, et du réseau des stations automatiques (AWS) de l'IRM.

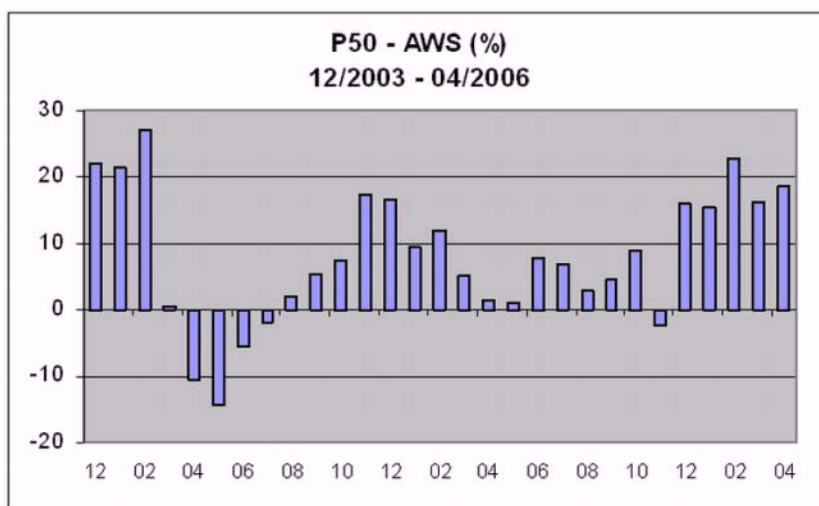
Pour éviter d'introduire dans les séries de mesures des biais qui compliquent les analyses climatiques, il est important d'examiner avec soin l'influence sur les résultats des mesures de toute modification dans les procédures d'observations. En particulier, les changements d'instruments peuvent perturber de

negatief beïnvloeden. Het gebruik in de AWS van het KMI van automatische pluviometers in plaats van de voormalige pluviometers die manueel werden bediend, is een voorbeeld van een verandering van instrument dat de tijdreeksen zou kunnen storen.

Het COMPAC project voor vergelijking van automatische en manuele meetreeksen in de klimatologie, werd in 2006 verder uitgevoerd. De metingen van verschillende pluviometers geïnstalleerd in het klimatologisch meetpark van het KMI werden vergeleken over een periode van 29 maanden. Figuur 1.23 toont de verschillen tussen de maandelijkse neerslaghoeveelheden gemeten met een manuele standaardpluviometer (P50) die door het KMI gebruikt wordt sinds de jaren 1950, en een automatische pluviometer met kantelbakjes. Om het effect van de wind op de metingen af te zwakken, zijn beide instrumenten voorzien van een Nipher windscherm. Men merkt dat met het automatische toestel over het algemeen minder neerslag gemeten wordt dan met de manuele pluviometer; over de hele periode bedraagt het verschil ongeveer 8% (of 154 mm).

manière artificielle les mesures. L'utilisation dans les AWS de l'IRM de pluviomètres automatiques, en lieu et place des anciens pluviomètres relevés manuellement, est un exemple de changement instrumental pouvant potentiellement perturber les séries.

Le projet COMPAC de comparaison des mesures manuelles et automatiques à des fins climatiques s'est poursuivi en 2006. Les mesures de différents pluviomètres installés sur le site de l'IRM ont été comparées sur une période de 29 mois. La figure 1.23 donne les différences entre les quantités de précipitations mensuelles mesurées avec un pluviomètre manuel standard (P50), utilisé par l'IRM depuis les années 1950, et avec un pluviomètre automatique à augets basculants (AWS). Pour atténuer l'effet du vent sur les mesures, ces deux instruments sont entourés d'un cône de Nipher. On remarque que l'appareil automatique donne généralement moins de précipitations que le pluviomètre manuel ; sur l'ensemble de la période, le déficit est de l'ordre de 8 % (soit 154 mm).



Figuur 1.23. Maandelijks verschillen (in %) tussen de hoeveelheid neerslag gemeten met de manuele pluviometer P50 en de automatische pluviometer met kantelbakjes, tussen december 2003 en april 2006. De verschillen in absolute waarde vallen tussen - 7 mm en + 32 mm.

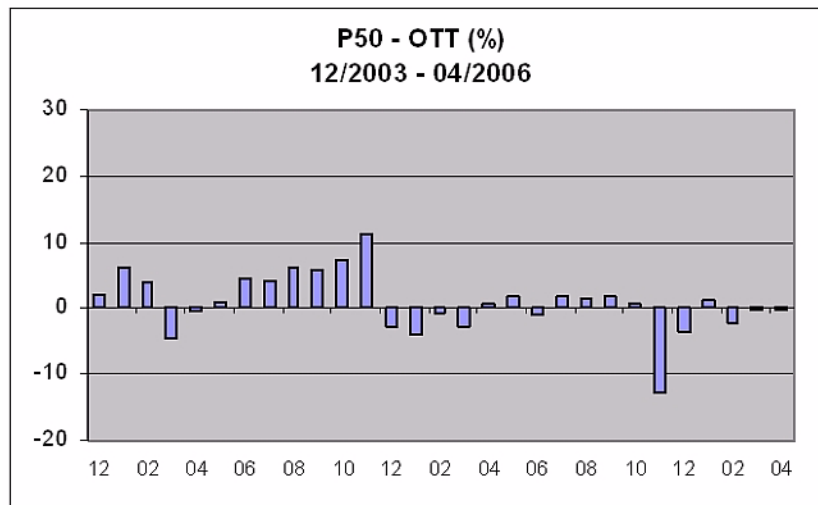
Figure 1.23. Différences mensuelles (en %) entre les quantités de précipitations mesurées par le pluviomètre manuel P50 et le pluviomètre automatique à augets basculants (AWS), sur la période comprise entre décembre 2003 et avril 2006. Les différences en valeurs absolues s'échelonnent entre -7 mm et + 32 mm.

Een ander type automatische pluviometer (OTT) werd eveneens vergeleken met de P50; de hoeveelheid neerslag wordt in dit geval bepaald via het gewicht van het water dat opgevangen wordt in het apparaat. Figuur 1.24 geeft de maandelijkse verschillen weer tussen de P50 en de OTT. Midden december 2004 werd een Nipher windscherm rond de OTT geïnstalleerd, wat er over het algemeen tot een vermindering van de verschillen tussen beide toestellen geleid heeft. Het verschil van meer dan 10% tussen beide instrumenten in november 2005, heeft te maken met de sneeuwval tijdens die periode; we weten immers dat de meting van de neerslag tijdens sneeuwval delicaat is, ongeacht het gebruikte type apparaat. Over de volledige bestudeerde periode werd

Un autre type de pluviomètre automatique (OTT) a également été comparé avec le P50 ; la quantité de précipitations est calculée en mesurant le poids de l'eau recueillie dans l'appareil. La figure 1.24 donne les différences mensuelles entre le P50 et le OTT. À partir de mi-décembre 2004, un cône de Nipher a été installé autour du OTT, ce qui a généralement conduit à diminuer les différences entre les deux appareils. La différence de plus de 10 % entre les deux appareils observée au mois de novembre 2005 est à mettre en relation avec les chutes de neige qui se sont produites à cette époque ; en effet, on sait que la mesure des précipitations par temps de neige est plus délicate, quel

met de OTT slechts een tekort vastgesteld van 2% (of 36 mm) ten opzichte van de P50.

que soit le type d'appareil utilisé. Sur l'ensemble de la période étudiée, le OTT ne présente qu'un déficit de 2 % (soit 36 mm) par rapport au P50.



Figuur 1.24. Maandelijks verschillen (in %) tussen de hoeveelheid neerslag gemeten met de manuele pluviometer P50 en de automatische pluviometer (OTT), tussen december 2003 en april 2006. De verschillen in absolute waarde vallen tussen - 7 mm en + 9 mm.

Figure 1.24. Différences mensuelles (en %) entre les quantités de précipitations mesurées par le pluviomètre manuel P50 et le pluviomètre automatique à pesée (OTT), sur la période comprise entre décembre 2003 et avril 2006. Les différences en valeurs absolues s'échelonnent entre -7 mm et + 9 mm.

Satellietwaarnemingen

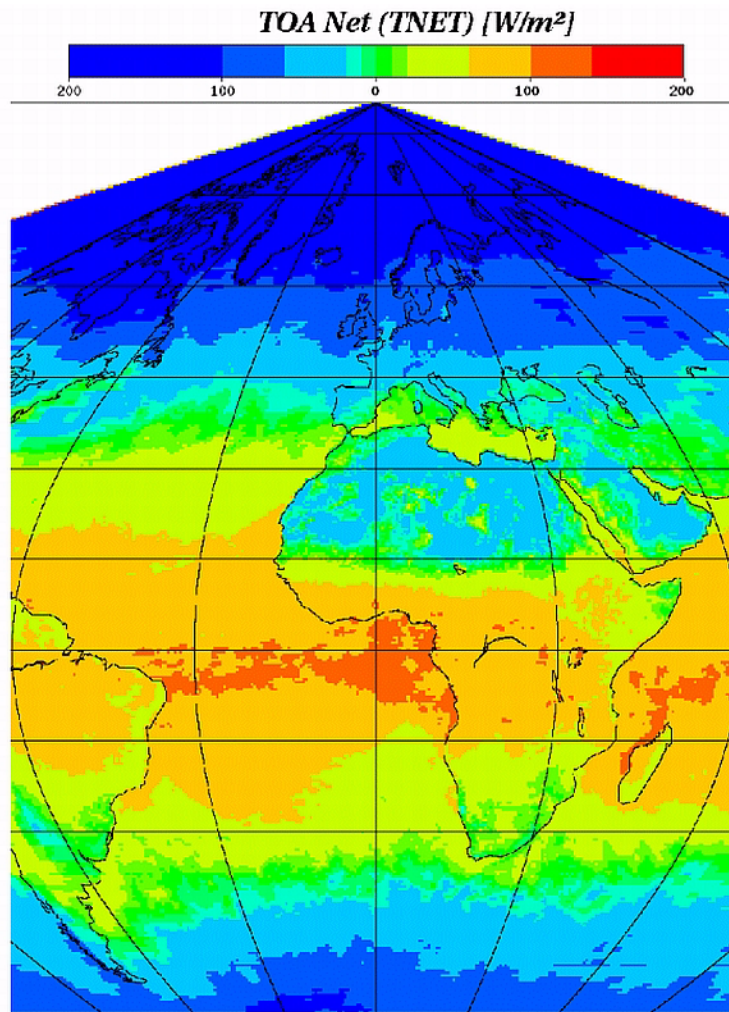
GERB is een instrument voor de meting van de opwarming van de aarde binnen het gezichtsveld van de geostationaire Meteosat satelliet die Europa, Afrika en de omringende oceanen observeert. Na een initiële validatiefase werden de gegevens van GERB op Meteosat 8 vrijgegeven voor wetenschappelijk gebruik op 25 maart 2006. De herberekening van de gearchiveerde GERB op Meteosat 8 gegevens werd vanaf februari 2004 gestart. Gegevens van GERB op Meteosat 9 werden verwerkt voor een periode van 20 dagen in augustus 2006 om ze te kunnen vergelijken met GERB op Meteosat 8.

Het KMI neemt deel aan de Klimaat Monitoring SAF, die als algemeen doel heeft satellietmetingen bruikbaar te maken voor de studie van klimaatsveranderingen. De bijdrage van het KMI bestaat uit de fusie van geostationaire GERB en SEVIRI metingen, de Amerikaanse polaire CERES instrumenten, en metingen van de inkomende zonnestraling. Dit resulteert in dagelijkse en maandelijkse gemiddelden van de energiebalans van de aarde. Als gevolg van de vrijgave van de GERB gegevens voor wetenschappelijk gebruik, bereikten de KMI producten van de Klimaat Monitoring SAF een operationele status. Figuur 1.25 toont een beeld van de maandelijks gemiddelde opwarming van de aarde bekomen binnen de Klimaat Monitoring SAF gemeten door GERB op Meteosat 8 en CERES.

Observations satellitaires

GERB est un instrument pour la mesure du réchauffement de la Terre dans le champ visuel du satellite géostationnaire européen Météosat, qui observe l'Europe, l'Afrique et les océans avoisinants. Après une phase initiale de validation, les données GERB sur le satellite Météosat 8 ont été rendues disponibles pour un usage scientifique le 25 mars 2006. Le retraitement des données GERB sur Météosat 8 archivées a débuté à partir de février 2004. Les données de GERB sur Météosat 9 ont été traitées pour une période de 20 jours en août 2006 afin de pouvoir les comparer avec GERB sur Météosat 8.

L'IRM participe au SAF pour la surveillance du climat qui a pour objectif général de mettre à disposition des données satellitaires pour les études du climat. La contribution de l'IRM consiste à fusionner les mesures géostationnaires de GERB et SEVIRI, les mesures des instruments polaires américains CERES et les mesures du rayonnement solaire incident. Il en résulte des moyennes journalières et mensuelles du bilan radiatif de la Terre. Comme conséquence de la mise à disposition des données GERB à des fins scientifiques, les produits de l'IRM pour le SAF Surveillance du Climat ont acquis un statut opérationnel. La figure 1.25 montre une image du réchauffement mensuel moyen de la Terre obtenu au sein du SAF Surveillance du Climat à partir des mesures GERB sur Météosat 8 et de CERES.



Figuur 1.25. Beeld van de maandelijks gemiddelde energiebalans aan de top van de atmosfeer (TOA) van de Aarde voor maart 2006 bekomen met de GERB en CERES instrumenten. De blauwe tinten stellen negatieve waarde voor (zie schaal bovenaan de figuur).

Figure 1.25. Image du bilan radiatif mensuel moyen de la Terre au sommet de l'atmosphère (TOA) pour mars 2006 à l'aide des instruments GERB et CERES. Les couleurs bleues indiquent des valeurs négatives (voir échelle au-dessus de la figure).

Binnen een onderzoeksproject (in het kader van de Actie 1 gefinancierd door Wetenschapsbeleid) werd een methode op punt gesteld voor de afleiding van aerosol optische dikten uit SEVIRI metingen boven de onbewolkte oceaan. Samen met de vrijgave van de GERB gegevens werd deze aerosol optische dikte geïntegreerd in de GERB gegevensverwerking.

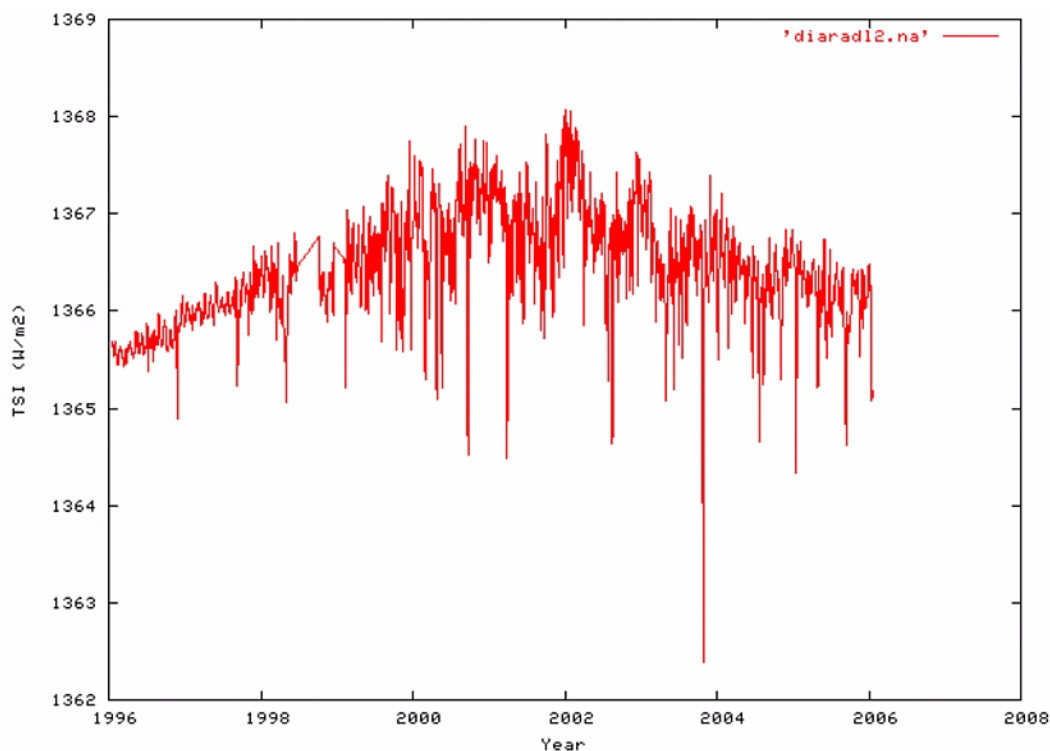
Dans le cadre d'un projet de recherche Action 1 financé par la Politique Scientifique Fédérale, on a mis au point une méthode pour la détermination des épaisseurs optiques des aérosols par temps clair au-dessus de l'océan à partir des mesures SEVIRI. Suite à la mise à disposition des données GERB, cette épaisseur optique des aérosols a été intégrée dans le traitement des données GERB.

Het KMI ontwierp het DIARAD/VIRGO instrument voor de meting van de zonneïrradiantie, ook 'zonneconstante' genoemd. In 2006 werd de elfde verjaardag (wat correspondeert met de gemiddelde duur van een volledige zonnecyclus) van dit instrument in de ruimte gevierd. Figuur 1.26 toont de metingen van DIARAD/VIRGO over een volledige zonnecyclus.

L'IRM a développé l'instrument DIARAD/VIRGO pour la mesure de l'irradiance solaire, aussi appelée "constante solaire". En 2006, on a fêté le onzième anniversaire de cet instrument dans l'espace, ce qui correspond à la durée moyenne d'un cycle solaire complet. La figure 1.26 montre les mesures de DIARAD/VIRGO durant un cycle solaire complet.

Als opvolger voor het DIARAD/VIRGO instrument werd gestart met de bouw van de SOVAP radiometer voor de Picard satelliet. Picard is een Franse microsatteliet met voorziene lancering in maart 2009.

Pour succéder à l'instrument DIARAD/VIRGO, on a entrepris la construction du radiomètre SOVAP pour le satellite Picard. Picard est un micro-satellite français dont le lancement est prévu en mars 2009.



Figuur 1.26. Variatie van de zonneïrradiantie gemeten door het DIARAD/VIRGO instrument van januari 1996 tot december 2006.

Figure 1.26. Variation de l'irradiance solaire mesurée par l'instrument DIARAD/VIRGO de janvier 1996 à décembre 2006.

1.4.3 Waarnemingen voor milieuwaarschuwingen

Belgische basis op Antarctica

Onder auspiciën van de IPF (International Polar Foundation) zal de komende jaren een nieuw Belgisch onderzoekstation op Antarctica gebouwd worden. Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft in de loop van 2006 een "Call for Expression of Interest" gelanceerd betreffende voorstellen voor wetenschappelijke metingen. Het KMI diende, in samenwerking met het BIRA, een voorstel in voor metingen van ozon en gerelateerde minderheidsbestanddelen, UV straling en aërosolen. Het luik betreffende aërosol - en UV - metingen werd in principe goedgekeurd. Dit zal een belangrijke bijdrage betekenen voor het onderzoek betreffende de samenstelling van de Antarctische atmosfeer. Als alles volgens planning verloopt, zouden de metingen in het Antarctisch onderzoeksstation kunnen beginnen vanaf december 2008.

1.4.3 Mesures pour les avertissements environnementaux

Base belge en Antarctique

Sous les auspices de la Fondation Polaire Internationale (IPF), une nouvelle station scientifique belge sera érigée en Antarctique. La Politique Scientifique Fédérale a lancé au cours de 2006 un appel "Call for Expression of Interest" concernant des propositions pour des mesures scientifiques. L'IRM a introduit, en collaboration avec l'IAS, une proposition pour la mesure de l'ozone et des constituants minoritaires associés, du rayonnement UV et des aërosols. La partie concernant les aërosols et le rayonnement UV a été approuvée en principe. Cela représentera une contribution importante à la recherche concernant la composition de l'atmosphère au-dessus de l'Antarctique. Si tout se déroule comme prévu, les mesures pourront commencer à la station de recherche en Antarctique à partir de décembre 2008.

I.4.4 Waarnemingen voor geofysische waarschuwingen

AutoDIF

Dit project heeft tot doel een automatisch instrument voor de absolute meting van de geomagnetische declinatie en inclinatie te ontwikkelen. Dergelijk instrument is nog niet beschikbaar, wat voorlopig de bouw van automatische magnetische observatoria verhindert. Het project moet dus leiden tot de ontwikkeling van een bijzonder innovatief product. Voor de realisatie van AUTODIF wordt een theodoliet zonder staal uitgerust met een magnetische directionele ontvanger, uitgerust met speciale motoren die het magnetisch veld niet storen. Voor de bepaling van de hoeken werden nieuwe elektronische systemen ontwikkeld met een grote precisie en die volledig niet-magnetisch zijn.

Er werd een automatische opstelling ontwikkeld voor het richten op een ver afgelegen doel, wat een absolute referentie oplevert ten opzichte van de richting van het geografische noorden. Een elektronisch niveau laat toe de helling van het instrument ten opzichte van de horizontale te bepalen.

Het AUTODIF product zal in magnetische observatoria over de hele wereld geïntegreerd kunnen worden. Aangezien geen menselijke tussenkomst vereist is, zal de installatie van de magnetische observatoria ook op onbereikbare plaatsen zoals de bodem van oceanen mogelijk zijn.

I.4.4 Observations pour les avertissements géophysiques

AutoDIF

Ce projet consiste à mettre au point un instrument automatique pour la mesure absolue de la déclinaison et de l'inclinaison géomagnétiques. Un tel instrument n'existe pas sur le marché, et cette absence empêche la création d'observatoires magnétiques automatiques. Le projet doit donc mener à la mise au point par l'IRM d'un produit particulièrement innovant.

Pour la réalisation d'AUTODIF, un théodolite sans acier est équipé d'un capteur magnétique directionnel. Il est robotisé en utilisant des moteurs spéciaux qui ne perturbent pas le champ magnétique. Pour la lecture des angles de nouveaux systèmes électroniques totalement non magnétiques et de grande précision (une seconde d'arc) ont été développés.

Un dispositif automatique de pointage d'une mire lointaine a été conçu qui nous fournit une référence absolue par rapport à la direction du Nord Géographique. Un niveau électronique permet d'évaluer l'horizontalité de l'instrument.

Le produit AUTODIF pourra être intégré dans les observatoires magnétiques du monde entier. Ne demandant aucune main d'œuvre, il permettra également l'installation d'observatoires magnétiques à des endroits inaccessibles comme le fond des océans.



Figuur 1.27. Een opstelling voor specifieke bemonstering van de D laag van de ionosfeer: prototype van de elektronische console.

Figure 1.27. Un sondeur spécifique pour la couche D de l'ionosphère: prototype de la console électronique

Samenwerking met de Voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië

Dit jaar werd het Tempus project "Geomagnetic Measurements & Quality Standards" in samenwerking met de Voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië

Collaboration avec l'ancienne République yougoslave de Macédoine

Cette année marqua la conclusion du projet Tempus "Geomagnetic Measurements & Quality Standards" avec l'ancienne République yougoslave de Macédoine.

afgesloten. Er werden verschillende cursussen omtrent de geomagnetische waarnemingen gegeven in Skopje en in Štip. Onze betrekkingen met de Voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië voor de bouw van hun magnetisch observatorium werden voortgezet (30% afgewerkt).

Nieuwe Magnetische Observatoria

Er werd een "Expression of Intent" ingediend voor magnetische waarnemingen in de nieuwe Belgische Antarctische Basis "Prinses Elisabeth". Het concept voor waarnemingen en gebouwen voor een magnetisch observatorium werd uitgewerkt.

In samenwerking met het BGS hebben we deelgenomen aan de opbouw van 3 nieuwe magnetische observatoria: Nampula in het noorden van Mozambique, Kupang en Pelabuhan Ratu in Indonesië.

Specifieke bemonstering van de ionosfeer

Het KMI zal in samenwerking met de Industriële hogeschool van de provincie Henegouwen te Doornik, een opstelling ontwikkelen voor bemonstering van de D laag van de ionosfeer. De D laag is de onderste laag van de ionosfeer; deze kan niet met een klassieke opstelling bestudeerd worden omdat men hiervoor zendantennes van meer dan 100m zou moeten gebruiken. Het idee van het lopende project is de grond als zendantenne te gebruiken. Dit is momenteel operationeel, maar de amplitude van het uitgezonden signaal is zeer zwak en het signaal dat weerkaatst wordt door de ionosfeer heeft men nog niet kunnen scheiden van de achtergrondruis. De studie van deze laag is vooral belangrijk voor de meteorologie van de Ruimte. Het is immers vooral de laag D die de straling met hoge energie (vooral de X-stralen), uitgezonden tijdens zonne-uitbarstingen, absorbeert.

Meting van de remanente magnetisatie

Voor de meting van de zwakke remanente magnetisatie van gesteenten en van terra cotta is apparatuur met een hoge gevoeligheid vereist. De "spinner" magnetometers die gebaseerd zijn op het dynamo effect worden steeds meer vervangen door cryogene magnetometers. Bij de eerste type laat men het staal, dat overeenkomt met een zwakke magneet, draaien in de binnenkant van een spoel, waarin een elektrische stroom geïnduceerd wordt die evenredig is met de magnetisatie. Aangezien het signaal toeneemt met de rotatiesnelheid, is de bemonstering van brokkelige stalen niet zonder risico. Het tweede type instrumenten gebruikt de magnetische en supergeleidende eigenschappen van dunne verbindingen (zogenaamde SQUIDS), die beschouwd kunnen worden als detectoren van zeer zwakke

Différents cours d'observations géomagnétiques ont été donnés à Skopje et à Štip ainsi que des examens de contrôle des connaissances des élèves. Nos relations avec l'ancienne République yougoslave de Macédoine se poursuivent pour la construction de leur observatoire magnétique (complétée à 30%).

Nouveaux Observatoires Magnétiques

Une "Expression of Intent" pour des observations magnétiques dans la nouvelle Base Antarctique Belge "Princesse Elisabeth" a été introduite. Nous avons initié la préparation des concepts d'observations et des bâtiments pour y installer un observatoire magnétique automatique.

Nous avons participé à la création de 3 nouveaux observatoires magnétiques (en collaboration avec le BGS): Nampula dans le Nord du Mozambique. Kupang et Pelabuhan Ratu en Indonésie. Nous avons donné un cours d'observations magnétiques à Jakarta.

Sondeur Spécifique pour l'Ionosphère

En collaboration avec l'Institut Supérieur Industriel de la Province de Hainaut à Tournai, l'IRM développe un sondeur spécifique pour la couche D de l'ionosphère. La couche D est la couche inférieure de l'ionosphère ; elle ne peut être étudiée grâce à un sondeur classique à cause d'un problème technique : il faudrait pouvoir disposer d'antennes d'émission beaucoup trop grandes (plus de 100 m) pour sonder cette couche. L'idée du projet en cours est d'utiliser le sol comme antenne d'émission. A l'heure actuelle, le système d'émission est opérationnel. Cependant, l'amplitude du signal émis est très faible et le signal réfléchi par l'ionosphère n'a pas encore pu être extrait du bruit électromagnétique ambiant. L'étude de cette couche est particulièrement importante en météorologie de l'Espace. En effet, c'est essentiellement la couche D qui absorbe le rayonnement de haute énergie (essentiellement les Rayons X) qui est émis lors d'éruptions solaires.

Mesure de l'Aimantation Rémanente

La mesure de l'aimantation rémanente faible des roches et des terres cuites nécessite des équipements de haute sensibilité. Les "spinner" magnétomètres basés sur l'effet dynamo sont de plus en plus remplacés par des magnétomètres cryogéniques. Pour les premiers, on fait tourner l'échantillon, assimilable à un aimant faible, à l'intérieur d'une bobine dans laquelle il induit un courant électrique qui est proportionnel à son aimantation. Comme le signal dépend et augmente avec la vitesse de rotation, la mesure des échantillons friables et non consolidés devient hasardeuse. Le second type d'instruments utilise les propriétés magnétiques et supraconductrices des jonctions minces ou de Josephson (appelées SQUIDS), qui peuvent être considérées comme des détecteurs de champs magnétiques très faibles.

magnetische velden. In dat geval is de meting onafhankelijk van de snelheid van de stalen in de detectiespoelen gekoppeld aan de SQUIDS.

Upgrade van de Cryogene Magnetometer

Het Geofysisch Centrum van het KMI gebruikt sinds 1994 een driecomponenten cryogene magnetometer van 2G Enterprises voor grote stalen, die aangekocht werd dankzij een toelage van Lotto. Deze apparatuur maakt gebruik van spitstechnologie en werd onlangs verbeterd via vervanging van de SQUIDS RF door gevoeligere SQUIDS DC en doordat het uitgerust werd met een 4K cryogenerator. Het is de eerste cryogene magnetometer die werkt met SQUIDS bij lage temperatuur en die geen vloeibare helium nodig heeft voor afkoeling van de detectoren (figuur 1.28). Na het uitvoeren van de eerste proeven in 2005 is de magnetometer operationeel sinds april 2006. De ijking uitgevoerd in de fabriek werd geverifieerd met stalen van terra cotta die tevoren gebruikt werden voor een onderlinge ijking van magnetometers gebruikt in 13 Europese laboratoria, in het kader van het Europese vormingsprogramma AARCH.

Dans ce cas la mesure est indépendante de la vitesse avec lequel les échantillons sont introduits dans les bobines de détection couplées au SQUIDS.

Upgrade du Magnétomètre Cryogénique

Le Centre de Physique du Globe de l'IRM utilise depuis 1994 un magnétomètre cryogénique à trois axes de 2G Enterprises pour grands échantillons acquis grâce à une subvention Lotto. Cet équipement utilisant des technologies de pointe, vient récemment d'être amélioré en remplaçant les SQUIDS RF par des SQUIDS DC plus sensibles et en l'équipant d'un cryogénérateur 4K. Il est le premier magnétomètre cryogénique à SQUIDS basse température ne nécessitant plus d'hélium liquide comme réfrigérant pour refroidir les détecteurs (figure 1.28). Après les premiers essais en 2005, le magnétomètre est opérationnel depuis avril 2006. La calibration effectuée à l'usine a été vérifiée avec des échantillons de terre cuite qui avaient été utilisés auparavant pour une calibration inter laboratoire de magnétomètres utilisés dans 13 laboratoires européens dans le cadre du programme de formation européen AARCH.



Figuur 1.28. Cryogene magnetometer van "2G Enterprises" geïnstalleerd in het Geofysisch Centrum van het KMI na nazicht. Nieuwe ontvangers (SQUIDS DC) verhogen de gevoeligheid. Een 4K cryogenerator (op de afbeelding: de hexagonale verticaal geplaatste opstelling) koelt de detectoren en ontvangers af, waarbij de overtollige vloeibare helium terug afgevoerd wordt.

Figure 1.28. Magnétomètre cryogénique de "2G Enterprises" installé au Centre de Physique du Globe de l'IRM après révision. De nouveaux capteurs (SQUIDS DC) augmentent la sensibilité. Un cryogénérateur 4K (dans la figure : dispositif hexagonal monté verticalement) refroidit les détecteurs et les capteurs et rend l'approvisionnement en hélium liquide superflu.

1.5 Verbeteren kwaliteit van de metingen van waarnemingssystemen

Kwaliteitscontrole van automatische neerslagmetingen

De laatste jaren is het KMI begonnen met de installatie van een netwerk met automatische weerstations (AWS),

1.5 Amélioration de la qualité des mesures des systèmes d'observation

Contrôle de qualité des mesures automatiques de précipitations

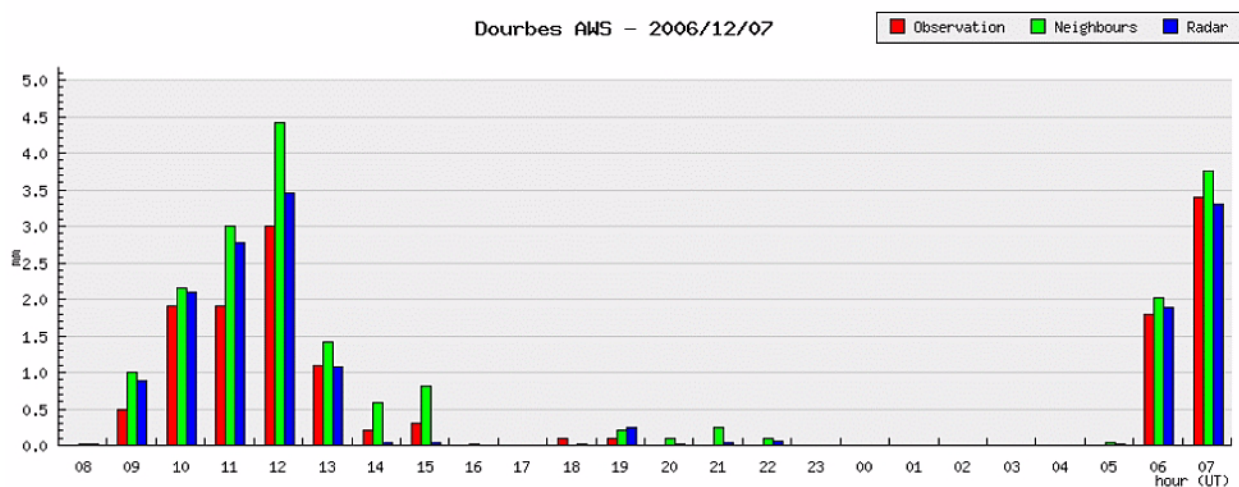
Ces dernières années, en parallèle à l'utilisation d'autres réseaux d'observations, l'IRM a commencé l'installation

naast andere meetnetten. Dit maakt een geleidelijke uitbreiding noodzakelijk van de verschillende traditioneel gebruikte procedures voor kwaliteitscontrole.

Eind 2006 werd gestart met de ontwikkeling van een nieuwe procedure voor de kwaliteitscontrole van de neerslagmetingen van de AWS's. De procedure verloopt op basis van visualisaties (figuur 1.29), en statistische methodes. Foutieve waarnemingen worden opgespoord en gecorrigeerd dankzij een combinatie van automatische en manuele controles. Deze procedure moet de betrouwbaarheid van de automatische neerslaggegevens garanderen.

dans le pays d'un parc de stations automatiques (AWS). Cela conduit à revoir ou étendre progressivement les différentes procédures de contrôle de qualité utilisées traditionnellement à l'IRM.

A la fin de 2006 on a commencé le développement d'une nouvelle procédure pour le contrôle de qualité des mesures de précipitations par les AWS. Cette procédure est basée sur les visualisations (figure 1.29), la statistique et le calcul des probabilités. Les mesures erronées sont détectées et corrigées grâce à une combinaison de l'inspection manuelle et de l'intelligence artificielle. La procédure doit garantir la fiabilité des mesures automatiques de précipitations.



Figuur 1.29. : Grafiek voor de kwaliteitscontrole van de uurlijkse neerslagmetingen te Dourbes op 7 december 2006. De AWS waarnemingen van de neerslaghoeveelheid (rood) worden vergeleken met een schatting op basis van naburige stations (groen) en de meteorologische radar van Wideumont (blauw).

Figure 1.29. Graphique pour le contrôle de qualité des mesures horaires de précipitations à Dourbes le 7 décembre 2006. Les observations de la quantité de précipitations de la station automatique (en rouge) sont comparées avec une estimation basée sur les stations voisines (en vert) et sur le radar de Wideumont (en bleu).

Internationale ijking Brewer spectrofotometers

De twee Brewer spectrofotometers van het KMI zijn de basisinstrumenten voor de meting van de dikte van de ozonlaag, de UV straling en de optische dikte van de aërosollaag te Ukkel. Om in internationale netwerken zoals GAW (Global Atmospheric Watch) van de WMO te kunnen blijven, zijn regelmatige ijkingen noodzakelijk.

In 2006 werden beide instrumenten geijkt ten opzichte van een internationaal erkend referentie-instrument. Uit de vergelijkingen werden nieuwe ijkgegevens voor de beide instrumenten berekend. De verschillen met de vorige kalibratie (in 2003) waren voor één toestel verwaarloosbaar, terwijl voor het andere een lichte aanpassing nodig was. Met de nieuwe constanten blijven de verschillen bij quasi-simultane zonwaarnemingen van beide instrumenten gemiddeld kleiner dan 1%. Door deze regelmatige ijkingen blijft de kwaliteit van de waarnemingen voldoende hoog om de erkenning als complementair station van NDACC

Étalonnage international des spectrofotomètres Brewer

Les deux spectrofotomètres Brewer de l'IRM sont les instruments de base pour la mesure de l'épaisseur de la couche d'ozone, du rayonnement UV et de l'épaisseur optique de la couche d'aérosols à Uccle. Pour pouvoir rester au sein de réseaux internationaux comme GAW (Global Atmospheric Watch), des étalonnages réguliers sont nécessaires.

En 2006 nos deux instruments ont été étalonnés par rapport à un instrument de référence internationalement reconnu. A partir de ces comparaisons de nouveaux paramètres d'étalonnage ont été établis. Les différences avec les étalonnages précédents (en 2003) ont été négligeables pour un des instruments, tandis que pour l'autre une légère adaptation a été nécessaire. Avec les nouvelles constantes les différences lors de mesures solaires quasi-simultanées restent en moyenne inférieures à 1%. Grâce à ces étalonnages réguliers, la qualité des mesures reste suffisamment élevée pour

(Network for the Detection of Atmospheric Composition Changes) te behouden.

Verbetering van de neerslagmetingen met behulp van weerradars

Een automatische validatie- en correctieprocedure van schattingen van de neerslag van de radar in Wideumont werden opgesteld. Deze procedure integreert de gegevens van de automatische weerstations van het KMI en van de "Service hydrologique du Ministère de l'Équipement et des Transports" van de Waalse Gewest, teneinde de beste schatting te bekomen van dagelijkse neerslaghoeveelheden. In figuur 1.30 wordt een schematisch voorbeeld van deze procedure getoond. Voorts werd er een gedetailleerde studie afgewerkt omtrent de neerslagmetingen met de weerradar te Wideumont, over een periode van vier jaar.

Er werd een nieuw onderzoeksproject, gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid, opgestart met als doel de kwaliteit van de schattingen van de neerslag te verbeteren, door op een optimale manier de driedimensionale reflectiviteitsgegevens van de weerradar te verwerken. In een eerste fase zal de ruimtelijke variabiliteit van de verticale profielen van de reflectiviteit gekarakteriseerd worden.

De procedure voor automatische controle van het ijkniveau van de weerradar te Wideumont werd verbeterd door gebruik te maken van een groter aantal doelwitten (masten in de omgeving van de radar) die als referentie dienen.

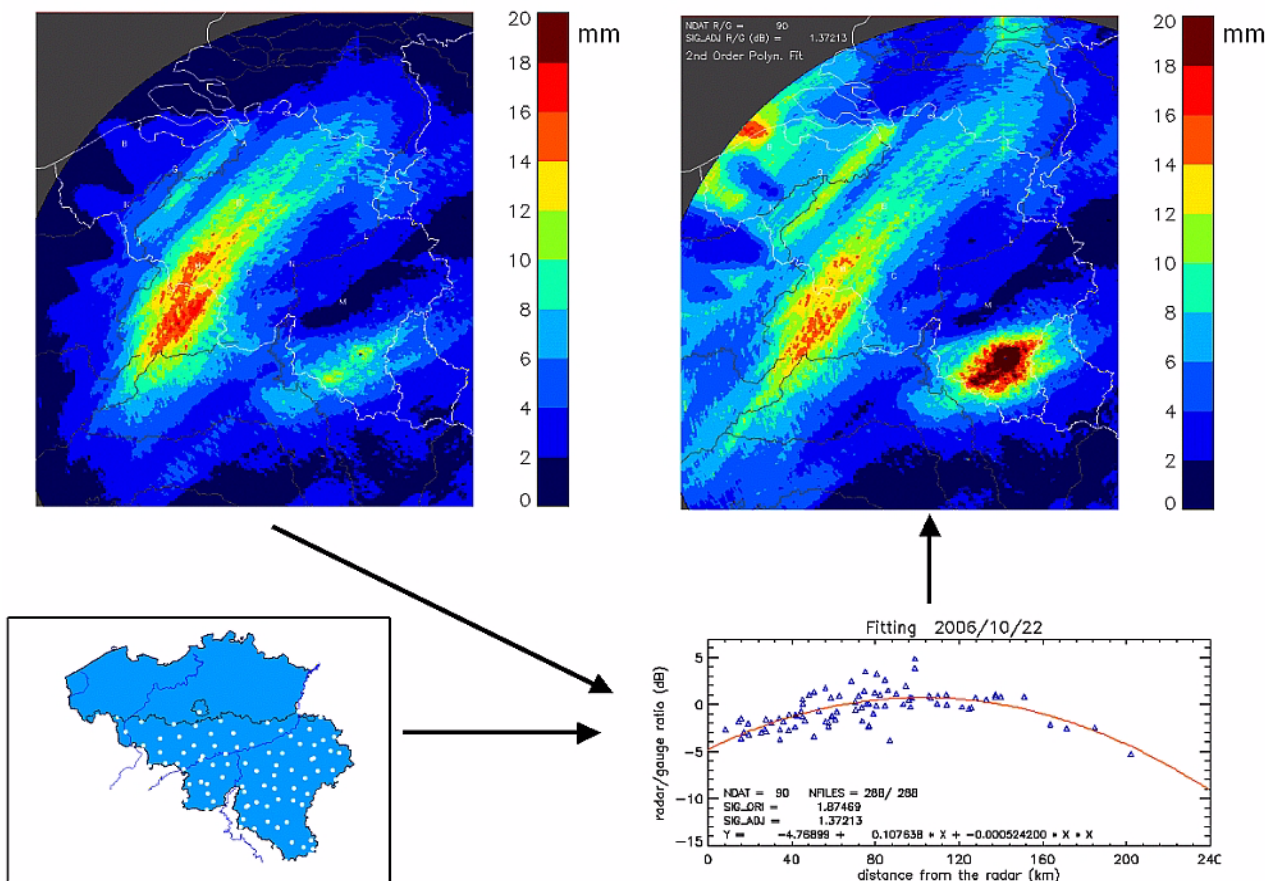
garantir la reconnaissance comme station complémentaire du NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Changes).

Amélioration des mesures de précipitations à l'aide de radars météorologiques

Une procédure automatique de validation et de correction des estimations de précipitations du radar de Wideumont a été mise en place. Cette procédure intègre les données des stations automatiques de l'IRM et du service hydrologique du Ministère de l'Équipement et des Transports de la Région Wallonne, de manière à obtenir la meilleure estimation des cumuls de précipitations quotidiens. La figure 1.30 montre un exemple schématique de cette procédure. Par ailleurs, une étude détaillée des performances du radar de Wideumont portant sur quatre années d'utilisation a été réalisée.

Un nouveau projet de recherche financé par la Politique Scientifique Fédérale a été entamé. Il a pour but d'améliorer la qualité des estimations radar de précipitations en exploitant de manière optimale les données de réflectivité à trois dimensions récoltées par le radar. Les premiers travaux visent à caractériser la variabilité spatiale des profils verticaux de réflectivité mesurés par le radar.

Enfin, la procédure de contrôle automatique du niveau de calibration du radar de Wideumont a été améliorée en augmentant le nombre de cibles (pylônes situés à proximité du radar) servant de référence.



Figuur 1.30. Schematisch voorbeeld van de automatische validatie- en correctieprocedure van de neerslagmetingen afgeleid uit de metingen met de weerradar van Wideumont. Dit voorbeeld toont de originele (linksboven) en de gecorrigeerde (rechtsboven) waarden van de geaccumuleerde neerslagmetingen over 24 uren, beginnend op 22 oktober 2006 om 6u UTC.

Figure 1.30. Exemple schématique de la procédure automatique de validation et de correction des mesures de précipitations dérivées des mesures du radar météorologique de Wideumont. Cet exemple montre les valeurs originales (à gauche en haut) et corrigées (à droite en haut-) de la quantité de précipitations accumulées sur 24 heures, commençant le 22 octobre 2006 à 6h UTC.

Geofysica

De specificaties en de testmethode van de nieuwe magnetische Variometer INTERMAGNET bij één staal per seconde werden gedefinieerd. Deze zal in Dourbes worden geïnstalleerd in de loop van 2007. Door de uitbreiding van de waargenomen frequentieband zal de kwaliteit van onze tijdreeksen verbeterd worden, vooral te behoeve van gebruikers die in externe geofysica geïnteresseerd zijn.

Sinds november 2006 is het KMI coördinator van het zogenaamde GALOCAD onderzoeksproject. Dit project wordt gefinancierd door de "GNSS Supervising Authority", dit is het organisme verantwoordelijk voor de ontwikkeling van het Europese Galileo systeem. Het doel van GALOCAD is een prototype van een dienst te ontwikkelen die zal toelaten om in reële tijd het effect op de ionosfeer en de neutrale atmosfeer op de nauwkeurigheid van toepassingen van Galileo te evalueren in reële tijd en te voorspellen. In het kader van dit één jaar durende project zal de geografische spreiding van deze dienst beperkt worden tot België.

Géophysique

Les spécifications et la méthode de test du nouveau Variomètre magnétique INTERMAGNET à 1 échantillon par seconde ont été définies. Il sera installé à Dourbes en 2007. L'élargissement de la bande de fréquence observée nous permettra d'améliorer la qualité de nos séries temporelles, surtout pour des utilisateurs intéressés à la géophysique externe.

Depuis le mois de novembre 2006, l'IRM est coordinateur d'un projet de recherche appelé GALOCAD. Ce projet est financé par la GNSS Supervising Authority qui est l'organe responsable du développement du système européen Galileo. Le but de GALOCAD est de développer un service prototype permettant d'évaluer en temps réel et de prédire l'effet de l'ionosphère et de l'atmosphère neutre sur la précision des applications de Galileo. Dans le cadre de ce projet dont la durée est d'un an, l'étendue géographique du service prototype en question sera limitée à la Belgique.



Verbeteren en uitbreiden van de producten en diensten aan de gebruikersgroepen

Amélioration et Élargissement des Produits et Services pour les Groupes d'Utilisateurs

2.1 Verbeteren van producten en diensten

2.1.1 Text-to-speech

In september 2006 heeft het KMI zijn 0900 telefoondienst verder ontwikkeld samen met zijn provider The Ring Ring Company.

Het KMI staat in België al bijna een eeuw in voor het leveren van betrouwbare meteorologische informatie aan het publiek. Om deze opdracht optimaal te kunnen vervullen aan de hand van innovatieve oplossingen maakt het KMI gebruik van de expertise van een reeks partners. Zo werkt het KMI met The Ring Ring Company, die de nieuwste telefoontechnologieën inschakelt om de diverse informatiediensten van het KMI op een eenvoudige manier tot het publiek te brengen. Het telefonisch weerbericht van het KMI wordt sinds september via text-to-speech (tekst naar spraak) op de telefoonlijnen geplaatst. Text-to-speech is een spraaktechnologie waarbij een geschreven tekst automatisch omgezet wordt naar een vloeiende spraak. Dankzij deze technologie kan het KMI nu op elk moment digitale bestanden doorsturen naar The Ring Ring Company, die dit digitaal formaat automatisch vertaalt naar spraak, waardoor de telefonische weerinformatie onmiddellijk op de lijnen aangepast is.

2.1 Amélioration des produits et des services.

2.1.1 Text-to-speech

En septembre 2006, l'IRM a développé son offre de service par téléphone en collaboration avec la société Ring-Ring Company.

L'IRM en Belgique depuis près d'un siècle livre au public des informations météorologiques fiables. Pour mener à bien cette mission et en innovant ses méthodes, l'IRM fait appel à plusieurs partenaires. Ainsi, l'IRM travaille avec la société Ring ring company qui grâce à une technologie spécifique de téléphonie peut transmettre l'information au public assez simplement. Le bulletin météorologique est par exemple depuis septembre 2006 enregistré grâce à " text to speech ", un système de lecture automatique.

Text-to-speech est une technologie qui permet à partir d'un texte imprimé d'enregistrer un message vocal. Grâce à cela, l'IRM envoie directement à la société RRC ses bulletins sous une forme digitale qui, pratiquement sans délai sont mis en ligne sur le répondeur automatique.

En fait, cette technologie n'est pas vraiment nouvelle mais l'innovation a consisté en une amélioration des performances de sorte que la diction soit de très bonne

Op zich is deze technologie niet nieuw maar de uitdaging bestaat erin deze op een dusdanige manier te gebruiken dat een goede gesproken tekst tot stand gebracht wordt. The Ring Ring Company en het KMI hebben samen de diverse specifieke woordenschat en afkortingen van de weerberichtgeving bijgewerkt om tot een verhoogde verstaanbaarheid van de automatisch omgevormde teksten te komen.

De voordelen van text-to-speech zijn legio. Het KMI hangt niet langer af van de beschikbaarheid van personeel voor het uitvoeren van opnames 3 maal per dag. Dit levert als grootste voordeel voor het publiek dat informatie onmiddellijk beschikbaar is. Alle nieuwe informatie wordt automatisch op de 0900-lijnen geplaatst. Niet alleen de algemene meteolijn 0900 27 002 die het meest wordt gebruikt door een breed publiek, maar ook de professionele lijnen waar een snelle berichtgeving van kapitaal belang is, doen beroep op text-to-speech.

2.1.2 Herziening van de winddata

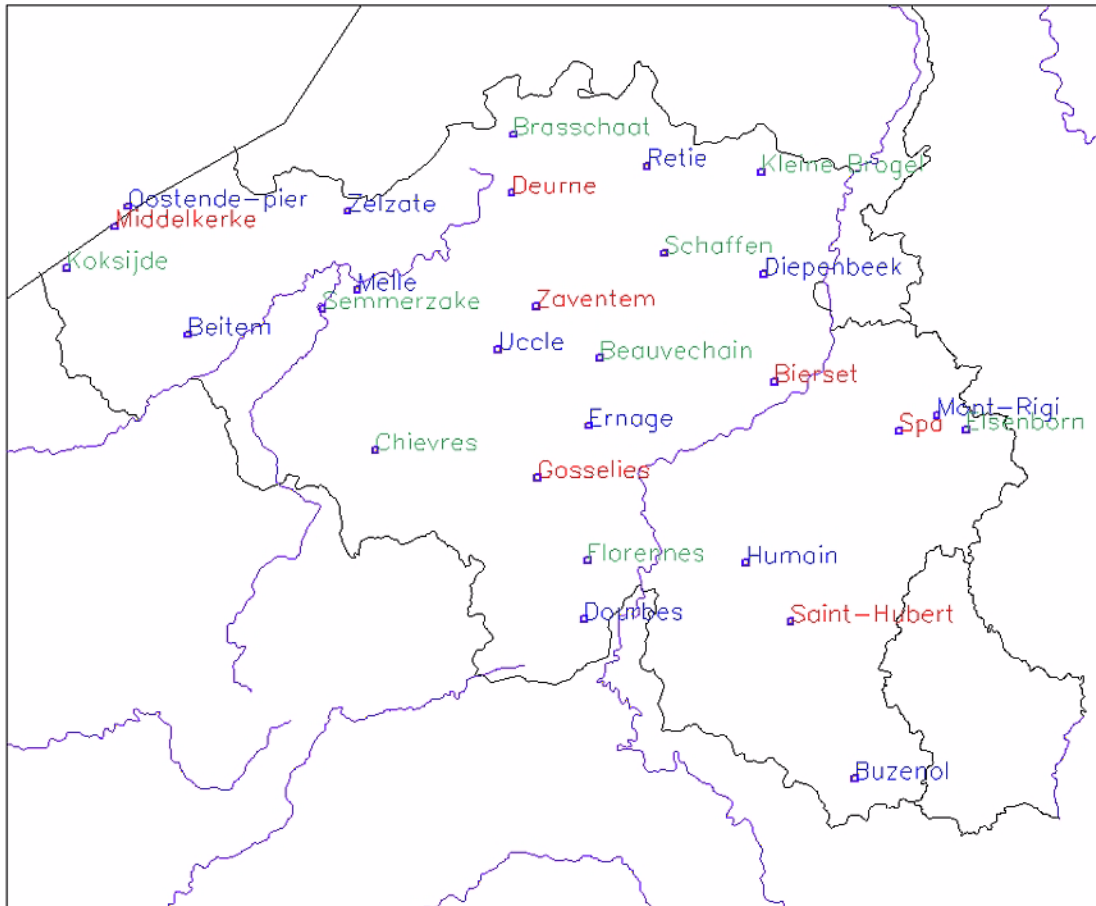
Binnen het kader van het project "Verbetering van de voorspelling van wind energie in België", heeft het KMI de opportuniteit gehad om een validatie van het Belgisch anemometrisch netwerk uit te voeren. Het KMI is namelijk het internationaal aanspreekpunt voor België inzake de distributie en het beheer van synoptische data. Deze meteorologische gegevens worden geleverd door drie netwerken: Belgocontrol, Meteowing en KMI.

qualité. L'IRM et RRC ont collaboré pour établir une liste de mots spécifiques aux bulletins du temps qui, générés par l'enregistrement automatique, sont parfaitement compréhensibles.

Les avantages de text-to-speech sont légions. L'IRM désormais ne dépend plus de la disponibilité des personnes qui enregistraient les bulletins 3 fois par jour. Cela permet que les bulletins soient immédiatement disponibles. Toute nouvelle information peut être audible en ligne sans délai sur les n° 0900.

2.1.2 Révision des données de vent

Dans le cadre du projet "amélioration de la prévision de l'énergie éolienne en Belgique", l'IRM a saisi l'opportunité de valider les données anémométriques du réseau belge. L'IRM est nommément le point de contact en Belgique pour la distribution et la gestion des données synoptiques. Ces données sont générées par trois réseaux, Belgocontrol, le Wing-météo et l'IRM.



Figuur 2.1. Kaart met de geografische spreiding van de windmeters over België (rood: Belgocontrol, groen: Meteowing, Blauw: Automatische stations KMI).

Figure 2.1. carte des stations visitées au cours du projet (les rouges correspondent à celles de Belgocontrol, les vertes à celles du Météo-wing et les bleues aux stations automatiques de l'IRM).

Bij het meten van windgegevens (windrichting, windsnelheid) is het uitermate belangrijk voor windstudies dat eventuele veranderingen in meetinstrumenten, locaties van windmasten en in de hoogte gekend zijn om hiermee rekening te kunnen houden bij verder onderzoek.

Dit project heeft ertoe bijgedragen dat bepaalde veranderingen in het synoptisch netwerk nauwkeurig beschreven werden en in rekening werden gebracht voor het actualiseren van bestaande producten (frequentietabellen wind, herhaalperiodes voor rukwinden).

2.1.3 Rampenfonds

Meerdere malen per jaar vraagt de Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken advies aan het KMI advies over het uitzonderlijke karakter van intense en overvloedige regens die soms ernstige schade hebben berokkend in ons land. Vervolgens beslist de ministerraad dan voor elk geval of de tussenkomst van het Rampenfonds vereist is of niet.

En validant les mesures des vents (direction et vitesse) il est très important de tenir compte d'éventuelles perturbations du fait de la localisation et de la hauteur des mâts. Connaissance indispensable pour poursuivre la recherche.

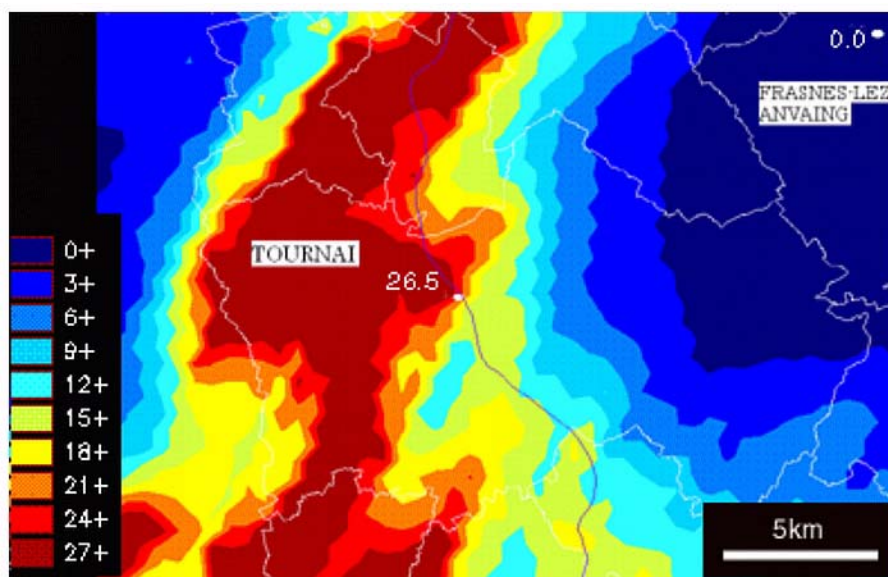
Ce projet a conduit à détecter des changements dans le réseau synoptique ainsi qu'à leur prise en compte pour l'actualisation de certains produits existants (tableau de fréquence, période de retour des pointes de vents).

2.1.3 Fonds des calamités

Chaque année, à de nombreuses reprises, le SPF Intérieur demande l'avis de l'IRM sur le caractère exceptionnel de pluies intenses et abondantes qui ont causé des dégâts, parfois importants, dans le pays. Par la suite, dans chaque cas, le conseil des ministres décide éventuellement de faire intervenir le Fonds des Calamités.

Om deze aanvragen zo snel en efficiënt mogelijk te beantwoorden, heeft het KMI een software ontwikkeld die de naam PARAPLUIES kreeg. Deze software laat met name toe om de neerslaggegevens te visualiseren onder de vorm van gebruiksvriendelijke kaarten. De gegevens komen voort uit twee bronnen: de pluviometrische netwerken op de aarde en de meteorologische radars. De gegevens van de pluviometers zijn nauwkeuriger, maar de pluviometrische ramingen van de radars laten een veel gedetailleerdere ruimtelijke analyse toe.

Figuur 2.2 toont een voorbeeld van de visualisatie van intense neerslag tijdens de avond van 18 juli 2006 in de streek van Doornik. Dankzij de radar ziet men heel duidelijk het groot verschil in intensiteit van de neerslag op verschillende plaatsen in de gemeente. Ook de metingen van twee pluviometers in de regio worden weergegeven. Zo ziet men in het midden van het beeld, op het grondgebied van Doornik, dat een pluviometer 26,5 mm registreerde, terwijl een tweede, bovenaan rechts op het grondgebied van de gemeente Frasnes-lez-Anvaing, helemaal geen neerslag registreerde. Dit illustreert dat de ramingen van de radar op de plaats van de pluviometers uitstekend zijn.



Figuur 2.2. Visualisering van de neerslaghoeveelheid op 18 juli 2006 tussen 19u en 20u, gerealiseerd door het programma PARAPLUIES. De figuur heeft Doornik als centrum. De kleuren geven de uurlijkse berekeningen van de radar van Wideumont in mm weer (zie schaal).

Pour répondre de manière plus rapide et plus efficace aux demandes d'avis, l'IRM a développé le logiciel PARAPLUIES. Ce logiciel permet, notamment, de visualiser les données de précipitations sous formes de cartes facilement exploitables. Les données proviennent de deux sources d'information : les réseaux de mesures pluviométriques en surface et les radars météorologiques. Les données des pluviomètres sont ponctuellement de meilleure qualité, mais les estimations pluviométriques fournies par les radars permettent une analyse spatiale beaucoup plus détaillée.

La figure 2.2 donne un exemple de visualisation dans la région de Tournai pour un épisode pluvieux intense survenu en soirée le 18 juillet 2006. Grâce au radar, on voit très bien la variation importante de l'intensité des précipitations d'un point à l'autre de la commune. Les mesures de deux pluviomètres installés dans la région sont également reprises (le premier appareil a relevé 26,5 mm, au centre de l'image, sur le territoire de la commune de Tournai, et le second n'a rien mesuré, en haut à droite, sur le territoire de la commune de Frasnes-lez-Anvaing). On remarque que, pour cet épisode pluvieux précis, les estimations du radar à l'endroit des pluviomètres sont excellentes.

Figure 2.2. Visualisation par le logiciel PARAPLUIES des quantités de précipitations entre 19h et 20h le 18 juillet 2006. La figure est ici centrée sur la commune de Tournai. Les couleurs donnent les estimations horaires fournies par le radar de Wideumont (en mm, cf. échelle de couleur).

2.1.4 Magnetische metingen ten bate van de luchtvaart

Op vraag van de luchtvaartsector werden magnetische metingen en consultstudies voor startbanen en voor de certificatieplatformen voor vliegtuigkompassen uitgevoerd. Dit heeft plaatsgegrepen in het kader van de vernieuwing en uitbreiding van de luchthaven van Luik-

2.1.4 Mesures magnétiques pour l'aéronautique

A la demande du secteur aéronautique, des mesures magnétiques et études de consultance pour les pistes d'envol et pour les plateformes de certification des compas d'aéronefs ont été menées. Ceci a eu lieu pour la rénovation et l'extension de l'aéroport de Liège-Bierset et

Bierset en op de luchthaven van het Groot Hertogdom Luxemburg.

2.1.5 Verbeteren van het beheer van de gegevensbanken

De centrale databank wordt steeds belangrijker voor de werking van het instituut. Om ook in de toekomst het snel en efficiënt functioneren van de groeiende databank te verzekeren, werd door de databankbeheerders een cursus voor gevorderden 'database tuning' gevolgd. De opgedane kennis laat hen toe problemen inzake performantie op te lossen en bereidt hen voor op de migratie van de databank naar een nieuwere versie.

In 2006 lag de nadruk op het assisteren van de klimatologische dienst bij de overdracht van hun gegevens en producten naar de centrale databank. Er wordt nu gebruik gemaakt van een rapporteringpakket waardoor het aanmaken van allerhande klimatologische rapporten gecentraliseerd en vereenvoudigd wordt.

Ook de toegang tot de databank werd voor twee diensten aangepast: de interface voor de voorspellers is gemigreerd naar een stabiel platform en de webinterface voor de klimatologische afdeling is in ontwikkeling. De interface vervangt een groot aantal DOS/UNIX applicaties waarmee men tot dan toe moest werken. Met behulp van deze interface hopen we het werk van deze dienst te vereenvoudigen, met een snellere en efficiëntere klantenservice tot gevolg.

2.1.6 Verbeteren van de informatica-infrastructuur

De performance van twee core servers in het proces van het beheer en de productie van het KMI is verbeterd. Allereerst is het aantal processors dat het beheer verzorgt van de gegevens voor het weerbureau en de externe gebruikers verdubbeld. De rekencapaciteit is op die manier vermenigvuldigd met factor 3,5. Daarnaast werd ook de rekencapaciteit van de telecomserver verdubbeld, die de gegevensflux beheert die voortkomt van het RMDCN van het WMO en de gegevensflux die getransfereerd wordt naar Belgocontrol, de Meteowing en het IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) van de UNESCO.

De servers die de ftp-service en de webserver voor het publiek verzekeren, zijn beide été mis en redundance. Dit laat toe de diensten aan het publiek en de gebruikers te verzekeren in geval van technische panne van één van de servers.

à l'aéroport du Grand-duché du Luxembourg.

2.1.5 Amélioration de la gestion de la banque de données.

La banque centrale de données devient toujours plus importante pour le travail de l'institut. Afin qu'à l'avenir la vitesse de fonctionnement s'améliore et que la croissance de la banque puisse être assurée, les gestionnaires de celle-ci ont suivi une formation. Ces nouvelles connaissances acquises leur permettront de résoudre bien des problèmes et d'assurer la migration des données vers une nouvelle version.

En 2006, on a avec insistance, donné mission au service climatologique de transférer ses données vers la banque centrale.

L'accès à la banque de données a été rendu possible pour 2 services dans une interface destinée aux prévisionnistes ainsi que pour le service opérationnel de la climatologie. L'interface intègre une grande quantité d'applications DOS/UNIX au moyen desquelles il s'agit de faire fonctionner les services. On espère grâce à cela simplifier les tâches à exécuter pour servir mieux et plus vite les clients.

2.1.6 Amélioration de l'infrastructure informatique

Les performances de deux serveurs clé dans le processus de traitement et de production de l'IRM ont été améliorées. Tout d'abord, le doublement du nombre de processeurs du serveur effectuant le traitement des données destinées au Bureau du Temps et aux clients externes a été réalisé. Sa capacité de calcul a ainsi été multipliée par un facteur 3,5. La capacité de calcul du serveur " télécom " qui gère les flux de données provenant du RMDCN du WMO et les flux de données transmis vers Belgocontrol, le Meteo Wing et l'IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) de l'UNESCO a quant à elle été doublée.

Les serveurs assurant le service ftp et le serveur web destiné au public ont tous deux été mis en redundance. Ceci permettra d'assurer ces services au public et aux clients externes même en cas de défaillance technique d'un des serveurs.

De promotie van het gebruik van lichte polyvalente terminals in de plaats van gewone PC's is verdergezet in 2006 en een vijftigtal gebruikers werken op dit moment op dit type van materiaal. Deze politiek liet toe de workload van de PC-cel te verminderen op het niveau van het beheer van het computerpark, waardoor deze mensen hun activiteiten meer kunnen toespitsen op de beheerstaken van de Windows-servers om zo de betrouwbaarheid ervan te verhogen. Dit liet tevens toe om nieuwe diensten aan de gebruikers aan te bieden. De diensten van de directie beschikken zo over een "Exchange" server, bedoeld om op een optimale manier hun agenda's en briefwisseling te beheren

Het jaar 2006 was voor een belangrijk deel gewijd aan de opening, op Belgisch en Europees niveau, van de openbare aanbesteding voor de vervanging van de file server van de Pool Ruimte (KMI, KSB en BIRA). De installatie van de nieuwe server zou plaats moeten vinden in de lente van 2007 en zal de drie instituten voorzien van een stockagecapaciteit voor de gebruikers van meer dan 30 TeraBytes, ofwel bijna tien keer de huidige waarde.

Op het niveau van de basisinfrastructuur, werd de installatie van airconditioning in de lokalen van de operaties vernieuwd door de Regie der Gebouwen. De koeleenheid en de compressors werden volledig vervangen tijdens de laatste maanden van het jaar. De nieuwe uitrusting zal toelaten om de stijging van de warmteproductie op te vangen die de nieuwe servers, voorzien voor 2007, zouden moeten vrijmaken.

2.2 Ontwikkelen van gebruikersgeoriënteerde producten en diensten

2.2.1 Hogeresolutieproducten van het ECMWF

De ontvangst van nieuwe hogeresolutieproducten van het ECMWF werd gebruikt voor de reanalyse van de ketting van het beheer van producten die ter beschikking gesteld worden van de voorspellers door middel van een visualisatiesoftware van het KMI. Deze software wordt door het KMI gebruikt sinds 2004 en werd ontwikkeld door het Meteorologisch Instituut van Hongarije. De nieuwe producten, waarvan de ruimteresolutie 0,25°x0,25° is, maken op dit moment integraal deel uit van de operationele producten.

La promotion de l'usage de terminaux légers polyvalents à la place des PC's ordinaires a été poursuivie en 2006 et une cinquantaine d'utilisateurs travaillent à présent sur ce type de matériel. Cette politique a permis de diminuer la charge de travail de la "Cellule PC" au niveau de la gestion du parc des PC's et de lui permettre de concentrer ses activités sur des tâches de gestion des serveurs Windows afin d'en améliorer la fiabilité. Ceci a aussi permis d'offrir de nouveaux services aux utilisateurs. Les services de la direction disposent ainsi d'un serveur "Exchange" destiné à gérer de manière optimale leurs agendas et courriers.

L'année 2006 a été pour une part importante consacrée à l'ouverture, au niveau belge et européen, du marché public destiné au remplacement du serveur de fichiers du Pôle Espace (IRM, ORB, IASB). L'installation du nouveau serveur devrait avoir lieu au printemps 2007 et dotera les trois institutions d'une capacité de stockage pour les utilisateurs de plus de 30 TeraBytes, soit près de dix fois la valeur précédente.

Au niveau de l'infrastructure de base, l'installation du conditionnement d'air des locaux des opérations a été renouvelée par la Régie des Bâtiments. L'unité frigorifique et les compresseurs ont été entièrement remplacés durant les derniers mois de l'année. Le nouvel équipement permettra de gérer l'augmentation de la production de chaleur que les nouveaux serveurs prévus en 2007 devraient dégager.

2.2 Développement de produits et de services orientés vers les utilisateurs

2.2.1 Produits haute résolution de l'ECMWF

La réception des nouveaux produits à haute résolution de l'ECMWF a été mise à profit pour re-analyser la chaîne de traitement des produits mis à la disposition des prévisionnistes au moyen du logiciel de visualisation de l'IRM. Ce logiciel est utilisé par l'IRM depuis 2004 et a été développé par l'Institut Météorologique Hongrois. Les nouveaux produits, dont la résolution spatiale est de 0,25°x0,25°, font à présent partie intégrante des produits opérationnels.

2.2.2 Wateroverlast voorspellen

Op basis van het technisch bestek van de afdeling Water van het Vlaamse Gewest werd OBM (Operationeel Bekken Model) Demer gerealiseerd door een consortium van gespecialiseerde bedrijven onder leiding van Internationale Marine and Dredging Consultants NV in samenwerking met Soresma NV, Wallingford Software LTD en Hemmis NV. Het KMI fungeerde hier als dataleverancier van waarnemingen en verschillende neerslagvoorspellingen.

In de loop van de laatste jaren heeft OBM Demer zijn nut bewezen als overstromingsvoorspeller van de Demer voor de bevolking. Om die reden heeft het Vlaams Gewest besloten om de overstromingsvoorspeller uit te breiden naar alle Vlaamse bekkens.

Het KMI heeft op basis van de behoeften van het Vlaamse Gewest de nodige producten aangemaakt, die het Vlaamse Gewest kan gebruiken in hun waarnemings- en voorspellingsmodules voor alle Vlaamse bekkens.

2.2.3 Confederatie Bouw

De Confederatie Bouw is met 14.000 leden de meest representatieve werkgeversorganisatie in de bouw en bovendien vertegenwoordigt zij alle 18 beroepsfederaties.

Samen met de Confederatie Bouw heeft het KMI een web-based product ontwikkeld, dat enkel toegankelijk is voor de leden van de Confederatie, die zich op het nieuwe product geabonneerd hebben. In samenspraak met de Confederatie en zijn leden werd het aanbod samengesteld, zodat de leden in de toekomst hun werk beter kunnen organiseren met de waarnemingen en verwachtingen van het KMI.

2.2.2 Prévisions d'inondations

Sur base du devis de la division EAU de la Région Flamande l'OBM (Operationeel Bekken Model) Demer a été développé par un consortium d'entreprises spécialisées sous la direction des Sociétés de consultance Marine and Dredging, Soresma, Wallingford Software et Hemmis.

L'IRM dans ce projet a été le fournisseur de données d'observations et de prévisions de précipitations.

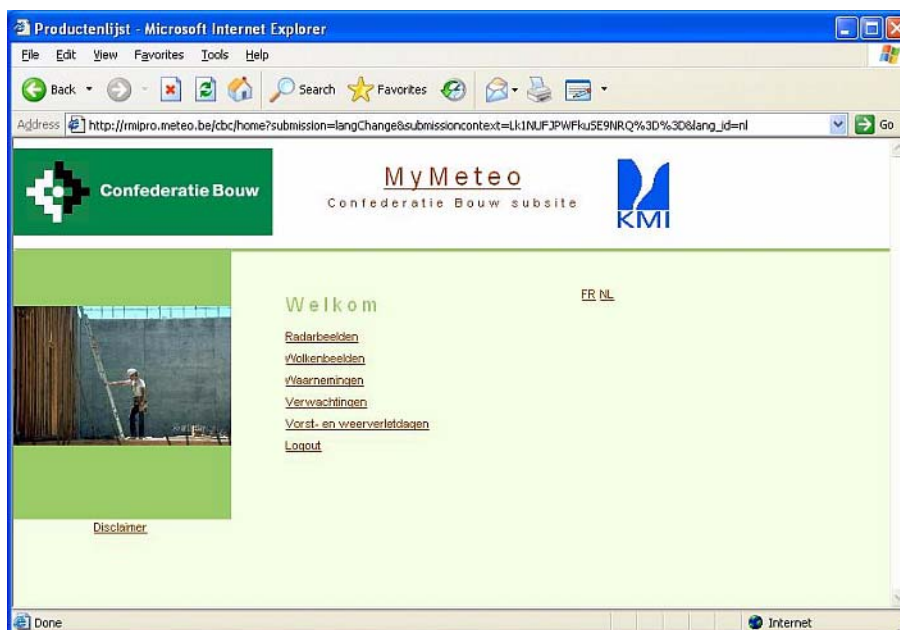
Dans le courant des dernières années; OBM Demer a fait ses preuves en matière de prévisions d'inondation pour la population. C'est pour cette raison que la Région Flamande l'a désigné pour étendre son expertise à l'ensemble des bassins situés en Région Flamande.

Selon les besoins de la région Flamande, l'IRM a développé des produits que la Région peut utiliser pour leurs propres observations et prévisions modulées par bassin.

2.2.3 Confédération de la construction

La confédération de la construction forte de ses 14.000 membres est l'organisation de la branche la plus représentative d'autant plus qu'elle regroupe 18 fédérations.

C'est en collaboration avec cette Confédération que l'IRM a développé un produit de base sur le Web accessible seulement à ses membres qui s'y sont abonnés. Des pourparlers ont permis de rassembler l'offre de services en sorte que les membres du secteurs qui y ont accès peuvent mieux organiser leurs travaux en se fondant sur les observations et les prévisions de l'IRM.



Figuur 2.3. Screenshot van de MyMeteo-website voor de Confederatie Bouw.

Figure 2.3. Capture d'écran du site web MyMeteo pour la Confédération de la Construction.

2.2.4 MeteoQuiz

Het KMI krijgt geregeld aanvragen voor een vertegenwoordiging op educatieve evenementen en activiteiten. Daar we dit vaak moeten weigeren omwille van praktische beperkingen lieten we door een gespecialiseerde firma een softwareprogramma voor een interactieve weerquiz ontwikkelen.

Deze quiz werd ondertussen op drie computers in aangepaste kasten geïnstalleerd. Deze meubels, die het logo van het KMI dragen, kunnen naar wens op tentoonstellingen en beurzen geplaatst worden.

Twee van onze "MeteoQuiz"-kasten werden in 2006 in permanentie op de wetenschaptentoonstelling van Earth Explorer te Oostende gebruikt. De derde wordt gebruikt op verzoek van organisatoren van allerlei evenementen.

De quiz richt zich tot jongeren van 10 tot 18 jaar en wordt ingedeeld in twee niveaus, aangepast aan de leeftijd. De quizzer kan ook een keuze maken uit 4 rubrieken, namelijk: "Waarnemingen en weersvoorspellingen", "Het klimaat en de meteorologische gebeurtenissen in België", "De wereldklimaten en het klimatologische systeem" en "Meteo-avontuur". Bij elke quiz worden de vragen willekeurig gekozen, zodat men nooit twee identieke vragenreeksen zal krijgen.

De MeteoQuiz blijkt heel wat succes te hebben, niet alleen bij de doelgroep, maar ook bij geïnteresseerde volwassenen.

2.2.4 MeteoQuiz

L'IRM est régulièrement invité à participer à des événements ou à des activités éducatives. Comme nous étions souvent amenés malgré notre bonne volonté à refuser pour des raisons pratiques de disponibilité, nous avons fait développer par une firme spécialisée un programme d'un quiz interactif.

Ce quiz a été depuis lors installé sur 3 ordinateurs montés dans des meubles présentoirs. Ces présentoirs qui portent le logo de l'IRM peuvent être exposés à la demande lors d'événements publics.

Deux de nos bornes "MeteoQuiz" ont été utilisées en permanence à l'exposition des sciences d'Earth Explorer à Ostende. La troisième est utilisée à la demande pour différents événements.

Le quiz s'adresse aux jeunes de 10 à 18 ans et comprend 2 niveaux adaptés selon l'âge des joueurs. Ceux-ci peuvent aussi choisir parmi les 4 rubriques suivantes, "Observations et prévisions météorologiques", "Le climat et les événements météorologiques en Belgique", "Le climat dans le monde et le système climatique", et "L'Aventure météo". Au début de chaque manche, des questions sont tirées au sort de sorte que les séries d'une partie ne sont jamais identiques.

Le météoquiz semble rencontrer un vif succès non seulement auprès du public jeune qui est visé mais aussi auprès d'adultes qui s'y intéressent.



Figuur 2.4. Meteo Quiz , Earth Explorer te Oostende.

Figure 2.4. Meteo Quiz , Earth Explorer à Ostende.

2.3 Vergemakkelijken van de toegang tot de informatie

2.3 La simplification de l'accès à l'information.

2.3.1 Externe gebruikers

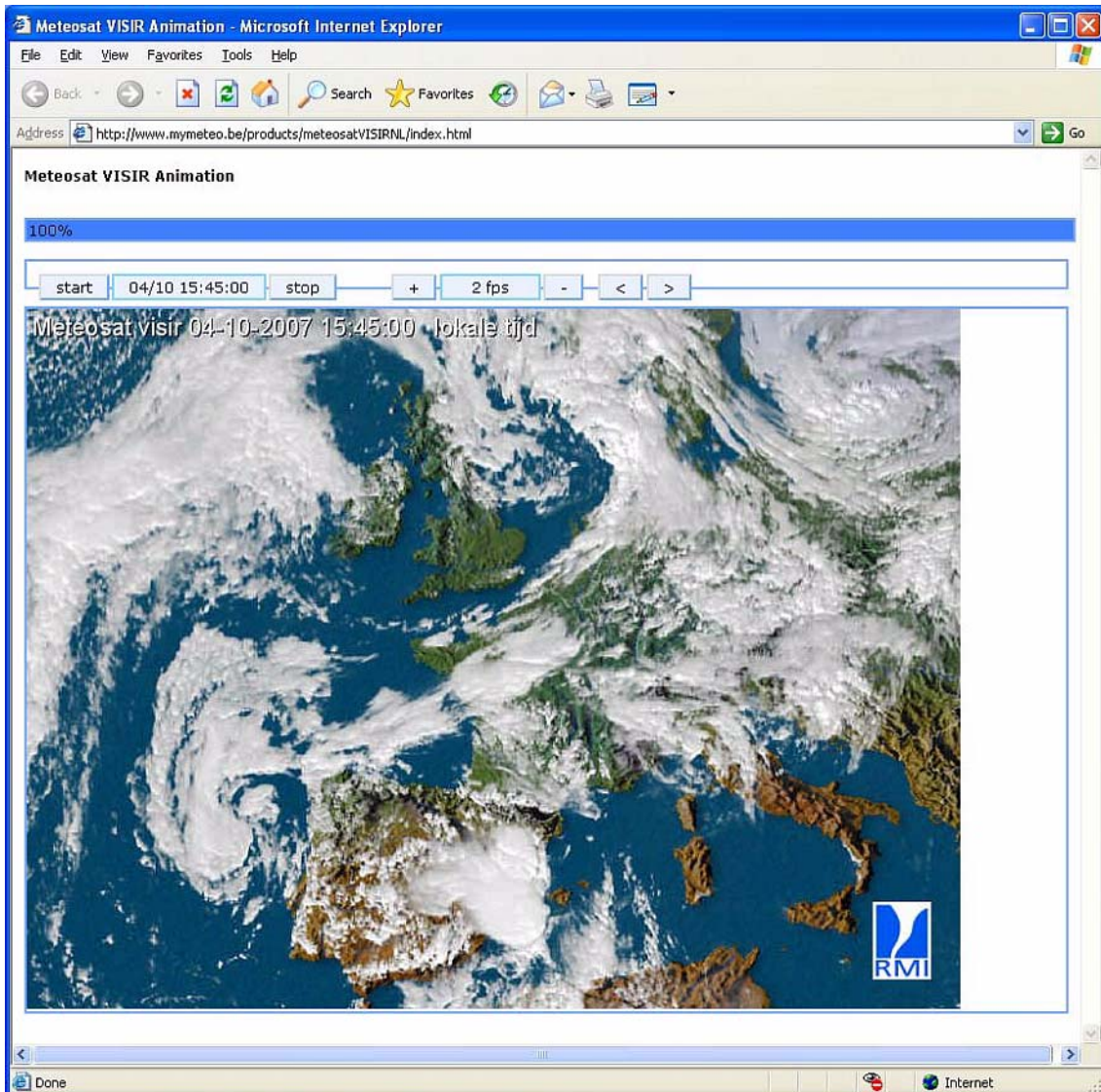
2.3.1 Usagers externes

MyMeteo

MyMeteo

De betalende website met uitgebreide weerinfo, MyMeteo, werd ook in 2006 verder aangepast en verbeterd. De site, nu bereikbaar via 'www.mymeteo.be', en het aantal producten is uitgebreid van vier tot twaalf met een voorspellingsproduct en een pagina met waarnemingen aan de grond. De mogelijkheid om de locatie van steden en gemeenten te visualiseren op de kaart maakt de radarbeelden gebruiksvriendelijker. Het beheer van de site zelf is ook makkelijker geworden.

Le site payant pour obtenir plus d'informations météorologiques, MyMeteo, a été développé et corrigé en 2006. Le site, accessible à l'adresse www.mymeteo.be, s'est enrichi, passant de 4 à 12 produits offerts comprenant des produits de prévisions dont une page d'observations en surface. La possibilité de visualiser les villes et les communes sur les cartes rend l'utilisation des images radar plus conviviale. La gestion du site a aussi été simplifiée.



Figuur 2.5. Screenshot van de site met uitgebreide weerinfo, MyMeteo.

Figure 2.5. Capture d'écran du site d'informations météorologiques détaillées, MyMeteo.

Samenwerking met Publinetworks

Het KMI kan via verschillende kanalen een verschillend publiek bereiken. Er zijn het afgelopen jaar een aantal inspanningen geleverd om een ruim publiek te informeren over het weer en de werking van het instituut. Er wordt bijvoorbeeld samengewerkt met het bedrijf Publinetworks dat kiosken in krantenwinkels beheert met schermen die dynamische advertenties tonen. Het KMI levert voorspellingskaarten aan Publinetworks en bereikt zo een groot publiek.

Vernieuwing van de website en Meteoalarm

In 2006 is er ook van start gegaan met twee belangrijke projecten die het grote publiek zullen aanspreken. Allereerst is er de ontwikkeling van een vernieuwde website (www.meteo.be). De bedoeling is om meer informatie op een overzichtelijke manier aan te bieden. Ook de opmaak van de site zal een opfrisbeurt krijgen. Een tweede belangrijke dienst is onze participatie in het

Collaboration avec Publinetworks

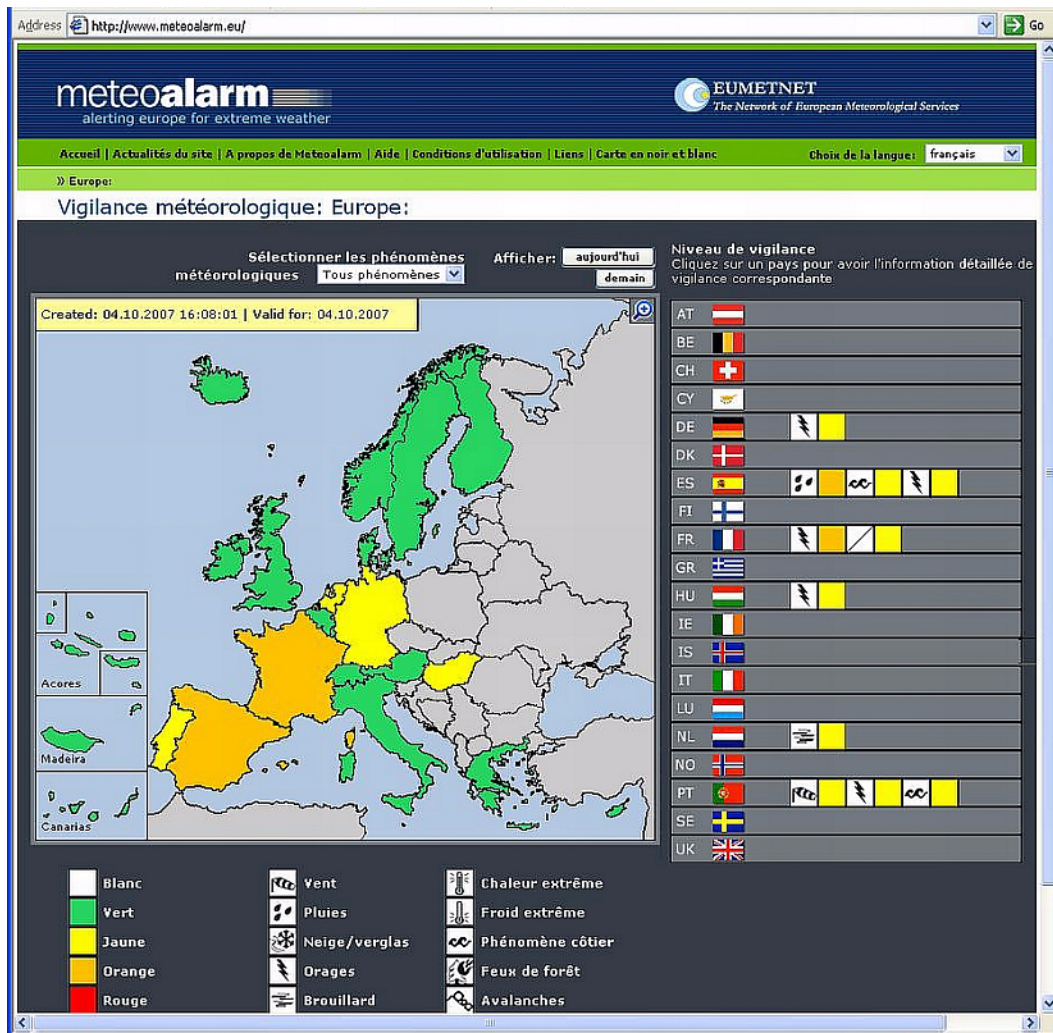
L'IRM peut atteindre différents publics par différents canaux. Un certain développement vers un large public d'informations sur le temps et sur les travaux réalisés à l'IRM a vu le jour au cours de l'année écoulée. Ce fut par exemple, la mise sur pied en collaboration avec la société Publinetworks d'écrans informations dynamiques dans les boutiques de presse. Le rôle de l'IRM est de livrer des cartes de prévisions à Publinetworks et d'atteindre de la sorte un très large public.

Rénovation du site web et Meteoalarm

En 2006, deux importants projets ont été lancés dans le même esprit d'atteindre un large public. Le premier consiste à la rénovation du site Web (www.meteo.be). L'objectif est de viser une offre plus large. Par la même occasion, un rafraîchissement nécessaire du lay-out verra le jour. Le second projet est notre participation au niveau

Europese meteoalarm project van EUMETNET (www.meteoalarm.eu). Dit project voorziet in een website met een overzicht van mogelijk gevaarlijke weerfenomenen zoals onweer, sterke wind en mist. Beide projecten zullen gefinaliseerd worden in 2007.

du réseau européen, EUMETNET du lancement de meteo-alarm (www.meteoalarm.eu). Ce projet doit permettre de découvrir en un clin d'œil les phénomènes météorologiques dangereux attendus sur tout le territoire européen, tels que les orages, les vents forts et les brouillards. Ces deux projets ne seront finalisés qu'en 2007.



Figuur 2.6. Screenshot van de meteoalarm-website.

Figure 2.6. Capture d'écran du site web meteo-alarm.

2.3.2 Interne gebruikers

Om ook de interne dienstverlening te optimaliseren werd er verder gewerkt aan de migratie van bestaande producten naar de groep Productontwikkeling, het aanpassen van producten voor gebruik met de databank en het implementeren van een efficiënt systeem voor het bijhouden van eventueel gemelde problemen.

2.3.2 Usagers internes

Afin d'optimiser aussi les transferts internes de données, on a procédé à la poursuite de la migration de la production vers la cellule "développement de produits", l'installation des produits dans la banque de données et une meilleure efficacité dans la détection d'éventuels problèmes.



Bijdragen tot de internationale uitstraling van België

Contribution au Rayonnement international de la Belgique

3.1 Demonstratie van AUTODIF op de IAGA workshop in Belsk (Polen)

Een demonstratie op ware grootte van het AUTODIF-prototype, een absoluut meettoestel geautomatiseerd voor het magnetisch veld; vond plaats tijdens de IAGA Workshop (International Association of Geomagnetism and Aeronomy) te Belsk (Polen). Voor deze gelegenheid zijn de eerste automatische metingen van de oriëntatie van het magnetisch veld van de Aarde tot stand gerealiseerd tijdens publieke meetsessies. De gemeenschap van de geofysici gaf blijk van een levendige interesse voor dit instrument, dat de weg opent voor volledig geautomatiseerde observatoria (Figuur 3.1).

3.1 Démonstration d'AUTODIF au workshop IAGA à Belsk (Pologne)

Une démonstration en vraie grandeur du prototype d'AUTODIF, appareil de mesure absolu automatisé pour le champ magnétique, a eu lieu au Workshop de l'IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy) à Belsk (Pologne). A cette occasion, les premières mesures automatiques de l'orientation du champ magnétique de la Terre ont été réalisées lors de sessions de mesures publiques. La communauté des géophysiciens a marqué un vif intérêt pour cet instrument ouvrant la voie à des observatoires entièrement automatiques (Figure 3.1).



Figuur 3.1. Demonstratie van het AUTODIF-instrument tijdens de internationale workshop van geomagnetische instrumenten te Belsk (Polen).

Figure 3.1. Démonstration de l'instrument AUTODIF à l'atelier international d'instruments géomagnétiques à Belsk (Pologne)

3.2 Solar Impulse

Solar impulse is een revolutionair concept dat de grenzen van onze kennis inzake materiaalkunde, energiebeheer en de mens-machine interactie zal verleggen. De bedoeling is een vliegtuig te ontwerpen met een ongewone spanwijdte per gewicht verhouding en ongeziene aërodynamische eigenschappen, dat enkel op zonne-energie kan vliegen. Enkele intra- en vervolgens intercontinentale vluchten zijn gepland, alvorens een poging te ondernemen om rond de wereld te vliegen. Het is de bedoeling van het Solar-impulse team om milieuvriendelijke technologische vooruitgang te stimuleren.

Het KMI is vanaf de start betrokken bij het project en neemt deel aan de simulaties die mee het ontwerp van het vliegtuig bepalen, omdat het innovatief is en bijdraagt aan de uitstraling van het instituut en van ons land. In mei 2006 werd een simulatieoefening gehouden op in het KMI, waarbij alle betrokken partners van de partij waren. Tijdens een persconferentie, in aanwezigheid van één van de testpiloten, werd een maquette van het te ontwerpen vliegtuig voorgesteld.

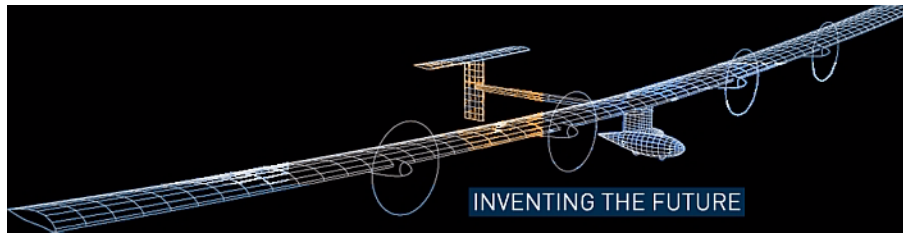
De bouw van het vliegtuig is voorzien voor 2008 of 2009. Tijdens de eigenlijke vluchten zullen weervoorspellers van het KMI de piloot van weersinformatie voorzien.

3.2 Solar Impulse

Solar Impulse est un concept révolutionnaire qui déplacera les limites de notre connaissance dans le monde des sciences matérielles, de gestion énergétique et de l'interaction homme-machine. Le but à atteindre est de fabriquer un avion, d'une envergure anormalement grande par rapport à son poids et avec des propriétés aérodynamiques jamais réalisées, ne volant qu'uniquement à l'énergie solaire. Uniquement des vols intra- ou intercontinentaux sont prévus avant de se lancer dans un vol autour du globe. Le but de l'équipe du Solar Impulse est de stimuler une progression technologique étant favorable à l'environnement.

L'IRM à été lié dès le début au projet et participe aux simulations qui déterminent la conception finale de l'appareil. Cette mission est nouvelle pour l'Institut et s'avère très favorable pour son image et celle du pays. Un exercice de simulation, auquel ont participé toutes les parties, a été tenu à l'IRM en mai 2006. Une maquette de l'avion à été présentée au cours d'une conférence de presse et en présence d'un des pilotes d'essai.

La construction de l'appareil est prévue pour 2008. Pendant les vols réels ce seront des prévisionnistes de l'IRM qui informeront le pilote des données météorologiques.



Figuur 3.2. Maquette van Solar Impulse.

Figure 3.2. Maquette de Solar Impulse.



Figuur 3.3. Simulatie van Solar Impulse

Figure 3.3. Simulation de Solar Impulse

3.3 EUMETSAT

Zoals elk jaar, hebben de leden van de GERB-groep van het KMI hun werken gepresenteerd op de jaarlijkse EUMETSAT-conferentie.

In het kader van de studie rond klimaatsveranderingen, is de waarneming van de stralingsbalans van de Aarde fundamenteel. Deze waarneming gebeurt met behulp van het "Gerb"-instrument aan boord van de Meteosat-satellieten. Een team van het KMI heeft wereldfaam verworven op het vlak van de berekening van de stralingsbalans van de Aarde op basis van deze GERB-gegevens. Zij heeft haar bevindingen gepresenteerd op de Conferentie van EUMETSAT-gebruikers in Helsinki.

Het KMI neemt actief deel aan de activiteiten van het GERB International Science Team, dat een twintigtal Europese en Amerikaanse wetenschappers omvat, alsook aan de activiteiten van CERES (Clouds and the Earth Radiation Energy System) International Science Group. Deze laatste verenigt een honderdtal wetenschappers, zowel Europese als Amerikaanse, die de metingen van de breedbandradiometer CERES behandelen. Deze twee groepen van wetenschappers hebben als missie het exploiteren van de metingen van de twee enige breedbandradiometers in een baan om de Aarde om zo de opwarming van de Aarde en de bepalende factoren vast te leggen: aerosole, wolken, stralingseigenschappen van de atmosfeer (broeikaseffect).

3.3 EUMETSAT

Comme chaque année, les membres du groupe GERB de l'IRM ont présenté leurs travaux lors de la conférence annuelle EUMETSAT.

Dans le cadre de l'étude des changements climatiques, l'observation du bilan radiatif de la Terre est fondamentale. Cette observation se fait à l'aide de l'instrument "GERB" à bord des satellites Meteosat. Une équipe de l'IRM a acquis une réputation mondiale dans le domaine du calcul du bilan radiatif de la Terre sur base de ces données GERB. Elle a présenté ses travaux lors de la Conférence des utilisateurs d'EUMETSAT à Helsinki.

L'IRM participe activement aux activités du GERB International Science Team comprenant une vingtaine de scientifiques européens et américains, ainsi qu'à celles du CERES (Clouds and the Earth Radiation Energy System) International Science Group regroupant une centaine de scientifiques tant américains qu'européens traitant les mesures du radiomètre à bande large CERES. Ces deux groupes de scientifiques ont pour mission d'exploiter les mesures des deux seuls radiomètres à bande large en orbite autour de la Terre afin de déterminer le réchauffement de la planète et les facteurs qui le déterminent : aérosols, nuages, propriétés radiatives de l'atmosphère (effet de serre).

3.4 Relaties met China

Op 31 maart 2006 heeft het KMI een Chinese delegatie van de Universiteit van Shanghai ontvangen in verband met GERB, waarbij de mogelijkheden werden besproken dat de Chinezen een instrument voor het meten van de stralingsbalans van de Aarde in een geostationaire baan zouden brengen.

3.5 Centre National d'Etudes Spatiales (CNES -Nationaal Ruimteagentschap van Frankrijk)

Het KMI heeft aan verschillende vergaderingen deelgenomen in het kader van het project van de Franse microsatteliet PICARD, waaronder de belangrijke wetenschappelijke vergadering te Parijs (24-25 oktober 2006) waarbij we de ontwikkelingen betreffende de exploitatie van de metingen van ons SOVAP-instrument hebben gepresenteerd. De PICARD-satelliet, naar de naam van de astronoom van de Zonnekoning Louis XIV, heeft als doel simultaan de variaties van de zonnestraling en de diameter van de Zon te bepalen. Door de relatie tussen deze twee parameters te kennen, zal het mogelijk zijn de intensiteit van de zonnestraling te reconstitueren ten tijde van de eerste precieze metingen van de zonnediameter door Jean PICARD in de mini-ijstijd die Europa in de 17de eeuw heeft gekend en die veroorzaakt zou kunnen zijn door een vermindering van de zonnestraling. De radiometer SOVAP (Solar Variation on PICARD) is ontwikkeld op het KMI en is een vervolg op de radiometers die reeds aan boord van de Amerikaanse ruimtevlucht hebben gevlogen. Hij zal toelaten om met grote precisie de intensiteit te bepalen van de straling die de Aarde ontvangt van de Zon.

3.4 Relations avec la Chine

L'IRM a accueilli le 31 mars 2006 une délégation chinoise de l'Université de Shanghai en rapport avec GERB pour envisager la mise en orbite géostationnaire par les Chinois d'un instrument pour la mesure du bilan radiatif de la Terre.

3.5 Centre National d'Etudes Spatiales (CNES -agence spatiale nationale française)

L'IRM a participé à diverses réunions dans le cadre du projet de microsattellite français PICARD, dont l'importante réunion scientifique de Paris (24-25 octobre 2006) lors de laquelle nous avons présenté les développements concernant l'exploitation des mesures de notre instrument SOVAP. Le satellite PICARD, du nom de l'astronome du Roi Soleil Louis XIV, a pour but de déterminer simultanément les variations du rayonnement solaire et du diamètre du Soleil. Connaissant la relation entre ces deux paramètres, il sera possible de reconstituer l'intensité du rayonnement solaire à l'époque des premières mesures précises du diamètre solaire par Jean PICARD durant le mini âge glaciaire que l'Europe a connu au 17e siècle et qui pourrait avoir été causé par une diminution de l'intensité du rayonnement solaire. Le radiomètre SOVAP (Solar Variation on PICARD) est développé à l'IRM et fait suite aux radiomètres qui ont déjà volé à bord de la Navette spatiale américaine. Il permettra de déterminer avec grande précision l'intensité du rayonnement que la Terre reçoit du Soleil.



Modernisering van het Management

Modernisation du Management

4.1 Verbetering en uitbreiding van het management-information system

Het KMI heeft in de loop van de laatste jaren veel geïnvesteerd in de ontwikkeling van zijn information-management system. Dit bestaat uit een geheel van tools, waaronder die van de automatisering van de opvolging van de werkprocessen ("Workflow-systeem" genaamd), die van het beheer van elektronische documenten, het intranet, het forum en de tool met de naam 'wiki'. Al deze tools spelen een belangrijke rol binnen het KMI, daar zij verantwoordelijk zijn voor het:

- Vergemakkelijken van de manier om elektronische informatie en documenten (intranet en systeem voor het beheer van elektronische documenten) te delen, over te brengen en te bewaren;
- Op punt stellen, automatiseren en efficiënt volgen van de verschillende werkprocedures, met als doel ze beter te beheren en te verbeteren (workflow-systeem);
- Promoten van de dialoog en vergemakkelijken van de communicatie tussen de medewerkers en hen meer betrekken in de besluitvorming (wiki en forum).

Deze inspanningen laten ook toe om te beantwoorden aan de talrijke vereisten van het CAF- framework, (Common Assessment Framework) - een zelfevaluatie-instrument dat dient als gids voor een goed

4.1 Amélioration et élargissement du système d'information-management

L'IRM a consacré au cours de ces dernières années beaucoup d'efforts dans le développement de son système d'information-management. Ce dernier est composé d'un ensemble d'outils dont celui d'automatisation du suivi des processus de travail (communément appelé "système workflow"), celui du gestionnaire des documents électroniques, l'intranet, le forum et l'outil appelé 'wiki'. Tous ces outils jouent un rôle important au sein de l'IRM car ils permettent de:

- faciliter la manière de partager, de transmettre et de conserver les informations et les documents électroniques (intranet et système de gestion de documents électroniques);
- mettre en place, d'automatiser et de suivre efficacement les différents processus de travail, dans le but de mieux les gérer et de les améliorer (système workflow);
- promouvoir le dialogue et faciliter la communication entre les collaborateurs et les impliquer d'avantage dans la chaîne décisionnelle (wiki et forum).

Ces efforts permettent aussi de répondre aux plusieurs exigences dictées par le framework appelé CAF (Common Assessment Framework) - un instrument

management van de administratie van de openbare diensten.

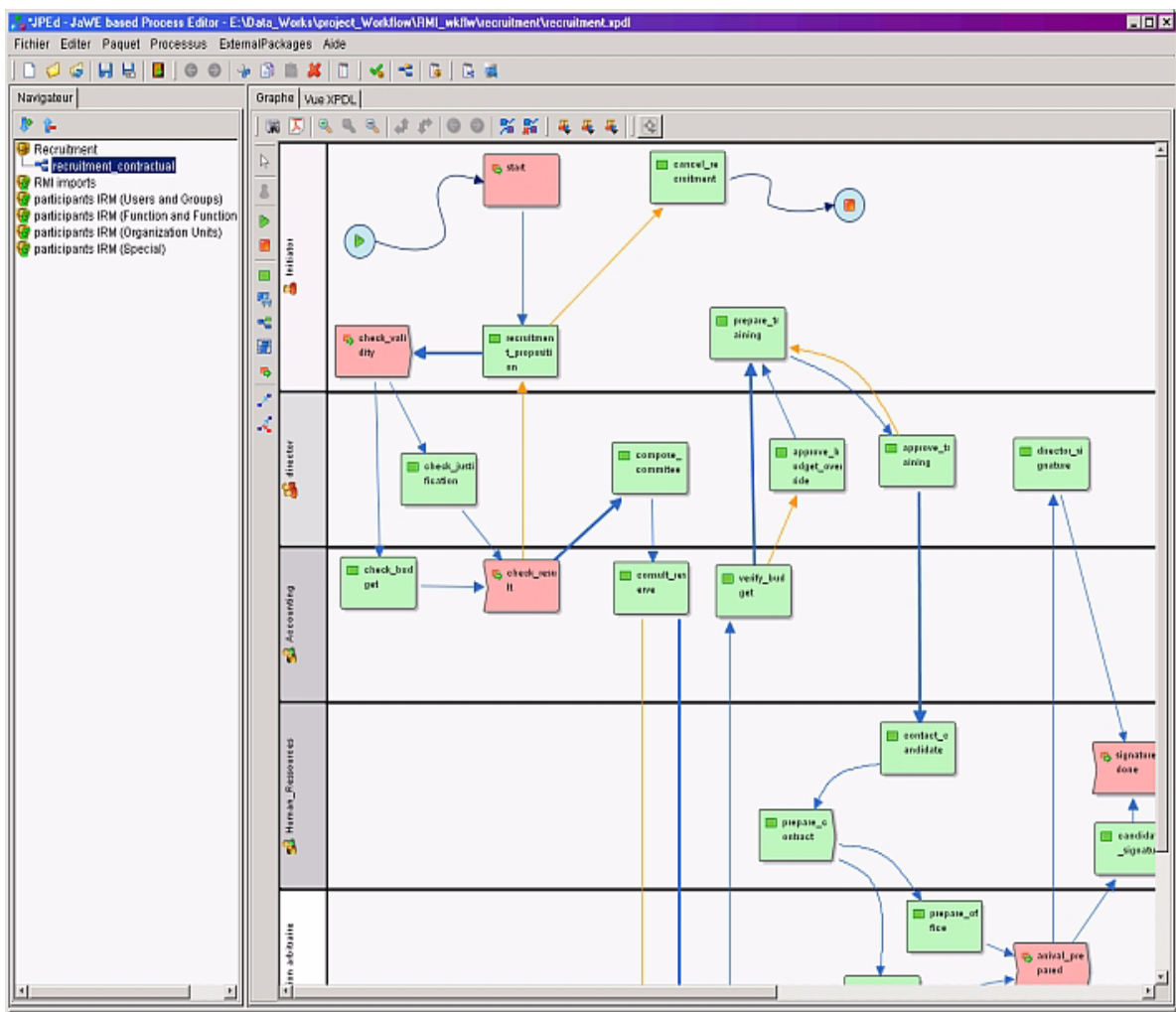
4.1.1 Workflow-systeem

In 2006 werd het workflowsysteem grondig herzien. De motor van de workflow, met name het deel van de software dat het systeem leidt en de automatisering ervan controleert, werd vervangen door een nieuwe motor met een meer gebruiksvriendelijke designinterface (zie figuur 4.1). Dit laatste punt is zeer belangrijk omdat dit betekent dat de beheerders van de werkprocessen zelf hun eigen workflows kunnen implementeren, zelfs als ze geen informatici zijn. Het implementatiewerk omvat het in schema brengen van het werkproces onder de vorm van een diagram en de parameters introduceren die nodig zijn voor de automatisering van het proces in kwestie. De interface verzekert op haar beurt de vertaling van het schematisch diagram in een verstaanbare code voor het systeem. Al dit designwerk vereist een zekere codage, die alleen door informatici kan uitgevoerd worden.

d'auto-évaluation qui sert de guide à une bonne gestion de l'administration des services publics.

4.1.1 Système workflow

En 2006, le système workflow a été remanié en profondeur. Le moteur du workflow, c'est-à-dire la partie logicielle qui dirige le système et qui contrôle son automatisation, a été remplacé par un nouveau moteur possédant une interface de design plus conviviale (voir figure 4.1). Ce dernier point est très important car cela signifie que les gestionnaires de processus de travail pourront eux-mêmes implémenter leur propres workflows, même s'ils ne sont pas du domaine. Le travail d'implémentation consiste à schématiser le processus de travail sous forme de diagramme et introduire les paramètres nécessaires à l'automatisation du processus en question. L'interface assure elle-même la traduction du diagramme schématique en code compréhensible par le système. Tout ce travail de design requérait un travail de codage, travail qui ne pouvait être exécuté que par des informaticiens.



Figuur 4.1. Designinterface van workflows

Figure 4.1. Interface de design de workflows

4.1.2 DISSCO en Wiki

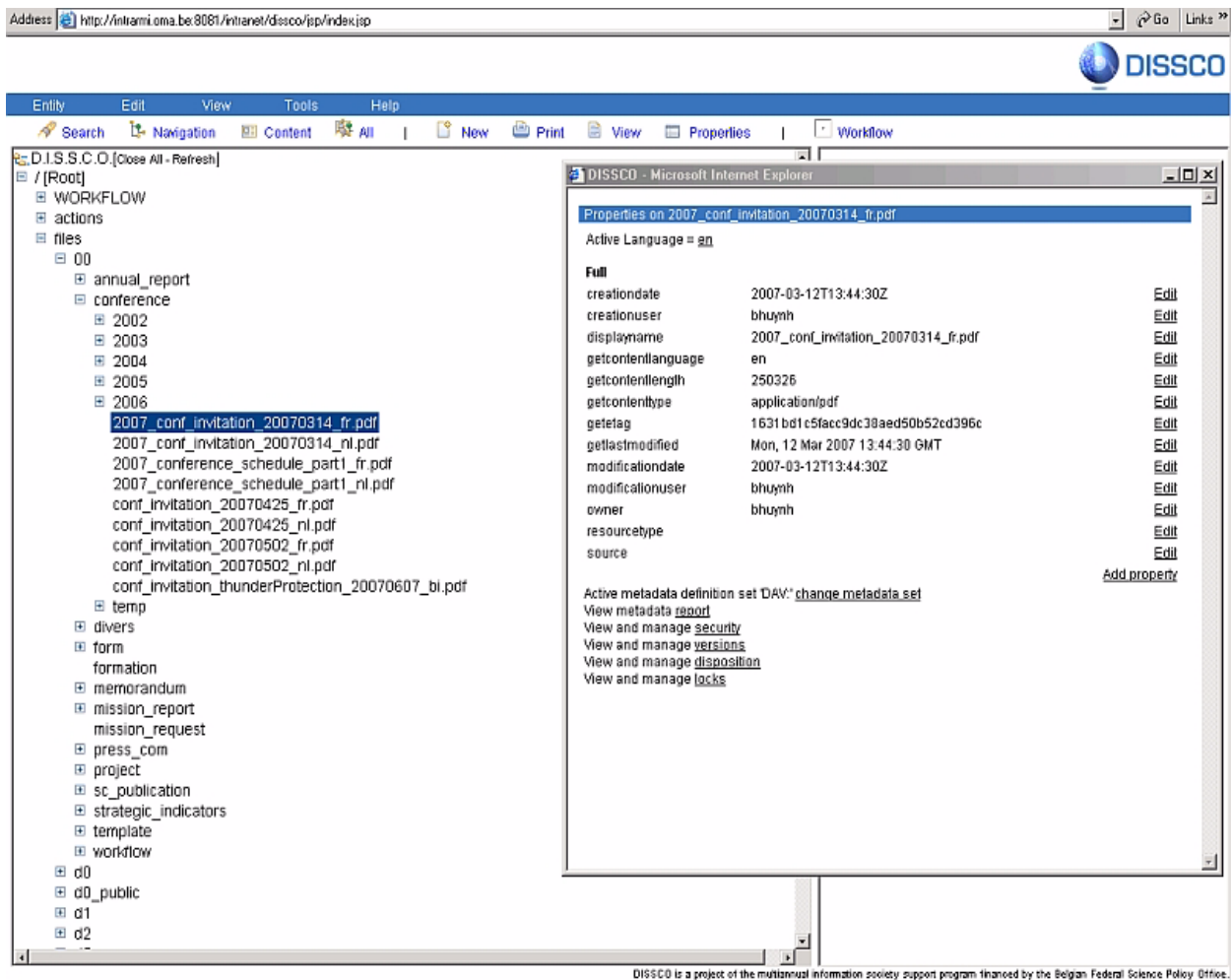
Buiten het workflow-systeem werden nog andere verbeteringen toegevoegd aan het beheersysteem voor elektronische documenten (DISSCO) en aan de tool die 'wiki' heet. Deze laatste is een informaticatoepassing, toegankelijk via het intranet, die het personeel van het KMI toelaat om in groep te werken aan de redactie en uitgave van elektronische documenten. Deze tool bevordert het delen en bewaren van geschreven documenten en kennis.

Een eerste versie van de DISSCO-software werd vervolledigd en de beheersinterface wordt geïllustreerd in figuur 4.2. Wat de 'wiki' betreft, is er een nieuwe versie gelanceerd die gebaseerd is op een meer performante software (zie figuur 4.3).

4.1.2 DISSCO et Wiki

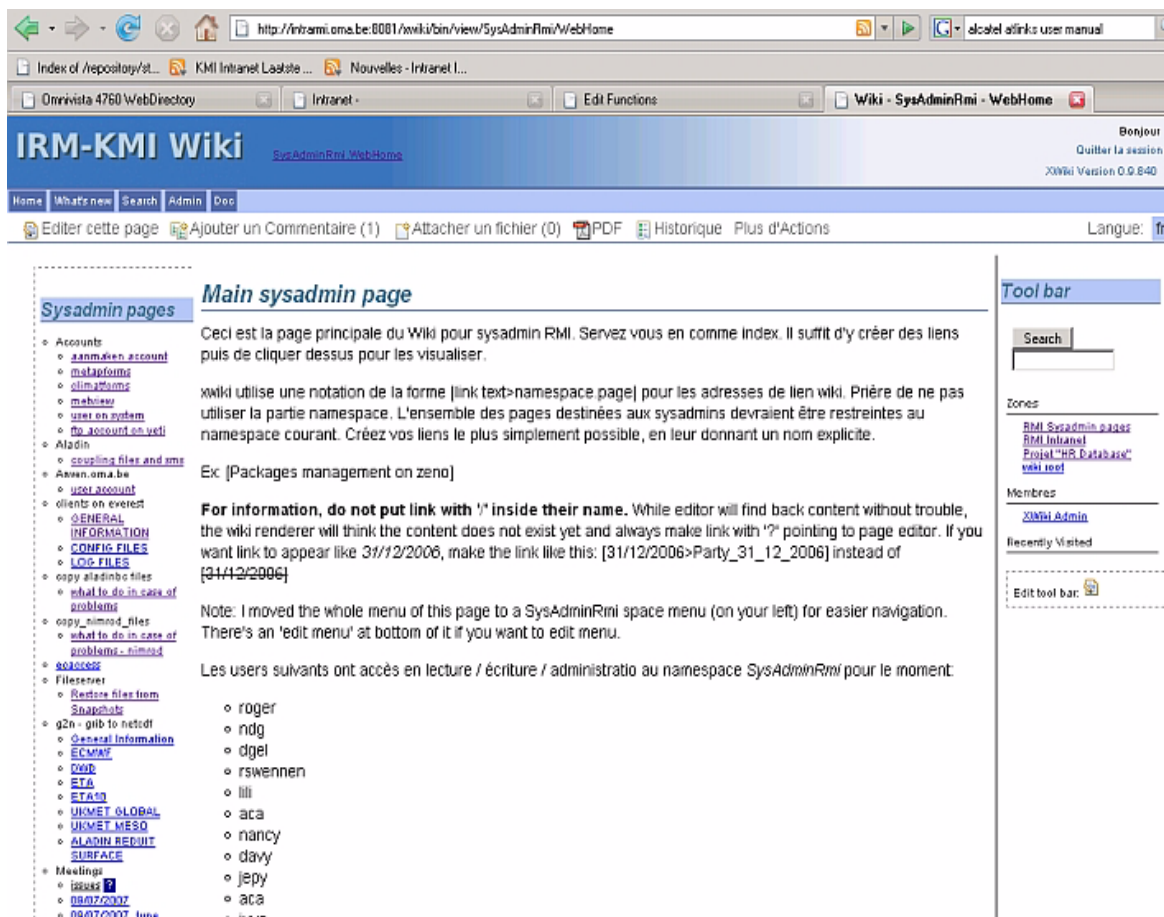
Outre le système workflow, d'autres améliorations ont été apportées au système de gestion de documents électroniques (DISSCO) et à l'outil appelé 'wiki'. Ce dernier est une application informatique, accessible via l'intranet, qui permet aux membres de l'IRM de travailler en collaboration sur la rédaction et sur l'édition des documents électroniques. Cet outil favorise le partage et la conservation des écrits et des connaissances.

La première version du logiciel DISSCO a été complétée et l'interface du gestionnaire est illustrée à la figure 4.2. Quant au 'wiki', une nouvelle version a été lancée, basée sur un logiciel plus performant (voir figure 4.3).



Figuur 4.2. Beheersinterface voor documenten DISSCO.

Figure 4.2. Interface du gestionnaire documentaire DISSCO.



Figuur 4.3. Nieuwe versie van de 'wiki'.

Figure 4.3. Nouvelle version de 'wiki'

4.2 Veiligheid en preventie

In verschillende gebouwen van het KMI is asbest verwijderd in de periode april - oktober 2006. De uitvoering gebeurde door een erkende firma en volgens de wettelijk voorgeschreven technieken naargelang de aard en staat van de verschillende asbestproducten.

Dagelijks werden veiligheidsmetingen uitgevoerd, die hebben aangetoond dat het personeel op geen enkel ogenblik blootgesteld is geweest aan schadelijke asbestvezels.

Op basis van de machinerichtlijn en de richtlijn van de arbeidsmiddelen werd een specifieke checklist opgesteld voor de analyse van machines. Daarnaast werd ook een systeem voor het bepalen van de risicogrootte geselecteerd. Voor 2 machinetypes (draaibank en freesmachine) werd een volledige analyse uitgevoerd.

Tenslotte werd er een prioriteitenlijst opgesteld op basis van de risicoanalyse, uitgevoerd door de firma Arista. Het meest dringend bleek het vervangen van oude bureaus en stoelen en dit is dan ook gebeurd.

4.2 Sécurité et prévention

Différents bâtiments de l'IRM ont été désamiantés au cours de la période d'avril à octobre 2006. Les travaux ont été réalisés par une firme agréée et selon les prescriptions techniques légales en fonction de la nature et de l'état des différents produits amiantés.

Des mesures de sécurité ont été effectuées tous les jours. Elles ont montré qu'à aucun moment le personnel n'a été exposé à des fibres d'amiante nuisibles.

Sur base de la directive des machines et de la directive des moyens de travail, une check-list spécifique a été rédigée pour l'analyse de machines. On a également sélectionné une méthode pour déterminer le facteur de risque. Une analyse détaillée complète a été réalisée pour deux machines (le tour et la fraiseuse).

Finalement, une liste de priorités a été établie sur base de l'analyse de risque effectuée par la firme Arista. Le plus urgent était le remplacement de vieux bureaux et de chaises, ce qui a entre-temps été réalisé.



Klimatologisch Overzicht van het Jaar 2006

Résumé Climatologique de l'Année 2006

5.1 Een zéér warme tweede trimester

Te Ukkel was het jaar 2006 bijzonder opmerkelijk door het aantal temperatuurrecords die werden gebroken; het spectaculairst was dat van de herfst. De gemiddelde jaartemperatuur bereikte eveneens een nieuwe recordwaarde. De zonneschijnduur daarentegen kende een record lage waarde tijdens de maand februari en de maand augustus (na een opmerkelijk hoge waarde in juli), en het neerslagtotaal was uitzonderlijk hoog in de maand augustus. Enkele karakteristieke waarden van het jaar 2006 worden weergegeven in tabel 5.1 en de tabel 5.2 preciseert de waarde van de abnormaliteitsgraden die worden gehanteerd in tabel 5.1 en in de tekst.

Tabel 5.1: Waarden voor het jaar 2006 en normale waarden voor verschillende meteorologische parameters te Ukkel. De kolom 'Statistische karakteristieken' geeft een aanduiding van de abnormaliteitsgraad van de parameter in 2006, uitgedrukt in terugkeerperioden (cf. definities in tabel 5.2).

	2006	Norma- len	Statistis- che karak- teristieken
Luchtdruk (herleid tot zeeni- veau) (hPa)	1017,0	1015,6	a
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,3	3,6	a
Zonneschijnduur (h)	1556	1555	n

5.1 Un second trimestre très chaud

À Uccle, l'année 2006 fut particulièrement remarquable par le nombre de records de température qui furent battus, le plus spectaculaire étant celui de l'automne. La température moyenne annuelle atteint également un nouveau record. La durée d'ensoleillement a connu pour sa part des déficits record en février et en août (après un excès important en juillet), et le total des précipitations fut exceptionnellement élevé en août. Quelques valeurs caractéristiques de l'année 2006 sont données dans le tableau 5.1 et le tableau 5.2 précise le sens des degrés d'anormalité qui sont utilisés dans le tableau 5.1 et dans le texte.

Table 5.1: Valeurs pour l'année 2006 et valeurs normales pour différents paramètres météorologiques mesurés à Uccle. La colonne 'Caractéristiques statistiques' donne le degré d'anormalité du paramètre en 2006, exprimé en périodes de retour moyennes (cf. définitions dans le tableau 5.2).

	2006	Normales	Caractéris- tiques stati- ques
Pression de l'air (réduite au niveau de la mer) (hPa)	1017,0	1015,6	a
Vitesse moyenne du vent (m/s)	3,3	3,6	a
Durée d'ensoleillement (h)	1556	1555	n

Tabel 5.1: Waarden voor het jaar 2006 en normale waarden voor verschillende meteorologische parameters te Ukkel. De kolom 'Statistische karakteristieken' geeft een aanduiding van de abnormaliteitsgraad van de parameter in 2006, uitgedrukt in terugkeerperioden (cf. definities in tabel 5.2).

	2006	Norma- len	Statistis- che karak- teristieken
Gemiddelde temperatuur (°C)	11,4	9,8	te
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	15,3	13,5	te
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7,7	6,3	te
Absolute maximumtemperatuur (°C)	36,2	29,9	te
Absolute minimumtemperatuur (°C)	-7,2	-8,6	n
Aantal vorstdagen (min < 0°C)	60	52,6	a
Aantal winterse dagen (max < 0°C)	2	9,9	n
Aantal zomerse dagen (max = 25 °C)	45	21,3	e
Aantal hittedagen (max = 30°C)	11	3,3	ta
Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	79,7	81,7	a
Neerslagtotaal (mm)	835	780,1	n
Aantal dagen met meetbare neerslag (= 0,1 mm)	179	203	a

Tabel 5.2: Definitie van de abnormaliteitsgraad van een klimatologische parameter, uitgedrukt in gemiddelde terugkeerperioden.

Symbol	Abnormaliteits- graad	Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld een keer alle
n	Normaal	
a	Abnormal	6 jaar
ta	Zéér abnormal	10 jaar
e	Uitzonderlijk	30 jaar
te	Zéér uitzonderlijk	100 jaar

De winter (van december 2005 tot februari 2006, zie figuur 5.1) was relatief fris. Dit feit was echter het vermelden niet waard indien wij niet moesten terugkeren in de tijd tot 1997 om een winter terug te vinden met eveneens temperaturen die lager waren dan de normale seizoenswaarden. Wat de neerslaghoeveelheden betreft, werd de januarimaand gekenmerkt door een belangrijk neerslagtekort en een zéér lage neerslagfrequentie. De zonnenschijnduur van het winterseizoen was normaal ondanks een record lage zonnenschijnduur tijdens de maand februari: wij registreerden slechts 29h 55 min zonnenschijn tijdens

Table 5.1: Valeurs pour l'année 2006 et valeurs normales pour différents paramètres météorologiques mesurés à Uccle. La colonne 'Caractéristiques statistiques' donne le degré d'anormalité du paramètre en 2006, exprimé en périodes de retour moyennes (cf. définitions dans le tableau 5.2).

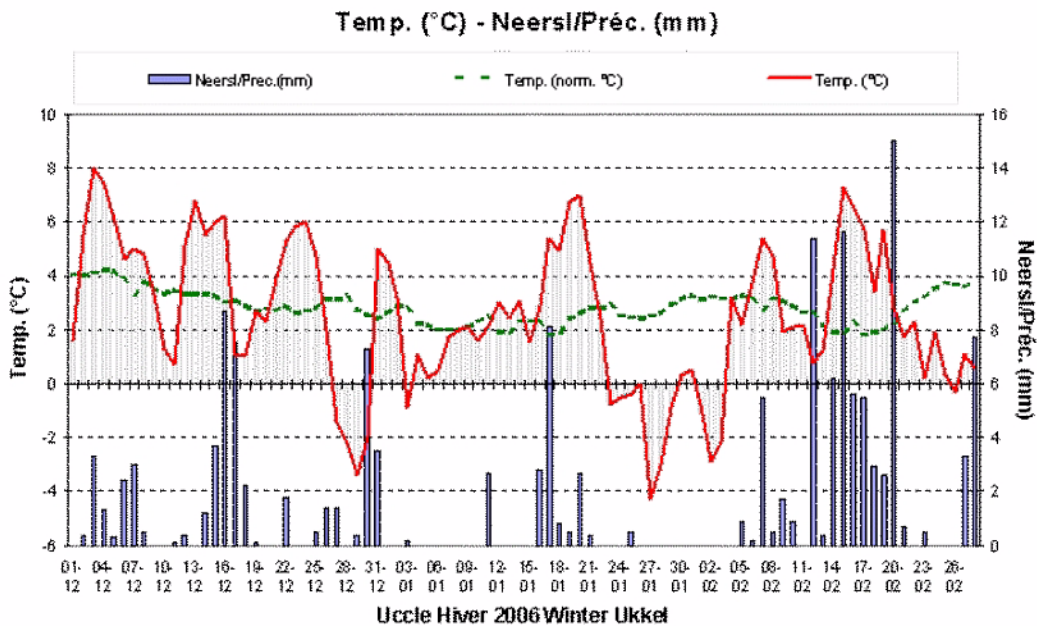
	2006	Normales	Caractéris- tiques stati- ques
Température moyenne (°C)	11,4	9,8	te
Température maximale moyenne (°C)	15,3	13,5	te
Température minimale moyenne (°C)	7,7	6,3	te
Température maximale absolue (°C)	36,2	29,9	te
Température minimale absolue (°C)	-7,2	-8,6	n
Nombre de jours de gel (min < 0°C)	60	52,6	a
Nombre de jours hivernaux (max < 0°C)	2	9,9	n
Nombre de jours estivaux (max = 25 °C)	45	21,3	e
Nombre de jours de forte chaleur (max = 30°C)	11	3,3	ta
Humidité relative moyenne de l'air (%)	79,7	81,7	a
Total des précipitations (mm)	835	780,1	n
Nombre de jours de précipitations mesurables (= 0,1 mm)	179	203	a

Table 5.2: Définition du degré d'anormalité d'un paramètre climatique, exprimé en périodes de retour moyennes.

Symbole	Degré d'anorma- lité	Phénomène égalé ou dépassé en moyenne une fois tous les
n	Normal	
a	Anormal	6 ans
ta	Très anormal	10 ans
e	Exceptionnel	30 ans
te	Très exceptionnel	100 ans

L'hiver (de décembre 2005 à février 2006, voir la figure 5.1) a été relativement frais. Le fait n'aurait pas mérité d'être signalé s'il n'avait pas fallu remonter à 1997 pour retrouver également un hiver avec une température moyenne inférieure à la normale saisonnière. Du point de vue des précipitations, le mois de janvier a été marqué par un déficit important des quantités d'eau recueillie et de la fréquence des précipitations. La durée d'ensoleillement de l'hiver fut normale malgré un déficit record de l'ensoleillement en février : on a seulement enregistré ce mois-là 29 h 55 min de soleil (norm.: 73 h). Le précédent record datait de 1923 avec 35 h de soleil.

deze maand (norm.: 73 h). Het vorige record dateerde uit 1923 met 35 h zonnenschijn.

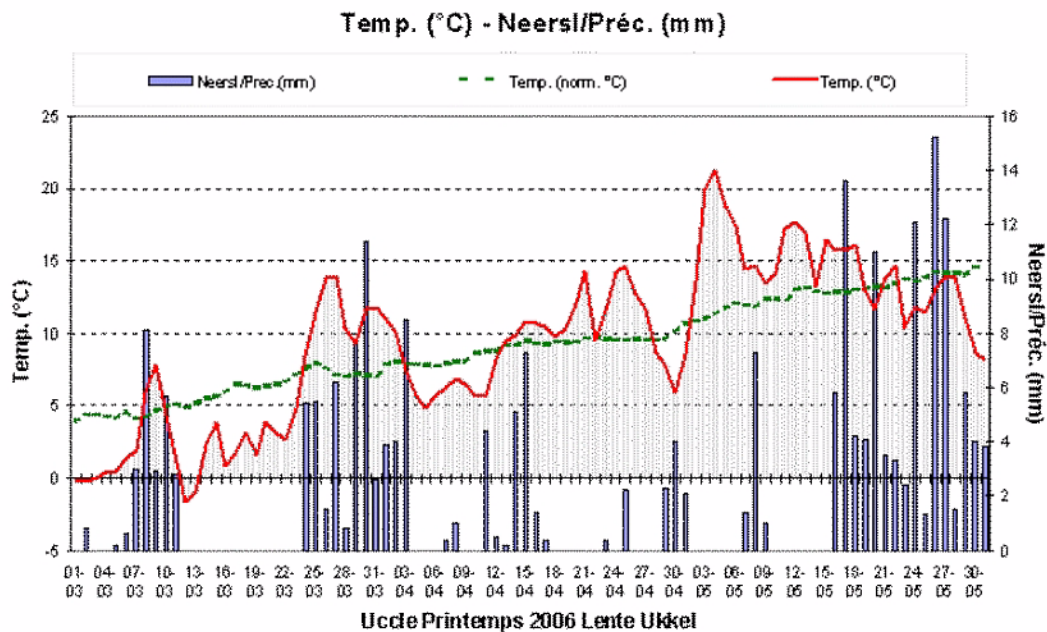


Figuur 5.1. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de winter 2006.

Figure 5.1. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours de l'hiver 2006.

De lente (van maart tot mei, zie figuur 5.2) was relatief droog en somber. De winterse omstandigheden die wij kenden aan het einde van het winterseizoen bleven duren tot aan het begin van de derde decade van maart. In zijn geheel kende de lente een abnormaal kleine neerslaghoeveelheid. Enkel de maand mei kende vrij veel neerslag die zich vooral manifesteerde tijdens de tweede helft van de maand. De periode einde maart - begin april was eveneens relatief nat. Met 391 uren zonnenschijn (norm.: 477 h), was de zonnenschijnduur eveneens abnormaal laag met een bijna even hoge zonnenschijnduur als deze van de lente van 2005 (394 h).

Le printemps (de mars à mai, voir la figure 5.2) fut relativement sec et sombre. Les conditions hivernales que l'on avait connu à la fin de l'hiver se sont prolongées jusqu'au début de la troisième décade de mars. Dans l'ensemble, le printemps a été anormalement déficitaire en précipitations. Seul le mois de mai a été bien arrosé et les pluies se sont produites principalement au cours de la deuxième moitié du mois. La période fin mars-début avril a connu aussi un épisode relativement pluvieux. Avec 391 heures de soleil (norm.: 477 h), l'insolation fut également anormalement déficitaire avec une durée presque équivalente à celle du printemps 2005 (394 h).



Figuur 5.2. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de lente 2006.

Figure 5.2. Températures et précipitations journalières à Ukkel au cours du printemps 2006.

De zomer (van juni tot augustus, zie figuur 5.3) werd gekenmerkt door een " uitzonderlijk " hoge temperatuur. De veel te hoge temperaturen waren vooral opvallend tijdens de maand juli wanneer wij tussen de 10e en de 30e een hittegolf van 21 dagen meemaakten (een hittegolf wordt klimatologisch gedefinieerd als zijnde een periode van minimum vijf opeenvolgende dagen met maxima hoger dan 25°C waarvan 3 met maxima hoger dan 30°C). Met een gemiddelde temperatuur van 23,0°C versloeg de maand juli 2006 het record van de warmste maand ooit waargenomen te Brussel - Ukkel sinds het begin van de waarnemingen in 1833 (het vorige record dateerde van augustus 1997, met 21,2°C). Een andere hittegolf, minder lang, manifesteerde zich van 9 tot 13 juni. De junimaand was bovendien zéér abnormaal warm, dit verklaart de uitzonderlijk hoge temperaturen van dit seizoen, niettegenstaande de normale waarden van de temperatuur tijdens de augustusmaand.

L'été (de juin à août, voir la figure 5.3) fut caractérisé par un excès " exceptionnel " de la température. Cet excès fut particulièrement marqué durant le mois de juillet où, entre le 10 et le 30, on a connu une vague de chaleur de 21 jours (une vague de chaleur est définie climatologiquement comme une période d'au moins cinq jours consécutifs avec des maxima égaux ou supérieurs à 25°C et dont au moins trois de ceux-ci sont au moins égaux à 30°C). Avec une température moyenne de 23,0°C, le mois de juillet 2006 bat le record du mois le plus chaud jamais observé à Bruxelles-Ukkel depuis le début des relevés en 1833 (le précédent record datait du mois d'août 1997, avec 21,2°C). Une autre vague de chaleur, moins longue, s'était déjà produite du 9 au 13 juin. Le mois de juin a été très anormalement chaud, ce qui explique l'excès exceptionnel de la température estivale, malgré un mois d'août normal du point de vue de ce paramètre.

De zomerse neerslaghoeveelheden waren lichtjes hoger dan de normaalwaarden, niettegenstaande het feit dat het aantal neerslagdagen abnormaal laag was. Het was vooral tijdens de maand augustus dat de grootste hoeveelheid zomerneerslag werd geregistreerd. Met 202,3 mm (norm.: 74,4 mm), werd deze maand qua neerslaghoeveelheid slechts overtroffen door augustus 1996 met een totaal van 231,2 mm.

La quantité totale de précipitations sur l'été a été légèrement supérieure à la normale, même si le nombre de jours avec précipitations a été anormalement faible. C'est le mois d'août qui a enregistré la plus grande partie des précipitations estivales. Avec 202,3 mm (norm.: 74,4 mm), le total des précipitations de ce mois à Ukkel n'est devancé que par celui du mois d'août 1996, lorsque la quantité d'eau avait atteint 231,2 mm.

Wat de zonneschijnduur betreft observeerden wij een bijzonder zonnige julimaand met een zonneschijnduur van 308 h 40 min (norm.: 195 h) ; deze waarde komt op de tweede plaats in de reeks zonnigste julimaanden, het record dateert uit 1959 met 314 h 35 min. Hierna volgde

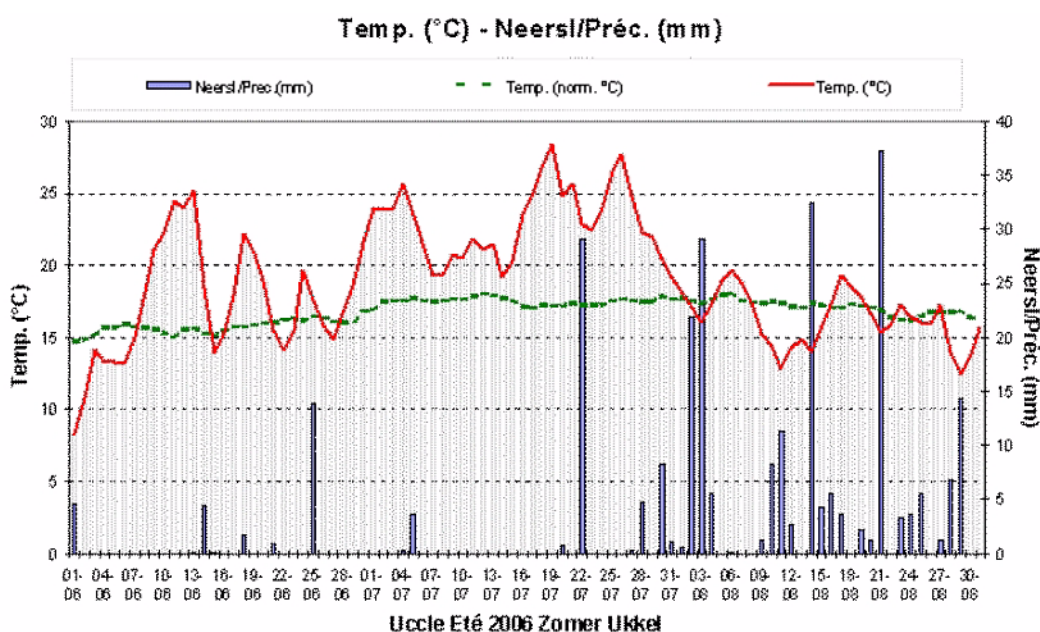
Du point de vue de l'insolation, le mois de juillet fut particulièrement ensoleillé, avec une durée d'ensoleillement de 308 h 40 min (norm.: 195 h) ; cette valeur se situe en deuxième position parmi les mois de juillet les plus ensoleillés, le record ayant été observé en 1959, avec 314 h 35 min. Le mois d'août a connu ensuite

een record sombere augustusmaand met slechts 94 h 30 min zonneshijn (norm.: 188 h)

De zomer zal in ons geheugen gegrift blijven door het opmerkelijke contrast tussen de maand juli en de maand augustus. Het zéér warme weer van de ganse maand juli werd vanaf begin augustus vervangen door frisse temperaturen, relatief normaal voor het seizoen. Het verschil van de gemiddelde temperatuur tussen deze twee maanden bereikte de opmerkelijke waarde van 6,7°C. Bovendien werd het algemeen droge en zonnige weer van de maand juli vervangen door somber en nat weer tijdens de maand augustus. Tussen deze twee maanden was het verschil tussen het neerslagtotaal en de zonneshijnduur spectaculair, zij bereikten respectievelijk 154 mm en 214 h zonneshijn.

un déficit record d'ensoleillement, avec seulement 94 h 30 min de soleil (norm.: 188 h).

L'été restera dans les mémoires du fait du contraste très marqué entre les mois de juillet et d'août. Le temps très chaud durant tout le mois de juillet fut remplacé dès le début août par des températures plus fraîches, relativement normales pour la saison. La différence des températures moyennes des deux mois atteint la valeur remarquable de 6,7°C. De même, le temps généralement sec et ensoleillé en juillet fut remplacé en août par un temps sombre et pluvieux. Entre les deux mois, les différences de quantités de précipitations et de durées d'ensoleillement sont spectaculaires, atteignant respectivement 154 mm et 214 h de soleil.



Figuur 5.3. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de zomer 2006.

Figure 5.3. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours de l'été 2006.

De herfst (van september tot november, zie figuur 5.4) was zéér uitzonderlijk zacht, met een gemiddelde temperatuur van 13,9°C (norm.: 10,4°C), wat een nieuw record is. Het vorige record, dat dateerde uit 2005, werd zo maar eventjes met 1,6°C verbeterd: een bijzonder indrukwekkende gebeurtenis. Ons basierend op de statistische parameters van de temperatuursreeks van de gemiddelde waarden te Brussel - Ukkel, doet een dergelijk evenement zich gemiddeld slechts een keer om de 500 jaar voor (wanneer men de hypothese van een stabiel klimaat hanteert).

Het onderzoek van de gemiddelde maandtemperaturen verklaart dit opzienbarende record. Eerst en vooral was de septembermaand de warmste sinds het begin van de waarnemingen te Brussel - Ukkel in 1833. De gemiddelde temperatuur bedroeg 18,4°C (norm.: 14,6°C), het vorige record dateerde uit 1949 en 1999 met een waarde van

L'automne (de september à novembre, voir la figure 5.4) fut très exceptionnellement doux, avec une température moyenne de 13,9°C (norm.: 10,4°C), ce qui est un nouveau record. L'excès par rapport à l'ancien record, qui datait de l'année 2005, est particulièrement impressionnant, puisqu'il atteint 1,6°C. Selon les paramètres statistiques de la série des températures moyennes à Bruxelles-Uccle, un tel événement doit se produire en moyenne moins d'une fois tous les 500 ans (en faisant l'hypothèse d'un climat stable).

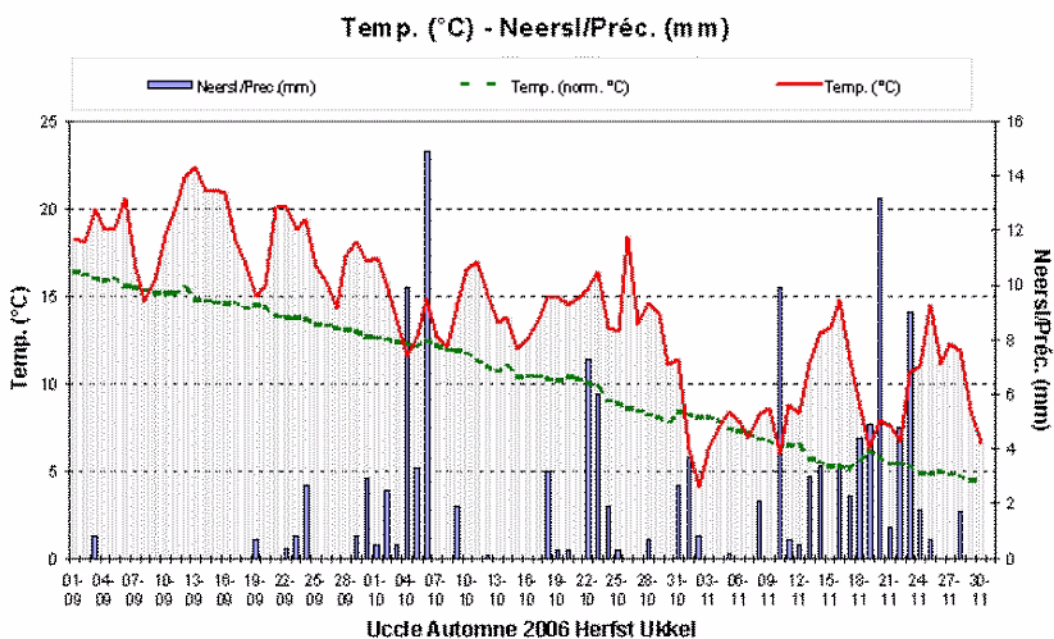
L'examen des températures mensuelles explique ce record spectaculaire. Tout d'abord, le mois de septembre fut le mois le plus chaud depuis le début des relevés à Bruxelles-Uccle en 1833. La température moyenne atteignit 18,4°C (norm.: 14,6°C), le précédent record datant de 1949 et 1999, avec 17,7°C. Ensuite, la température moyenne du mois d'octobre fut encore

17,7°C. Vervolgens was de gemiddelde temperatuur van de maand oktober opmerkelijk hoog met 14,2°C (norm.: 10,4°C) : hij komt op de tweede plaats in de reeks van de warmste oktobermaanden, het record dateert uit 2001 met 14,4°C. Tenslotte met een vierde plaats in de reeks warmste novembermaanden, bereikte de maand november een gemiddelde temperatuur van 9,1°C terwijl de normale waarde 6,1°C bedraagt.

Wat de neerslaghoeveelheden betreft, lag het uitzonderlijk tekort waargenomen te Ukkel tijdens de maand september (9,2 mm, voor een normaalwaarde van 69,8 mm) aan de basis van het globale neerslagtekort voor dit seizoen: 137,1 mm, voor een normale waarde van 208,9 mm. De zonneshijnduur was normaal, alhoewel met een klein overschot van 22 h.

remarquablement élevée, avec 14,2°C (norm.: 10,4°C) : elle se situe en deuxième position parmi les mois d'octobre les plus chauds, le record datant de 2001, avec 14,4°C. Enfin, le mois de novembre a enregistré une température moyenne de 9,1°C (norm.: 6,1°C), soit une quatrième place au palmarès des mois de novembre les plus chauds.

Pour les quantités de précipitations, le déficit exceptionnel observé à Uccle en septembre (9,2 mm, pour une normale de 69,8 mm) est à l'origine d'un déficit global des précipitations sur l'ensemble de la saison : 137,1 mm, pour une normale de 208,9 mm. L'insolation fut normale, avec un petit excès de 22 h.

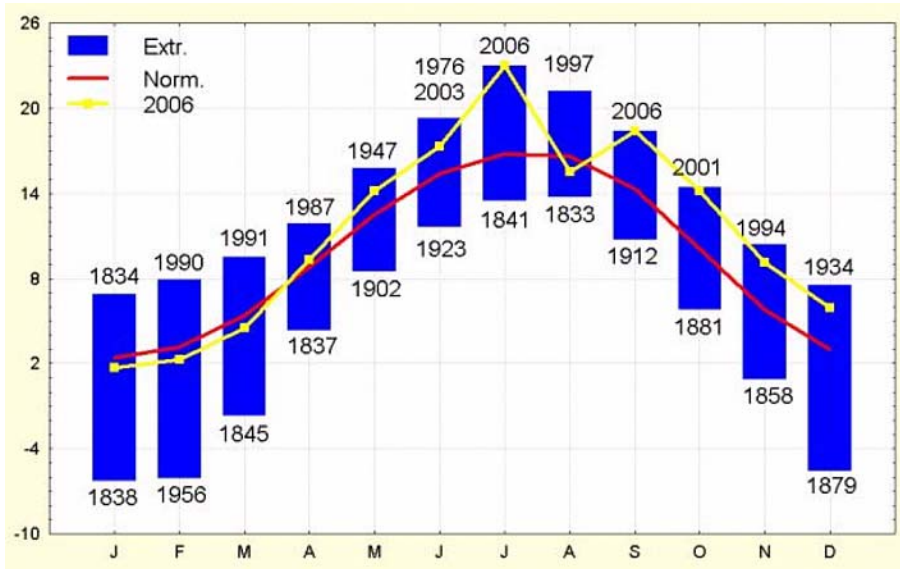


Figuur 5.4. Temperaturen en dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de herfst 2006.

Figure 5.4. Températures et précipitations journalières à Uccle au cours de l'automne 2006.

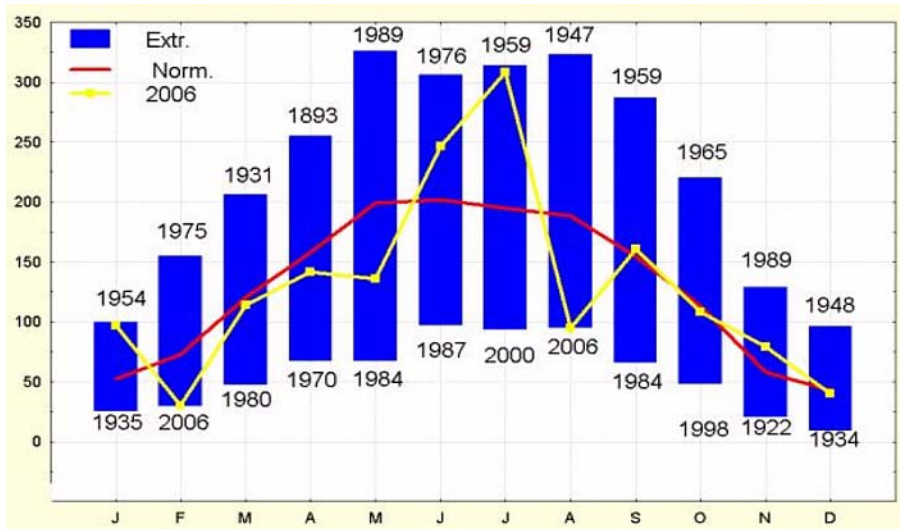
Voor Ukkel duiden de gele lijnen in de figuren 5.5 tot 5.8 respectievelijk de maandelijkse waarden in 2006 aan van de gemiddelde temperatuur, de zonneshijnduur, het neerslagtotaal en het aantal neerslagdagen. De figuren tonen eveneens de normale maandelijkse waarden (rode curve) alsook de uiterste waarden waargenomen te Brussel - Ukkel sinds het begin van de metingen van elke parameter (1833 voor de temperatuur en de neerslag en 1887 voor de zonneshijnduur).

Pour Uccle, les courbes en jaune sur les figures 5.5 à 5.8 donnent respectivement les valeurs mensuelles en 2006 de la température moyenne, de la durée d'ensoleillement, du total des précipitations et du nombre de jours de précipitations. Les figures reprennent également les valeurs mensuelles normales (courbes en rouge), ainsi que les valeurs mensuelles extrêmes observées à Bruxelles-Uccle depuis le début des mesures de chaque paramètre (1833 pour la température et les précipitations et 1887 pour la durée d'ensoleillement).



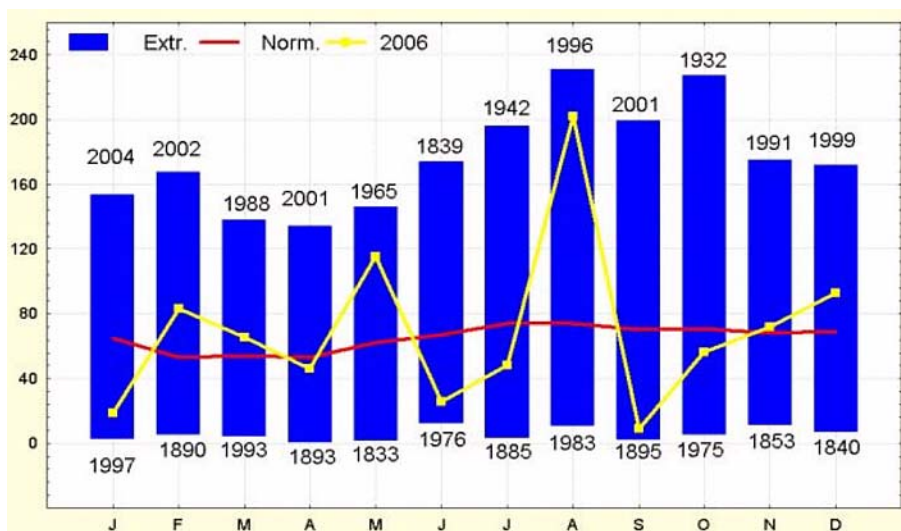
Figuur 5.5. Gemiddelde maandtemperaturen te Ukkel (°C).

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



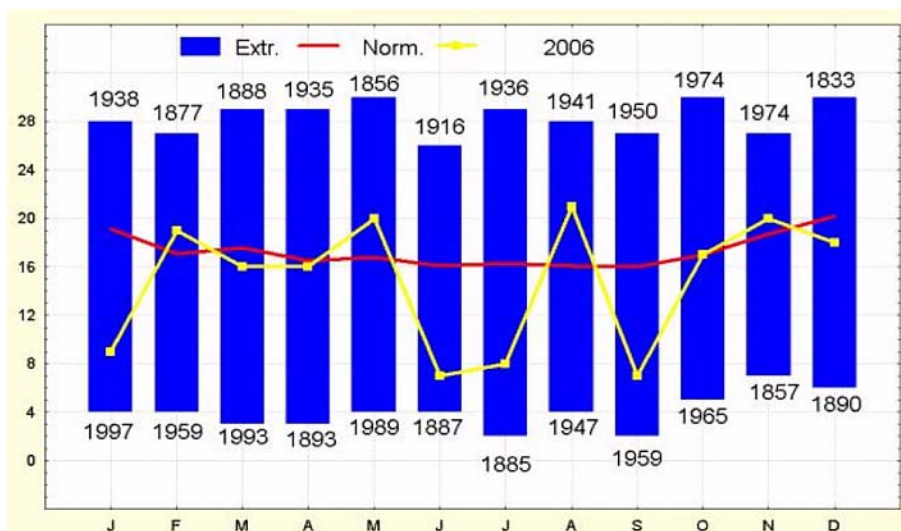
Figuur 5.6. Maandelijkse zonneshijnduur te Ukkel (in uren).

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



Figuur 5.7. Maandelijke neerslaghoeveelheden te Ukkel (in mm).

Figure 5.7. Précipitations mensuelles à Uccle (en mm).



Figuur 5.8. Maandelijks aantal neerslagdagen te Ukkel.

Figure 5.8. Nombres mensuels de jours de précipitations à Uccle.

Als besluit kunnen wij stellen dat de talrijke perioden, warmer dan de normaalwaarden, waargenomen te Ukkel tijdens de tweede helft van het jaar, ertoe hebben geleid dat het jaar 2006 het record van de hoogste gemiddelde jaartemperatuur sinds 1833 te Brussel - Ukkel heeft verbeterd. De gemiddelde jaartemperatuur bereikte 11,4°C (norm.: 9,8°C), terwijl het vorige record 11,3°C bedroeg in 1989. Daarentegen waren de neerslaghoeveelheid met een jaartotaal van 835,0 mm in 179 dagen (norm.: 780,1 mm in 203 dagen), en de zonnenschijnduur met een jaartotaal van 1555,8 h (norm.: 1555 h) normaal.

En conclusion, les nombreuses périodes plus chaudes que les normales observées à Uccle dans la seconde partie de l'année ont conduit l'année 2006 à battre le record annuel de température depuis le début des relevés à Bruxelles-Uccle en 1833. La température moyenne annuelle atteint 11,4°C (norm.: 9,8°C), contre 11,3°C pour le précédent record établi en 1989. En revanche, les précipitations, avec un total annuel de 835,0 mm en 179 jours de précipitations (norm.: 780,1 mm en 203 jours), et l'insolation, avec une durée d'ensoleillement annuelle de 1555,8 h (norm.: 1555 h), sont normales.



Wetenschappelijke Raad, Beheerscommissie en Commissie voor Werving en Bevordering van het KMI

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

6.1 Wetenschappelijke Raad / Conseil scientifique

- *Voorzitter / Président:*

Prof. Dr. Ch. Bouquegneau

- *Hoofd van de Instelling, dat ambtshalve lid is / Chef de l'établissement, qui est membre d'office:*

Dr. H. Malcorps

- *Leden van het leidinggevend personeel van de instelling / Membres du personnel scientifique dirigeant de l'établissement:*

Dr. D. De Muer

Dr. J. Rasson

Prof. Dr E. Rouvas-Nicolis

Dr. A. Joukoff

- *Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling / Personnalités scientifiques choisies en dehors de l'établissement:*

Prof. Dr J. Cornelis

Prof. Dr H. Dejonghe

Prof. Dr Ch. De Mol

Prof. Dr Cl. Buess-Herman

6.2 Beheerscommissie / Commission de Gestion

- *Stemgerechtigde leden / Avec voix délibérative:*

De heer/Monsieur W. De Smet, Voorzitter/Président

Dr H. Malcorps, Ondervoorzitter/Vice-président

Dr R. Van der Linden, Ondervoorzitter/Vice-président

De heer/Monsieur N. Parmentier, Ondervoorzitter/Vice-président

De heer/Monsieur R. Renier, attaché

De heer Burggraaf/Monsieur le Vicomte D. Frimout

De heer/Monsieur P. Debouverie

De heer/Monsieur M. Praet
De heer/Monsieur T. Mary

6.3 Commissie voor Werving en Bevordering / Jury de Recrutement et de Promotion

- *Voorzitter / Président:*

De heer/Monsieur L. Grauls

- *Hoofd van de Instelling, dat ambtshalve lid is / Chef de l'établissement, qui est membre d'office:*

Dr. H. Malcorps

- *Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling / Personnalités scientifiques choisies en dehors de l'établissement:*

Prof. Dr F. Runday

Prof. Dr G. Schayes

Prof. Dr J. Paredaens



Wetenschappelijke Publicaties en Conferenties

Publications Scientifiques et Conférences

7.1 Publicaties met leetuurcomité / Publications avec comité de lecture

- Afraimovich E.L., Astafieva E.I., Voeykov S.V., Tsegmed B., Potekhin A.P., Rasson J.L., An investigation of the correlation between ionospheric and geomagnetic variations using data from the GPS and INTERMAGNET networks, *Advances in Space Research* V 38, 2006, p. 2332-2336.
- Alexandre P., Demarée G., Climat, séismes et comète de 1739 à 1762: les chronogrammes d'Egidius Mercier, curé d'Erembodegem., *Ciel et Terre*, Vol. 122, n° 4, 2006, 98-104.
- Bertrand C., Futyan J., Ipe A., Gonzalez L., Clerbaux N., Diurnal Asymmetry in the GERB SW fluxes, "IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing - Vol. 44, No. 12", 2006, p. 3585-3600.
- Bertrand C., Clerbaux N., Ipe A., Dewitte S., Gonzalez L., Angular distribution models anisotropic correction factors and sun glint: a sensitivity study, "International Journal of Remote Sensing - Vol 27, No. 9", 2006, p.1741-1757.
- Cheymol A., De Backer H., Josefsson W., Stübi R., Comparison and Validation of Aerosol Optical Depth Obtained with the Langley Plot Method in the UV-B from Brewer Ozone Spectrophotometer Measurements , *Journal of Geophysical Research*, 111, D16202, doi:10.1029/2006JD007131, 2006.
- Cuxart J., Holtslag A.A.M., Beare R.J., Bazile E., Beljaars A., Cheng A., Conangla L., Ek M.B., Freedman F., Hamdi R., Kerstein A., Kitagawa H., Lenderink G., Lewellen D., Mailhot J., Mauritsen T., Perov V., Schayes G., Steeneveld G.J., Svensson G., Taylor P., Weng W., Wunsch S., Xu K-M., Single-Column Model Intercomparison for a Stably Stratified Atmospheric Boundary Layer. *Boundary-Layer Meteorology*, 118(2), 273-303.
- Delobbe L., Estimation des précipitations à l'aide d'un radar météorologique, *Publication scientifique et technique*, Nr. 44, 2006, 1-47.
- Delobbe L., Holleman I., Uncertainties in radar echo top heights used for hail detection, *Meteorological Applications*, 2006, 361-374.
- Demarée G., The catastrophic floods of February 1784 in and around Belgium - a Little Ice Age event of frost, snow, river ice ... and floods, *Hydrological Sciences - Journal - des Sciences Hydrologiques*, 2006, p. 878-898.
- Demarée G., Mikami T., Climatic Impacts of Lakagigar (Iceland) and Asama (Japan) Volcanic Eruptions in the Year 1783. , *Chikyo Monthly* 315, Vol. 27, No. 9, 2005, p. 687-692.
- De Meyer F., The geomagnetic aa index as a precursor of solar activity, *Wetenschappelijke en technische publicatie van het KMI*, N° 42, 2006, 1-42.
- Gendler T.S., Heller F., Tsatskin A., Spassov S., Du Pasquier J., Faustov S.S., Roxolany, Novaya E., Key sections in the western Black Sea loess area: Magnetostratigraphy, rock magnetism and paleopedology, *Quaternary International*, Vol.152-153, 2006, pp.89-104.
- Mohymont B., Demarée G., Courbes intensité-durée-fréquence des précipitations à Yangambi, Congo, au moyen de différents modèles de type Montana, *Hydrological Sciences - Journal - Sciences Hydrologiques*, 2006, p. 239-253.

- Möhler O., Field P.R., Connolly P., Benz S., Saathoff H., Schnaiter M., Wagner R., Cotton R., Krämer M., Mangold A., Heymsfield A.J., Efficiency of the deposition mode ice nucleation on mineral dust particles, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 6, 2006, 3007-3021.
- Nicolis C., Balakrishnan V., Nicolis G., Extreme events in deterministic dynamical systems, *Phys. Rev. Lett.* 97, 210602(4).
- Polders C., De Backer H., Van Laer J., Aantasting van de ozonlaag, in Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2006, Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieurapport.be/AG>, 2006.
- Rasson J. L., Potapov A. S., Korepanov V. E., Khomutov S. Y., Krasnov V. M., Bitterly J., Report on upgrade of NIS magnetic observatories by the INTAS infrastructure action CRENEGON, *Earth Planets Space*, 58, 2006, 717-722.
- Rex M., Salawitch R., Deckelmann H., von der Gathen P., Harris N., Chipperfield M., Naujokat B., Reimer E., Allaart M., Andersen S., Bevilacqua R., Braathen G., Claude H., Davis J., De Backer H., Dier H., Dorokov V., Fast H., Gerding M., Godin-Beekmann S., Hoppel K., Johnson B., Kyrö E., Litynska Z., Moore D., Nakane H., Parrondo C., Risley D., Skrivankova P., Stübi R., Viatte P., Yushkov V., Zerefos C., Arctic winter 2005: Implications for stratospheric ozone loss and climate change, 2006, *geophysical research letters*.
- Sapunov V., Rasson J., Denisov A., Saveliev D., Kiselev S., Denisova O., Podmogov Y., Khomutov S., Theodolite-borne vector Overhauser magnetometer: DIMOVER, *Earth Planets Space*, Vol. 58 No. 6, 2005, pp. 711-716.
- Slingo A., Ackerman T. P., Allan R. P., Kassianov E. I., McFarlane S. A., Robinson G. J., Barnard J. C., Miller M. A., Harries J. E., Russell J. E., Dewitte S., "Observations of the impact of a major Saharan dust storm on the atmospheric radiation balance", *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, L24817, doi:10.1029/2006GL027869, 2006.
- Spassov S., Hus J. Estimating baking temperatures in a Roman pottery kiln by rock magnetic properties: implications of thermochemical alteration on archaeointensity determinations, *Geophysical Journal International - Vol 167*, 2006, p. 592-604.
- Streibel M., Rex M., von der Gathen P., Lehmann R., Harris N. R. P., Braathen G. O., Reimer E., Deckelmann H., Chipperfield M., Millard G., Allaart M., Andersen S. B., Claude H., Davies J., De Backer H., Dier H., Dorokov V., Fast H., Gerding M., Kyrö E., Litynska Z., Moore D., Moran E., Nagai T., Nakane H., Parrondo C., Skrivankova P., Stübi R., Vaughan G., Viatte P., Yushkov V., Chemical ozone loss in the Arctic winter 2002/2003 determined with Match, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2006, 2783-2792.
- Sugita, T., Nakajima H., Yokota T., Kanzawa H., Gernant H., Herber A., von der Gathen P., Koeig-Langlo G., Sato K., Dorokhov V., Yushukov V.A., Murayama Y., Yamamori M., Godin-Beekmann S., Goutail F., Roscoe H., Deshler T., Yela M., Taalas P., Kyrö E., Oltmans S., Johnson B., Allaart M., Litinska Z., Klekociuk A., Andersen S.B., Braathen G., De Backer H., Randall C.E., Bevilacqua R.M., Taha G., Thomason L.W., Irie H., Ejiri M.K., Saitoh N., Tanaka T., Terao Y., Kobayashi H., Sasano Y., Ozone profiles in the high-latitude stratosphere and lower mesosphere measured by the Improved Limb Atmosphere Spectrometer (ILAS)-II: Comparison with other satellite sensors and ozone sondes, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, No. D11, D11S02, doi:10.1029/2005JD006439, D11S02, 2006, p. 1-15.
- Thuillier G., Dewitte S., Schmutz W., "Simultaneous measurement of the Total Solar Irradiance and Solar Diameter by the PICARD mission", *Adv. Space Res.*, Vol. 38, pp 1792-1806, 2006.
- Van der Auwera L., An integrated system for real time calculation and visualization of atmospheric transport and dispersion, *Wetenschappelijke en technische publicatie - Nr 39*, 2005, 1-63.
- Van Ruymbeke M., Rasson J., Tuts G., La Thermométrie Géophysique à l'ORB de 1970 à nos jours, *Bulletin des Sciences Géographiques - No.18*, 1974, 2-12.
- Verstraeten G., Poesen J., Demarée G., Salles C., Long-term (105 years) variability in rain erosivity as derived from 10-min rainfall depth data for Ukkel (Brussels, Belgium): Implications for assessing soil erosion rates, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, D22109, 2006, p. 1-11.

7.2 Proceedings

- Bertrand C., Gonzalez L., Ipe A., Clerbaux N., Improvement in the GERB SW Flux estimations over snow covered surfaces. In P.48 Proceedings of the 2006 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference Helsinki, Finland, 12 - 16 June 2006.

- Buisson F., Meissonnier M., Mouret J.M., Samson P., Tuillier G., Dewitte S., Schmutz W., "Sun observation with a micro satellite: the Picard project", Proceedings of the 4S Satellite Symposium, 2006.
- Cheymol A., De Backer H., Mangold A., Lemoine R., Delclocq A., Cafmeyer J., Maenhaut W., Aerosol Optical Depth and Aerosol Characterization in 2006 at Uccle (Belgium), International Aerosol Conference, Saint Paul (USA), 2006, 1189.
- Clerbaux N., Dewitte S., Bertrand C., Caprion D., De Paepe B., Gonzalez L., Ipe A., Angular dependency model for the Meteosat longwave radiation. In P.48 Proceedings of the 2006 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference Helsinki, Finland, 12 - 16 June 2006.
- Delobbe L., Dehem D., Dierickx P., Roulin E., Thunus M., Tricot C., Combined use of radar and gauge observations for hydrological applications in the Walloon Region of Belgium, Proceedings of the Fourth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, Barcelona, Spain, 2006, 418-421.
- De Paepe B., Ipe A., Clerbaux N., Dewitte S., "Multispectral clear-sky brightness temperature over desert for aerosol retrieval", Proceedings EUMETSAT Users Conference, 2006.
- Gellens-Meulenberghs F., Arboleda A., Ghilain N.; Status of development of the LSA-SAF evapotranspiration product, Proceedings of the 2nd LSA-SAF users training workshop, 8th-10th March 2006, 10 p.
- Hamdi R., Schayes G., Improving the Martilli's urban boundary layer scheme: Off-line validation over different urban surfaces. 28th NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. 15-19 May 2006, Leipzig, Germany.
- Hamdi R., Schayes G., Improving the Martilli's urban boundary layer scheme: Off-line validation over different urban surfaces. 6th International Conference on Urban Climate, ICUC 2006, June 12-16, Goteborg (Sweden), ISBN-10: 91-631-9000-1, ISBN-13: 978-91-631-000-1.
- Henry B., Jordanova D., Jordanova N., Hus J., Bascou J., Funaki M., Dimov D., Changes in mean magnetic susceptibility and in its anisotropy during AF-demagnetization, Travaux Géophysiques XXVII, Geophysical Institute Prague, Academy of Sciences of the Czech republic, 2006, pp.45, ISSN 0231-5548.
- Hus J., Spassov S., Estimating baking temperatures in a roman pottery kiln by rock magnetic properties: implications of thermochemical alteration on archaeointensity determinations, Travaux Géophysiques XXVII, Geophysical Institute Prague, Academy of Sciences of the Czech republic, 2006, pp.55-56, ISSN 0231-5548.
- Koepke P., De Backer H., Bais A., Curylo A., Eerme K., Feister U., Johnsen B., Junk J., Kazantzidis A., Krzyscin J., Lindfors A., Olseth J. A., den Outer P., Pribulova A., Schmalwieser A. W., Slaper H., Staiger H., Verdebout J., Vuilleumier L., Weihs P., Modelling solar UV radiation in the past: Comparison of algorithms and input data, Proceedings of SPIE: Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XI, 2005, 636215-1 to 636215-11, "International Journal of Remote Sensing - Vol 27, No. 9", 2006, p.1741-1757.
- Maenhaut W., Wang W., Raes N., Chi X., Cheymol A., De Backer H., Atmospheric Aerosol Characterisation and Aerosol Optical Depth during 2006 at Uccle, Belgium, Proceeding, S5P48, IGACC, Cape Town, September 2006.
- Rasson J., Potapov A., Korepanov V., Khomutov S., Krasnov V., Bitterly J., Report on Upgrade of NIS Magnetic Observatories by the INTAS Infrastructure Action CRENEGON, Proceedings of the XIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing, Kakioka, Japan, November 9, 2004, 141-146.
- Van Weverberg K., Van Lipzig N.P.M., Delobbe L., Evaluation of rainfall patterns in a mesoscale non-hydrostatic model using radar data: a model to observation approach. In Proceedings of the Fourth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD 2006), 2006, pp. 547-549, Barcelona, Spain, Copernicus GmbH.

7.3 Boeken / Livres

- Rasson J., Delipetrov M., Repeat Surveys of Macedonia, in Geomagnetism for Aeronautical Safety, a case study in and around the Balkans, Edited by Rasson J L and Delipetrov T, Springer, ISBN-13 978-1-4020-5024-4, 2006, p. 97-114.
- Rasson J., Geomagnetic Measurements for Aeronautics, in Geomagnetism for Aeronautical Safety, a case study in and around the Balkans, Edited by Rasson J L and Delipetrov T, Springer, ISBN-13 978-1-4020-5024-4, 2006, p. 213-230.

- Delipetrov T., Rasson J., Duma G., GEOMAGNETIC MEASUREMENTS AND QUALITY STANDARDS, Book ISBN: 9988-618-29-1, 2005, 1-291.
- Rasson J., Introduction to the Advanced Research Workshop: "New Magnetic Field Data in the Former Yugoslav Republic of Macedonia for Enhanced Flying and Airport Safety", in Geomagnetism for Aeronautical Safety, a case study in and around the Balkans, Edited by Rasson J L and Delipetrov T, Springer, ISBN-13 978-1-4020-5024-4, 2006, p. 5-12.
- Rasson J., Delipetrov T (eds.). Geomagnetism for Aeronautical Safety, a case study in and around the Balkans, Springer, ISBN-13 978-1-4020-5024-4, 2005, 365 p.
- Van Loo S., Rasson J., Development of an automatic declination-inclination magnetometer, ISBN-10 1-4020-5024-0 (PB), 2006, p. 177-186.

7.4 Interne en externe rapporten / Rapports internes et externes

- Latinne O., Guide d'utilisation des produits PEPS a l'IRM, Rapport interne, 2006, 1-16.
- Gerard L., Piriou J.-M., Geleyn J.-F., Advances in the integration of deep convection and microphysics for the meso-scale, WGNE Blue Book 2006 pp 4-13, 4-14.
- Gerard L., The parametrisation of the turbulent diffusion fluxes in the presence of cloud ice and droplets: synthesis and application to Aladin. 30th Aladin Newsletter, November 2006, section 4.3, pp 60-65.
- Gerard L., Interpretation of cloud and precipitation products from the Aladin model, Workshop On the numerical model Products, their Exploitation and the Formation of the forecasters, RMIB 12 December 2006.
- Michielsen S., Viaene P., Vanneuville W., Van Eerdenbrugh K., Mostaert F., Debontridder L., Opstellen van een methode voor het inrekenen van de klimaatsverandering in de compositiehydrogrammethode: algemeen rapport, MOD 706/10-1, 2006, 1-74.
- Michielsen S., Viaene P., Vanneuville W., Van Eerdenbrugh K., Mostaert F., Debontridder L., Opstellen van een methode voor het inrekenen van de klimaatsverandering in de compositiehydrogrammethode: analyse trends en cycli, MOD 706/10-2, 2006, 1-83.
- Mohymont B., Demarée G., Etablissement des courbes IDF des précipitations basées sur les séries temporelles de longue durée des stations hydrométéorologiques situées en Région wallonne pour des durées de 10 minutes jusqu'à 1 mois. Rapport final projet MET-IDF. Texte, 52 p.; Tables, 24 p.; Figures, 97 p.
- Mohymont B., Demarée G., Etablissement des courbes IDF des précipitations basées sur les séries temporelles de longue durée des stations hydrométéorologiques situées en Région wallonne pour des durées de 10 minutes jusqu'à 1 mois. Formulation de Montana. Rapport final projet MET-IDF-Montana. Texte, Tables, Figures, 19 p.
- Mohymont B., Demarée G., Manuel d'utilisation du logiciel *ID*é*F*ix. Projets MET-IDF et MET-IDF-Montana, 17 p.

7.5 Abstracts van conferenties of van posters/ Abstracts de conférences ou posters

- Delcloo A., De Backer H., A ten day 3D backward trajectories climatology for the Uccle ozone sounding time series at different pressure levels (1969-2001), EGU General Assembly, Vienna, Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 06861, 2006, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-06861.
- Gerard L., An integrated package for convection, clouds and precipitation, poster for the 28th EWGLAM meeting, Zürich, October 2006.
- http://srnwp.cscs.ch/Annual_Meetings/2006/P-Belgium.pdf#
- Spassov S., Hus J., Geeraerts R., Archaeomagnetic dating of a High Middle Age iron working site in Corroy le Grand (Belgium), 5th AARCH workshop, Lipari (Italy) May 10- May 14, 2006.

- Verschuren D., Hang G., Damsté S., Van Geel B., Conley D., De Batist M., Kristen L., Fagot M., Lyarnu A., Milne L., Keppens E., Van der Plicht J., Hus J., Nowaczyk N.R., Mingram J., Brauer A., Cumming F., Russell J.M., CHALLACEA: High-resolution, multi-proxy climate reconstruction for equatorial East Africa (21ka BP to present) from laminated lake sediments near Mt. Kilimanjaro, EGU, Vienna (Austria), April 02-April 07, 2006 (poster).
- Van Loo S.A., Presentation of AutoDIF : a new automatic and absolute instrument for measuring the orientation of the geomagnetic field, Abstract de la conférence donnée par l'auteur le 13 septembre 2006 à l'IRM (Uccle).

7.6 Conferenties en posters zonder abstract / Conférences et posters sans abstract

- Demarée G., Mohymont B., Courbes IDF des précipitations - le logiciel *ID*é*F*ix. Ministère wallon de l'Équipement et des Transports (MET), Namur, 5 septembre 2006.
- Gerard L., 3D experiments at various resolutions with an integrated package handling cloud and precipitation processes, presentation at 16th ALADIN Workshop, Sofia, May 2006.
- Ghilain, N.; Validation du produit évapotranspiration développé dans le cadre du SAF Land, KMI seminarie / Séminaire IRM, 26 April 2006.
- Hamdi R., Termonia P., Stability of the physics-dynamics interface. Presentation at 16th ALADIN Workshop, Sofia, May 2006.

7.7 Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat / Thèses de doctorat

- Gellens-Meulenberghs F., Validation et modélisation de l'évapotranspiration sur la Belgique. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en Sciences. Université catholique de Louvain, 2006, 331 p.
- Dehenauw D., Contribution to severe weather and multimodel ensemble forecasting in Belgium, november 2006, doctoraatsthesis Faculteit Ingenieurswetenschappen, vakgroep ELEC.

7.8 Adviezen voor het Rampenfonds / Avis pour le Fonds des calamités

Datum van de gebeurtenis	Aard van de gebeurtenis	Getroffen provincies	Date de l'événement	Nature de l'événement	Provinces touchées
Mei / Mai 2006					
05 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Waals-Brabant (4 gemeenten)	05 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Brabant wallon (4 communes)
09 (2 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Luik (2 gemeenten)	09 (2 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Liège (2 communes)
13 (2 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Luik (1 gemeente) Vlaams-Brabant (4 gemeenten)	13 (2 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Brabant flamand (4 communes) Liège (1 commune)
20 (1 advies)	Hevige wind	Namen (1 gemeente)	20 (1 avis)	Vent violent	Namur (1 commune)
Juni / Juin 2006					

Datum van de gebeurtenis	Aard van de gebeurtenis	Getroffen provincies	Date de l'événement	Nature de l'événement	Provincies touchées
13 (3 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Henegouwen (2 gemeenten) Oost-Vlaanderen (1 gemeente) West-Vlaanderen (6 gemeenten)	13 (3 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Flandre occidentale (6 communes) Flandre orientale (1 commune) Hainaut (2 communes)
19 (2 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Luik (3 gemeenten)	19 (2 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Liège (3 communes)

Juli / Juillet 2006

06 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Vlaams-Brabant (1 gemeente) Waals-Brabant (2 gemeenten)	06 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Brabant flamand (1 commune) Brabant wallon (2 communes)
19 (1 advies)	Hevige wind	Vlaams-Brabant (1 gemeente)	19 (1 avis)	Vent violent	Brabant flamand (1 commune)
22 (5 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Henegouwen (7 gemeenten) Oost-Vlaanderen (5 gemeenten) West-Vlaanderen (4 gemeenten)	22 (5 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Flandre occidentale (4 communes) Flandre orientale (5 communes) Hainaut (7 communes)
28 (5 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	Antwerpen (4 gemeenten) Brussels Gewest (2 gemeenten) Henegouwen (4 gemeenten) Limburg (2 gemeenten) Vlaams-Brabant (6 gemeenten)	28 (5 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Anvers (4 communes) Brabant flamand (6 communes) Hainaut (4 communes) Limbourg (2 communes) Région bruxelloise (2 communes)

Augustus / Août 2006

12-13 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	West-Vlaanderen (talrijke gemeenten)	12-13 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes	Flandre occidentale (nombreuses communes)
17 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag en hagelbuien	West-Vlaanderen (talrijke gemeenten)	17 (1 avis)	Orages avec pluies abondantes et chutes de grêle	Flandre occidentale (nombreuses communes)
21 (3 advies)	Onweders met hevige wind, overvloedige neerslag en hagelbuien	Luik (5 gemeenten) Vlaams-Brabant (4 gemeenten)	21 (3 avis)	Orages avec vent violent, pluies abondantes et chutes de grêle	Brabant flamand (4 communes) Liège (5 communes)
24-25 (2 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	Antwerpen (1 gemeente) Oost-Vlaanderen (talrijke gemeenten)	24-25 (2 avis)	Orages avec pluies abondantes	Anvers (1 commune) Flandre orientale (nombreuses communes)

September / Septembre 2006

25 (1 advies)	Overvloedige neerslag	Antwerpen (1 gemeente)	25 (1 avis)	Pluies abondantes	Anvers (1 commune)
---------------	-----------------------	------------------------	-------------	-------------------	--------------------

Oktober / Octobre 2006

01 (2 advies)	Onweders met hevige wind, overvloedige neerslag en hagelbuien	Antwerpen (3 gemeenten) Henegouwen (1 gemeente) Oost-Vlaanderen (1 gemeente) Waals-Brabant (1 gemeente)	01 (2 avis)	Orages avec vent violent, pluies abondantes et chutes de grêle	Anvers (3 communes) Brabant wallon (1 commune) Flandre orientale (1 commune) Hainaut (1 commune)
---------------	---	---	-------------	--	--



Figuur 7.1: Tornado Braine-le-Comte, 1 oktober 2006 omstreeks 18 uur. Foto door Karel Holvoet
Figure 7.1: Tornade Braine-le-Comte, le 1 octobre 2006 vers 18 heures. Photo par Karel Holvoet



Lijst van Acroniemen en Afkortingen

Liste des Acronymes et Abréviations

AARCH	Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage
AGACC	Advanced exploitation of Ground based measurements for atmospheric Chemistry and Climate applications
ALADIN	Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational
ALADIN_2	AROME Limited Area Decentralized International Network (second MoU)
AMSU	Advanced Microwave Sounding Unit
AOD	Aerosol Optical Depth
ARPEGE	Action de Recherche Petite Echelle et Grande Echelle
AROME	Applications de la Recherche à l'Opérationnel à MésoEchelle
AUTODIF	Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite
BGS	British Geological Survey
BIRA	Belgisch Instituut voor Ruimte Aeronomie
CELINE	Cellule Interrégionale de l'Environnement
CEPMMT	Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme
CERES	Clouds and Earth's Radiant Energy System
CHMI	Czech Hydrometeorological Institute
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CPG	Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes (Viroinval)
CTM	Chemical Transport Model
DIARAD	Differential Absolute Radiometer
DISSCO	Document management Integrated System for Scientific Organisations
EAO	Epaisseurs Optiques des Aerosols
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

EPS	Ensemble Prediction System
ERS	European Remote Sensing Satellite
EU	European Union
EUMETSAT	European Meteorological Satellites
GAW	Global Atmospheric Watch
GEMS	Global Environment Monitoring System
GERB	Geostationary Earth Radiation Budget
HAWK	Hungarian Advanced Workstation
HEPDO	Hydrological Ensemble Prediction for the Demer and the Ourthe
H-SAF	Satellite Application Facility on support to operational Hydrology
IAGA	International Association of Geomagnetism and Aeronomy
IAS	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
IFS	Integrated Forecasting System
IGRF	International Geomagnetic Reference Field
INTERMAGNET	International Real-time Magnetic Observatory Network
IRCEL	Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu
IRM	Institut Royal Météorologique de Belgique
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPF	International Polar Foundation
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
KSB	Koninklijke Sterrenwacht van België
METOP	Polar orbiting meteorological satellites
MOS	Model Output Statistics
MSG	Meteosat Second Generation
NDACC	Network for the Detection of Atmospheric Composition Changes
NO ²	Dioxyde d'azote / Stikstofdioxide
OBM	Operationeel Bekken Model
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
OMS	Oceanografisch Meteorologisch Station
ORB	Observatoire Royal de Belgique
POD	Programmatorische Overheidsdienst
RMDCN	Regional Meteorological Data Communication Network
SAF	Satellite Applications Facilities

SAFIR	Surveillance et Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique
SAFNWC	Satellite Application Facility on support to Nowcasting
SEVIRI	Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager
SLAVEPP	Semi-Lagrangian Averaging of Physical Parameterizations
SOHO	Solar and Heliospheric Observatory
SPP	Service Public de Programmation
SQUID	Superconducting Quantum Interference Device
UE	Union Européenne
USSR	Unie van Socialistische Sovjet - Republieken
UTC	Coordinated Universal Time
UV	Ultraviolet
VIRGO	Variability of solar IRradiance and Gravity Oscillations
WGE	Wind Gust Estimation
WMO	Wereld Meteorologisch Organisatie

