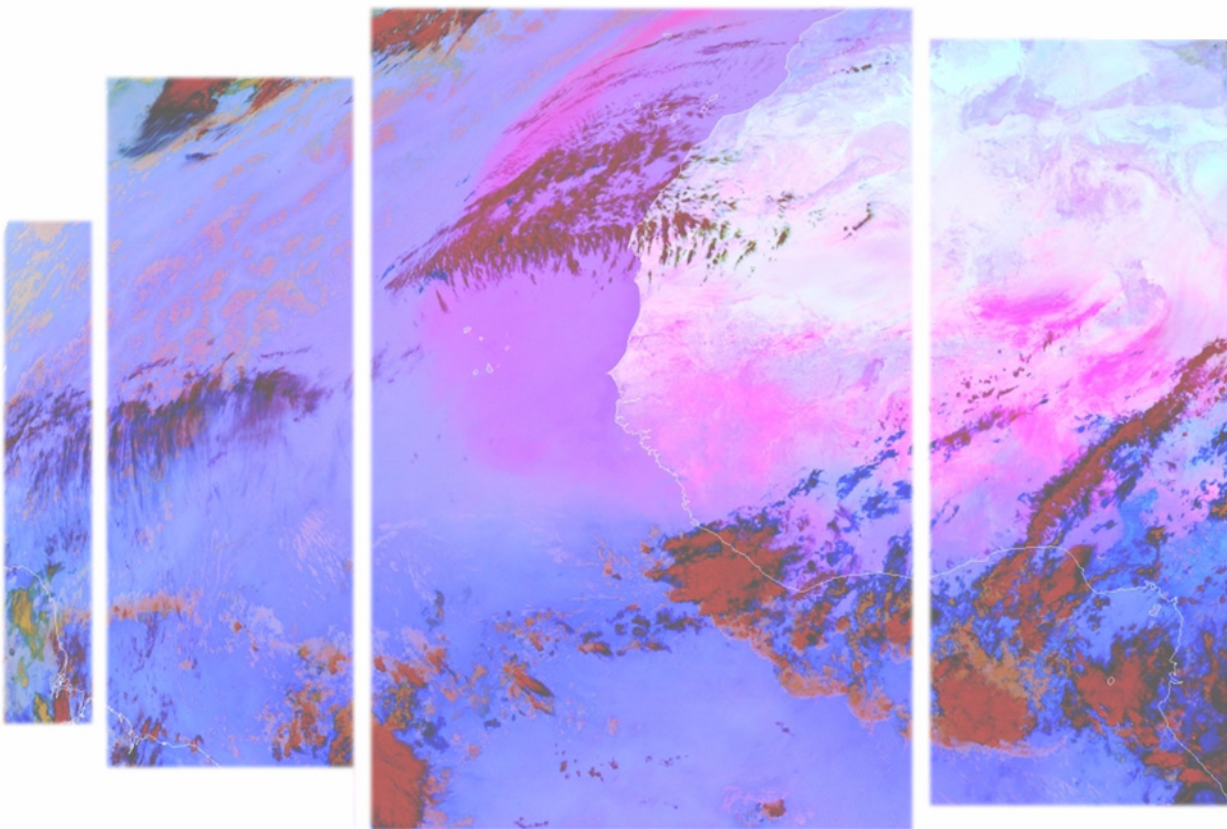


JAARVERSLAG 2004 RAPPORT ANNUEL



Institut Royal Météorologique
Avenue Circulaire 3, B-1180 Bruxelles
Dr. H. Malcorps - Éditeur responsable - Verantwoordelijke uitgever ISSN/1377-2406

Koninklijk Meteorologisch Instituut
Ringlaan 3, B-1180 Brussel

tel.: 32 (0) 2.373.0611
fax: 32 (0) 2.375.1259



Stofwolk boven de Sahara en de Atlantische oceaan. Op 3 maart 2004 ontstond een grote zandstorm boven de Sahara. Op het beeld, gemaakt door Meteosat 8 op 5 maart 2004, is de stofwolk uitgedeind tot de roze zone die zich uitstrekt over het Zuiden van de Sahara, boven de Atlantische Oceaan ten Westen van de Sahara, met een Noordelijke punt die reikt tot Portugal. Het beeld werd gemaakt door een samenstelling van de metingen bij de thermisch infrarode golflengten van 8,7; 10,8 en 12,0 micrometer.

Nuage de poussière au-dessus du Sahara et de l'Océan Atlantique. Le 3 mars 2004, une importante tempête de sable s'est produite au-dessus du Sahara. Sur l'image obtenue par Meteosat 8 le 5 mars 2004, le nuage de poussière correspond à la zone rose qui s'étend au-dessus du sud du Sahara et au-dessus de l'Océan Atlantique à l'ouest du Sahara, avec une extension vers le nord qui atteint le Portugal. L'image a été réalisée par combinaison de mesures effectuées dans les longueurs d'onde infrarouges thermiques de 8,7; 10,8 et 12,0 micromètres

Inhoudstafel

Voorwoord	1
1 Opmerkelijke feiten	3
1.1 Herdenking van de vijftigste verjaardag van het Centre de Physique du Globe van het KMI te Dourbes.....	3
1.2 Bezoek van de Gouverneur van de provincie Namen aan het Centre de Physique du Globe van het KMI.	4
1.3 Uitgave van het boek "Weer of geen weer"	4
1.4 Meteosat Second Generation operationeel!	5
2 Meer Veiligheid door Kennis over het Weer en het Klimaat	7
2.1 Verbeteren van de meteorologische voorspellingen en waarschuwingen	7
2.1.1 Verbeteringen aangebracht aan de voorspelling van bepaalde parameters.....	7
2.1.1.1 Waarschuwingsprocedure voor winterse meteorologische omstandigheden, nefast voor de verspreiding van luchtverontreiniging .	7
2.1.1.2 Voorspellingsprocedure in verband met de UV-index	10
2.1.2 Bekomen resultaten en kwaliteitscontrole.....	11
2.1.2.1 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met zware onweders.....	11
2.1.2.2 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met overvloedige neerslag	14
2.1.2.3 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met krachtige wind	14
2.1.2.4 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met ijzel en sneeuw	16
2.1.3 Verbetering van het numerieke weersvoorspellingsmodel ALADIN-België	16
2.1.3.1 Fijnmazige representatie van fenomenen geassocieerd met bewolking en neerslag	17
2.1.3.2 Het probleem van de koppelingsgegevens	19
2.1.3.3 Het gebruik van wavelets voor data assimilatie	19
2.1.3.4 Interacties tussen bodem, biosfeer en atmosfeer	21
2.2 Uitbreiding en toepassing van de kennis over het weer en het klimaat	23
2.2.1 Niet-lineair gedrag van de atmosfeer	23
2.2.1.1 De elektrische ontlading gezien als een niet-lineaire voortplantingsgolf	23
2.2.1.2 De impact van de fouten te wijten aan de modelbouw op de kwaliteit van de meteorologische en klimaat voorspellingen	24
2.2.1.3 Dynamische en statistische eigenschappen van de regionale modellen	25
2.2.1.4 Statistische analyse van tijdreeksen	25
2.2.2 Schatting van hydrologische Risico's	26
2.2.2.1 Systeem van Ensemble Voorspellingen en Analyse van hydrologische Risico's	26
2.2.2.2 Intense neerslag en hydrologische risico analyse	28
2.2.3 Schatting van de evapotranspiratie over Europa	29
2.2.4 Studies van atmosferisch ozon	30
2.2.4.1 Evolutie van de dikte van de ozonlaag te Ukkel.....	30
2.2.4.2 Regressiemodel voor troposferisch ozon.....	32
2.2.4.3 Analyse van ozonprofielen.....	33
2.2.5 Project ESA.....	34
2.3 Verbeteren van de waarnemingen	37
2.3.1 Invoeren van nieuwe waarnemingen en uitbreiding van bestaande systemen.....	37
2.3.1.1 Meetnetten	37
2.3.1.2 Telemetingen	39
2.3.1.3 Omgevingsmagnetisme	43
2.3.1.4 Geomagnetische waarnemingen	44
2.3.2 Verhogen van de betrouwbaarheid	45

2.3.2.1	Meetnetten	45
2.3.2.2	IJklaboratorium	46
2.3.2.3	Waarnemingen van ozon, UV en aërosolen	46
2.3.2.4	Teledetectie	50
3	Vergemakkelijken van de Toegang tot de Informatie	51
3.1	Informatieverwerking	51
3.1.1	Groep productontwikkeling	51
3.1.2	Vermindering van de leverings termijn van klimatologische inlichtingen	53
3.1.3	Toegang tot de geomagnetische informatie	53
3.2	Informatica-infrastructuur	54
3.3	Informatietechnologie	54
3.3.1	Intranet	54
3.3.2	Geïntegreerd systeem van informatiebeheer	55
4	Diensten en Producten voor de Verschillende Gebruikersgroepen	57
4.1	Overheden	57
4.2	Het grote publiek	59
4.2.1	TV	59
4.2.2	GSM	59
4.2.3	Internet	59
4.2.4	Kranten	60
4.2.5	Boeken	60
4.3	Socio-economische entiteiten	60
4.4	Commerciële entiteiten	61
5	Het Weer in 2004	63
6	Wetenschappelijke Raad, Beheerscommissie en Commissie voor Werving en Bevordering van het KMI	71
6.1	Wetenschappelijke Raad	71
6.2	Beheerscommissie	71
6.3	Commissie voor Werving en Bevordering	72
7	Wetenschappelijke Publicaties en Conferenties	73
8	Lijst van Afkortingen	81

Table des Matières

Préface	1
1 Faits marquants	3
1.1 Commémoration du cinquantième anniversaire du Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes	3
1.2 Visite du Gouverneur de la Province de Namur au Centre de Physique du Globe de l'IRM	4
1.3 Edition du livre "La Belgique au fil du temps"	4
1.4 "Meteosat Second Generation" opérationnel !	5
2 Plus de Sécurité Grâce à la Connaissance du Temps et du Climat	7
2.1 Amélioration des prévisions et avertissements météorologiques	7
2.1.1 Améliorations attribuées à la prévision de certains paramètres	7
2.1.1.1 Procédure d'avertissement de conditions météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants	7
2.1.1.2 Procédure de prévision de l'indice UV	10
2.1.2 Résultats obtenus et contrôle de qualité	11
2.1.2.1 Prévisions et avertissements météorologiques relatifs aux orages violents	11
2.1.2.2 Prévisions et avertissements météorologiques relatifs aux précipitations abondantes	14
2.1.2.3 Prévisions et avertissements relatifs aux vents forts	14
2.1.2.4 Prévisions et avertissements relatifs au verglas et la neige	16
2.1.3 Amélioration du modèle de prévision numérique ALADIN-Belgique	16
2.1.3.1 La représentation fine des phénomènes associés aux nuages et aux précipitations	17
2.1.3.2 Le problème des données de couplage	19
2.1.3.3 L'utilisation d'ondelettes pour l'assimilation des données	19
2.1.3.4 Interactions sol-biosphère-atmosphère	21
2.2 Elargissement et applications de la connaissance du temps et du climat	23
2.2.1 Comportement non-linéaire de l'atmosphère	23
2.2.1.1 La décharge électrique vue comme une onde de propagation non-linéaire	23
2.2.1.2 L'impact des erreurs dues à la modélisation sur la qualité des prévisions météorologiques et climatiques	24
2.2.1.3 Propriétés dynamiques et statistiques des modèles régionaux	25
2.2.1.4 Analyse statistique des séries de données	25
2.2.2 Estimation des risques hydrologiques	26
2.2.2.1 Système de Prévisions d'Ensemble et analyse des risques hydrologiques	26
2.2.2.2 Précipitations intenses et analyse des risques hydrologiques	28
2.2.3 Estimation de l'évapotranspiration sur l'Europe	29
2.2.4 Etude de l'ozone atmosphérique	30
2.2.4.1 Evolution de l'épaisseur de la couche d'ozone à Uccle	30
2.2.4.2 Modèle de régression pour l'ozone troposphérique	32
2.2.4.3 Analyse des profils d'ozone	33
2.2.5 Projet ESA	34
2.3 Amélioration des observations	37
2.3.1 Apport de nouvelles observations et élargissement du système existant	37
2.3.1.1 Les réseaux de mesures	37
2.3.1.2 Télédétection	39
2.3.1.3 Magnétisme environnemental	43
2.3.1.4 Observations géomagnétiques	44
2.3.2 Augmentation de la fiabilité	45

2.3.2.1	Les réseaux de mesure	45
2.3.2.2	Le laboratoire d'étalonnage	46
2.3.2.3	Observations de l'ozone, des UV et des aérosols	46
2.3.2.4	Télédétection	50
3	Faciliter l'Accès à l'Information	51
3.1	Traitement de l'information	51
3.1.1	Groupe "Développement de produits"	51
3.1.2	Réduction du délai de fourniture des informations	53
3.1.3	Accès à l'information géomagnétique	53
3.2	Infrastructure informatique	54
3.3	Technologie de l'information	54
3.3.1	Intranet	54
3.3.2	Système intégré de gestion d'information	55
4	Services et Produits pour les Différents Groupes d'Utilisateurs	57
4.1	Les autorités	57
4.2	Le grand public	59
4.2.1	La Télévision	59
4.2.2	Les GSM	59
4.2.3	Internet	59
4.2.3.1	Les journaux	60
4.2.4	Edition	60
4.3	Les entités socio-économiques	60
4.4	Les entités commerciales	61
5	Le Temps en 2004	63
6	Conseil scientifique, Commission de Gestion et Jury de Recrutement et de Promotion de l'IRM	71
6.1	Conseil scientifique	71
6.2	Commission de Gestion	71
6.3	Jury de Recrutement et de Promotion	72
7	Publications Scientifiques et Conférences	73
8	Liste des Acronymes et Abréviations	81

Lijst van Figuren

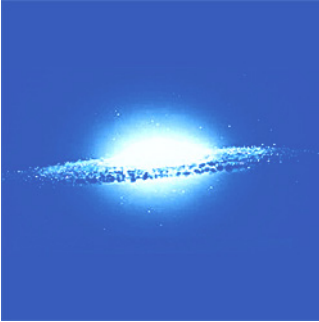
Figuur 1.1. Dr. Philippe Busquin, Europees Commissaris voor Onderzoek, neemt het woord tijdens de herdenking van de vijftigste verjaardag van het Centre de Physique du Globe.	4
Figuur 1.2. Omslag van het boek dat alle opmerkelijke meteorologische gebeurtenissen van de 20ste eeuw omvat.	5
Figuur 1.3. "Yasna" storm over Europa op 23 juni 2004.	6
Figuur 2.1. Voorspellingen van het ALADIN model, met starttijdstip 24 november 2004 om 0 uur (GMT). De grafiek toont de evolutie in de tijd van de transportlengte L (zie de kleurenschaal rechts van het bovenste deel van de grafiek). De kleine waarden van de transportlengte betekenen een slechte verspreiding van pollutanten in de atmosfeer. De grijze zones in de figuur duiden op een thermische instabiliteit in de desbetreffende lagen. Het onderste gedeelte van de grafiek toont, met behulp van de blauwe strepen, de momenten aan waarbij de condities voor de verspreiding van pollutanten ongunstig zijn.	9
Figuur 2.2. De waargenomen UV index op 14 juli 2003 (donkerblauw), de UV index voorspeld op basis van het daggemiddelde van de AOD (rood), op basis van maandgemiddelde (groen), berekend voor alle julimaanden sinds 1984, en op basis van een vaste waarde (lichtblauw) van 0.6 representatief voor een stedelijke omgeving.	11
Figuur 2.3. De verplaatsing van onweerskernen op 21 juli 2004, gemeten met de meteorologische radar opgesteld te Wideumont (provincie Luxemburg), en de daaruit berekende kans op hagel.	12
Figuur 2.4. Concentratie van micro-meteoren (g/kg) in een verticale doorsnede van de atmosfeer, bekomen met het nieuwe schema. Geel: ijs, blauw: druppels, rood: temperatuur (Kelvin). De cijfers in het zwart illustreren het modelrooster. Storm van 14 augustus 1999 in de regio van Doornik.	19
Figuur 2.5. Correlatielengte (in km) van de oppervlaktetemperatuur. Links de volledige gegevens, rechts de vereenvoudiging met behulp van wavelets.	21
Figuur 2.6. Schematische voorstelling van de belangrijkste interacties tussen de bodem, biosfeer en atmosfeer.	22
Figuur 2.7. Het linkerpaneel toont de belangrijkste vegetatietypes voor Europa, die elk door een specifieke kleur gesymboliseerd worden. Men ziet bijvoorbeeld landbouw (licht geel) en bossen (licht groen) over het hele continent en naaldbossen (donkergroen) in Scandinavië. Het rechterpaneel zoomt in op de streek rond Parijs, waar men duidelijk de dichte urbanisatie van Parijs (donkerrood) en de omliggende voorstad (rood) kan zien.	22
Figuur 2.8. Voorspelling van de waarschijnlijkheid dat het debiet van de Demer te Diest groter is dan 2 mm dag ⁻¹ ; de pijl toont het begin van de voorspelling, de 13de november 2004, in het groen: de voorspelling gerealiseerd door gebruik te maken van de regenval uit de klimatologische archieven (1971-2000), in het geel: voorspelling gerealiseerd door gebruik te maken van de ensemble voorspellingen van het Centrum te Reading, in het blauw: a posteriori verificatie door waargenomen debieten (0: de drempel wordt niet overschreden, 1: de drempel wordt overschreden), in het rood: idem voor een gesimuleerd referentiedebiet.	28
Figuur 2.9. Intensiteit-Duur-Frequentie krommen voor de neerslag waargenomen in het eco-klimatologisch station van Yangambi (Kongo) gedurende de periode 1950-1983. De abscis stelt de aggregatietijd voor, uitgedrukt in minuten, terwijl de ordinaat de extreme neerslaghoeveelheid, uitgedrukt in minuten, voorstelt. De sterretjes stellen dan de extreme neerslaghoeveelheden voor die geschat werden voor een geheel van aggregatietijden en terugkeerperioden. Zeven terugkeerperioden werden gekozen, namelijk 2, 5, 10, 20, 50, 75 en 100 jaar terwijl de waargenomen aggregatietijden 15, 30, 45, 60, 120 en 1440 minuten (ofwel 1 etmaal) waren. De pijl duidt de stijgende zin aan voor de terugkeerperiode.	29
Figuur 2.10. De evolutie van het jaarlijks gemiddelde van de dikte van de ozonlaag (blauwe lijn) zoals gemeten met spectrofotometers te Ukkel. Het zwarte lijnstuk is een weergave van het gemiddelde over de periode 1971-1980. De rode lijn geeft de gemiddelde daling weer in de periode tot eind 1996, en de groene de meest recente positieve evolutie.	31
Figuur 2.11. Ozon in de planetaire grenslaag, zoals waargenomen met ozonpeilingen te Ukkel (groene lijn), en zoals afgeleid uit met een samengesteld (één voor elk seizoen) model (blauwe lijn). De puntjeslijn toont de resultaten van een enkelvoudig model (één model voor het ganse jaar).	32
Figuur 2.12. Modellerings van de variabiliteit van de ozonlaag te Ukkel. De volle lijnen in de grafiek zijn de gemeten waarden van de dikte van de ozonlaag (a) en de ozonconcentratie in de lage stratosfeer (b). De stippellijnen stellen de gereconstrueerde tijdreeksen aan de hand van modellering voor.	34
Figuur 2.13. Voorbeeld van geomagnetische storingen. De verschillende kleuren tonen de staat aan van de variatie van de intensiteit van het	

geomagnetische veld. Een groene zuil geeft een index $K < 4$ aan, een gele $K = 4$ en een rode $K > 4$. Alarmberichten worden verstuurd vanaf een index $K = 5$.	35
Figuur 2.14. Voorbeeld van de voorspelling van de K-index in Dourbes om de 15 minuten.	37
Figuur 2.15. Het automatisch weerstation van Diepenbeek dat in 2004 gebouwd werd.	38
Figuur 2.16. Samengesteld beeld van de neerslag, afgeleid uit de radargegevens van Wideumont en Zaventem.	40
Figuur 2.17. Geaccumuleerde neerslaghoeveelheden over 24u voor de verschillende stroombekkens van het Waalse Gewest. De blauwe en groene balkjes corresponderen respectievelijk met schattingen afgeleid uit de radars van Wideumont en Zaventem.	41
Figuur 2.18. Composiet Meteosat-8 kleurenbeelden voor Europa op 29/2/2004. Het linkerbeeld is opgebouwd uit kortegolfkanalen en werd opgenomen om 12:00 UTC. Groen: vegetatie. Bruin tot rood: woestijn. Wit: lage wolken. Blauw: hoge wolken en sneeuw. Het rechterbeeld is opgebouwd uit een combinatie van infrarode kanalen en werd opgenomen om 4:00 UTC. Rood: warme, onbewolkte oceaan. Groen: warm, onbewolkt land. Lichtrode vlekken boven Europa: lage wolken of mistbanken. Lichtblauw: centrale deel koude, hoge wolken. Donkerblauw: dunne cirrusbewolking. De kortegolfkanalen zijn bruikbaar gedurende de dag, de infrarood kanalen zijn bruikbaar gedurende dag en nacht.	42
Figuur 2.19. Genormeerde eerste afgeleide van remanente magnetisatiecurven in functie van constante magneetvelden tot 500 mT (a) van stalen genomen in de wand van een romeinse pottenbakkersoven in Bruyelle (b) vertonen een verschillend gedrag met de afstand in de wand. Stapsgewijze verwarming van de stalen tot 650°C toonde aan dat de remanente magnetisatiecurve van het staal genomen tussen 65 en 80 mm, in tegenstelling tot de andere stalen, nagenoeg onveranderd blijft en dus geschikt is voor geomagnetische intensiteitsbepalingen. Blauwe curve: niet gebakken gele in situ loess, afstand van binnenzijde wand > 160 mm. Rode curve: loess, rood gebakken in oxiderend milieu; afstand 65-80 mm. Zwarte curve: loess, grijs gebakken in reducerend milieu, afstand 0-15 mm	44
Figuur 2.20. AODs berekend met data van Brewer spectrofotometer 2 als functie van de AODs afkomstig van Brewer spectrofotometer 1 voor de periode 2002-2004. De twee instrumenten leveren een gelijkaardige dataset.	48
Figuur 2.21. Optische dikte van aërosolen waargenomen te Ukkel (rood) en te Rijsel (groen) op 13 september 2003.	49
Figuur 3.1. Home pagina van de website ten behoeve van de weervoorspellers van het KMI	52
Figuur 3.2. Lay-out die gebruikt wordt bij de animatie van bewegende fronten. Bron: weerbericht VRT.	52
Figuur 3.3. Nieuwe design van intranet.	55
Figuur 4.1. Software om de neerslagmetingen te valideren. De data van verschillende stations worden vergeleken met deze van de radar.	58
Figuur 4.2. Omslag van het boek dat alle opmerkelijke meteorologische gebeurtenissen van de 20ste eeuw omvat.	60
Figuur 5.1. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de winter 2004 (december 2003 tot februari 2004).	65
Figuur 5.2. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de lente 2004 (maart tot mei).	65
Figuur 5.3. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de zomer 2004 (juni tot augustus).	66
Figuur 5.4. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de herfst 2004 (september tot november).	66
Figuur 5.5. Maandelijks gemiddelde temperaturen te Ukkel (in °C). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.	67
Figuur 5.6. Maandelijks zonneshijnduur te Ukkel (in uren). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.	68
Figuur 5.7. Maandelijks neerslagtotalen te Ukkel (in mm). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.	68
Figuur 5.8. Maandelijks aantal neerslagdagen te Ukkel (in dagen). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.	69

Liste des Figures

Figure 1.1. Le Dr Philippe Busquin, Commissaire européen chargé de la Recherche, prend la parole lors de la commémoration du cinquantième anniversaire du Centre de Physique du Globe.	4
Figure 1.2. Couverture du livre reprenant les événements météorologiques marquants du 20ème siècle.	5
Figure 1.3. Tempête "Yasna" sur l'Europe le 23 juin 2004.	6
Figure 2.1. Prévisions ALADIN initialisées le 24 novembre 2004 à 0 h (GMT). Ce graphique présente l'évolution temporelle de la longueur de transport L (voir l'échelle de couleur à droite de la partie supérieure du graphique). De faibles valeurs de la longueur de transport signifient une faible dispersion des polluants dans l'atmosphère. Les zones en gris dans la figure indiquent une instabilité thermique des couches concernées. La partie inférieure du graphique montre, à l'aide de barrettes bleues, les instants auxquels les conditions de dispersion sont défavorables.	9
Figure 2.2. Indice UV observé (en bleu foncé), prévu avec une moyenne journalière des AODs (en rouge), avec une moyenne mensuelle (en vert) calculée sur tous les mois de juillet depuis 1984 et avec une valeur constante des AODs (en bleu clair) égale à 0.6, représentative d'un environnement urbain, pour la journée du 14 juillet 2003.	11
Figure 2.3. Déplacements de cellules orageuses, le 21 juillet 2004, mesurés par le radar météorologique installé à Wideumont (province du Luxembourg) et probabilités de grêle calculées à partir des mesures du radar.	12
Figure 2.4. Concentrations de micro-météores (g/kg) sur une section verticale de l'atmosphère obtenue avec le nouveau schéma. En jaune: glace, bleu: gouttelettes, rouge: température (Kelvins). Les chiffres noirs servent à repérer les mailles du modèle. Tempête du 14 août 1999 dans la région de Tournai.	19
Figure 2.5. Longueur de corrélation (en km) de la température de surface. A gauche, les données complètes ; à droite, la simplification par ondelettes.	21
Figure 2.6. Schématisation des principales interactions sol-biosphère-atmosphère.	22
Figure 2.7. Principaux types de végétation pour l'Europe (partie gauche), symbolisés chacun par une couleur unique. Remarquons, par exemple, la présence des cultures (jaune clair) et des forêts à feuilles caduques (vert clair) présentes sur tout le continent ou encore les forêts de conifères (vert foncé) en Scandinavie. La partie droite représente un zoom sur la région parisienne où l'on peut distinguer un noyau central (rouge bordeaux) correspondant à la zone urbaine dense de Paris, entourée de sa banlieue (rouge).	22
Figure 2.8. Prévion de la probabilité que le débit du Démer à Diest soit supérieur à 2 mm jour-1; la flèche indique le début de la prévion, le 13 novembre 2004, en vert: prévion réalisée en utilisant des scénarios de pluies tirés des archives climatologiques (1971-2000), en jaune: prévion réalisée en utilisant les prévions d'ensemble du CEPMMT, en bleu: vérification a posteriori avec les débits observés (0: le seuil n'est pas dépassé, 1: le seuil est dépassé), en rouge: idem avec un débit simulé de référence.	28
Figure 2.9. Courbes Intensité-Durée-Fréquence pour les précipitations observées à la station éco-climatologique de Yangambi (Congo) durant la période 1950-1983. L'abscisse indique la durée d'agrégation, exprimée en minutes, tandis que l'ordonnée indique l'intensité pluvieuse extrême, exprimée en millimètres par heure. Les étoiles (*) représentent quant à elles les valeurs pluvieuses extrêmes estimées pour un ensemble de durées d'agrégation et de périodes de retour. Sept périodes de retour ont été choisies: 2, 5, 10, 20, 50, 75 et 100 années tandis que les temps d'agrégation observés étaient 15, 30, 45, 60, 120 et 1440 minutes (ou 1 jour). La flèche indique le sens croissant pour la période de retour T 29	
Figure 2.10. Evolution de l'épaisseur moyenne annuelle de la couche d'ozone mesurée par des spectrophotomètres à Uccle (courbe bleue). La ligne noire représente la valeur moyenne pour la période 1971-1980. La ligne rouge donne la décroissance moyenne jusque 1996 et la ligne verte représente l'augmentation observée récemment.	31
Figure 2.11. Concentrations en ozone dans la couche limite planétaire mesurée par sondages atmosphériques à Uccle (ligne verte). La courbe bleue est la reconstitution des observations moyennées par saison et reconstruites par le modèle. La courbe pointillée montre le résultat d'un modèle simple (un seul modèle pour toute l'année).	32
Figure 2.12. Modélisation de la variabilité de la couche d'ozone à Uccle. Ce graphique représente en trait plein les valeurs mesurées de l'épaisseur de la couche d'ozone (a) et de la concentration en ozone dans la basse stratosphère (b). Le trait pointillé représente la série reconstruite à l'aide du modèle. 34	
Figure 2.13. Exemple de conditions géomagnétiques perturbées. Les différentes couleurs indiquent l'état de la variation de l'intensité du champ géomagnétique. Bâtonnets verts : indice K < 4, bâtonnets jaunes : K = 4, bâtonnets rouges : K > 4. Les messages d'alerte sont envoyés à partir	

d'un indice $K > 5$	35
Figure 2.14. Exemple de prévision de l'indice K de Dourbes toutes les quinze minutes	37
Figure 2.15. La station météorologique automatique de Diepenbeek construite en 2004.	38
Figure 2.16. Image composite de précipitations, générée à partir des données radar de Wideumont et de Zaventem.	40
Figure 2.17. Cumul 24h de précipitations par bassin versant pour les différents bassins hydrologiques de la Région wallonne. Les bâtonnets bleus et verts correspondent respectivement aux estimations des radars de Wideumont et de Zaventem.	41
Figure 2.18. Images composites colorées de Meteosat-8 représentant l'Europe le 29/02/2004. L'image de gauche est obtenue à partir de canaux d'ondes courtes et a été prise à 12h00 UTC. En vert : la végétation. Du brun au rouge : zones désertiques. En blanc : les nuages bas et en bleu : nuages élevés et neige. L'illustration de droite est construite à partir de la combinaison de canaux infrarouges et a été prise à 4h00 UTC. En rouge : l'océan, chaud par ciel dégagé. En vert : Le continent, chaud par ciel dégagé. Taches rouge clair au-dessus de l'Europe : nuages bas ou bancs de brouillard. En bleu pâle : partie centrale froide, nuages élevés. En bleu foncé : fine couche nuageuse de cirrus. Les canaux de courtes longueurs d'ondes sont utilisables de jour et les infrarouges de nuit.	42
Figure 2.19. La première dérivée normée des courbes d'aimantation rémanente en fonction de champs magnétiques continus jusqu'à 500 mT (a) d'échantillons prélevés dans la paroi d'un four de potier de la période romaine à Bruyelle (b) indique un comportement différent suivant la profondeur dans la paroi. Des réchauffements par étapes des échantillons jusqu'à 650°C montrent que la courbe d'aimantation de l'échantillon prélevé entre 65 et 80 mm, contrairement aux autres échantillons, varie peu et convient donc pour des déterminations d'intensité géomagnétique. Courbe bleue: loess jaune in situ non cuit, distance de la paroi intérieure > 160 mm. Courbe rouge: loess rouge cuit en milieu oxydant, distance 65-80 mm. Courbe noire: loess gris cuit en milieu réducteur, distance 0-15 mm	44
Figure 2.20. AODs calculées à partir du Brewer spectrophotomètre 2 en fonction des AODs calculées à partir du Brewer spectrophotomètre 1 sur la période 2002-2004. Les 2 instruments permettent d'obtenir des valeurs d'AODs similaires.	48
Figure 2.21. Epaisseurs optiques des aérosols observées à Uccle (rouge) et à Lille (vert) le 13 septembre 2003.	49
Figure 3.1. Page de démarrage du site web pour les prévisionnistes de l'IRM.	52
Figure 3.2. Lay-out utilisé lors de l'animation des fronts animés. Source: bulletin météo VRT.	52
Figure 3.3. Nouveau design de l'intranet	55
Figure 4.1. Logiciel utilisé à l'IRM pour valider les données pluviométriques. Les données de différentes stations sont confrontées aux données du radar.	58
Figure 4.2. Couverture du livre reprenant les événements météorologiques marquants du 20ème siècle.	60
Figure 5.1. Température et précipitations journalières à Uccle au cours de l'hiver 2004 (décembre 2003 à février 2004).	65
Figure 5.2. Température et précipitations journalières à Uccle au cours du printemps 2004 (mars à mai).	65
Figure 5.3. Température et précipitations journalières à Uccle au cours de l'été 2004 (juin à août).	66
Figure 5.4. Température et précipitations journalières à Uccle au cours de l'automne 2004 (septembre à novembre).	66
Figure 5.5. Moyennes mensuelles de la température de l'air à Uccle (°C). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.	67
Figure 5.6. Totaux mensuels de la durée d'ensoleillement à Uccle (heures). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.	68
Figure 5.7. Totaux mensuels des précipitations à Uccle (mm). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.	68
Figure 5.8. Nombres mensuels de jours avec précipitations à Uccle (jours). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.	69



Voorwoord

Préface

In 2004 vierde ons Geofysisch Centrum te Dourbes zijn 50ste verjaardag. Dit centrum dat wereldvermaard is onder de geofysici geniet echter slechts weinig bekendheid onder de bevolking. Daarom werd van deze verjaardag gebruik gemaakt om hier verandering in te brengen. Een academische zitting waarop Europees Commissaris Philippe Busquin het woord nam, benadrukte het wetenschappelijk belang van dit Centrum. De activiteiten die rond deze verjaardag werden georganiseerd, genoten een ruime aandacht van de media en een populaire CD-ROM over het Centrum werd gerealiseerd. De viering van de 50ste verjaardag was tevens de gelegenheid om, in samenwerking met de lokale overheden en de Provincie Namen, een initiatief te starten om van de streek rond Dourbes een attractiepool te maken voor toepassingen gebaseerd op de kennis over magnetisme op het Centrum.

De uitvoering van ons strategisch plan 2001-2005 kwam op kruissnelheid. Het veranderingsproces dat eind van de jaren 90 gestart was, begon zijn resultaten af te werpen. Er werden belangrijke vorderingen gemaakt bij de realisatie van onze strategie, die erop gericht is het onderzoek bij voorkeur te oriënteren naar nieuwe kennis die bijdraagt tot het verhogen van de veiligheid van de bevolking. Dit onderzoek mondt bijvoorbeeld uit in een nieuwe dienstverlening waarbij Brussel, het Waalse gewest en 10 Vlaamse steden in de winter gewaarschuwd worden voor meteorologische omstandigheden waarbij luchtverontreiniging onvoldoende verspreid zal worden en op bepaalde plaatsen zal blijven hangen. Het fijnmazig numeriek voorspellingsmodel van het KMI, ALADIN, liet ook toe nieuwe producten te ontwikkelen voor diverse gebruikersgroepen. De gewesten waren vooral geïnteresseerd in gegevens die hen helpen bij het beheer van het water.

Ook het onderzoek gebaseerd op de gegevens afkomstig van de nieuwe meteorologische radars (Wideumont en Zaventem) liet toe nieuwe producten te ontwikkelen die

En 2004, notre Centre de Physique du Globe à Dourbes a commémoré son 50ème anniversaire. Ce centre, qui est très célèbre parmi les géophysiciens du monde entier, est cependant peu connu du public belge. L'IRM a vu dans cet anniversaire l'occasion parfaite pour remédier à cet état de fait. Une séance académique, lors de laquelle le Commissaire européen Philippe Busquin a pris la parole, a souligné l'importance scientifique du Centre. Les activités organisées autour de cet anniversaire ont reçu beaucoup d'attention de la part des médias et un cd-rom de vulgarisation des activités du Centre a été réalisé. En outre, la commémoration du 50ème anniversaire a été l'occasion de lancer, en collaboration avec les autorités locales et la Province de Namur, une initiative qui vise à créer un pôle d'attraction aux environs de Dourbes spécialisé dans les applications basées sur les connaissances en magnétisme du Centre.

L'exécution de notre plan stratégique 2001-2005 a atteint sa vitesse de croisière. Les changements lancés à la fin des années 90 commencent à porter leurs fruits. D'importants progrès ont été réalisés dans l'exécution de notre stratégie, qui vise à orienter la recherche de préférence vers de nouvelles connaissances en vue d'augmenter la sécurité de la population. Cette recherche a abouti par exemple à un nouveau service grâce auquel la ville de Bruxelles, la Région wallonne et dix villes flamandes sont averties en hiver en cas de conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants qui restent alors stagnants au-dessus de certaines zones. Le modèle de prévision météorologique à maille fine de l'IRM, ALADIN, a également permis le développement de nouveaux produits pour différents groupes d'utilisateurs. Les Régions ont surtout été intéressées par les données pouvant les aider dans la gestion de l'eau. La recherche basée sur les données en provenance des nouveaux radars météorologiques (Wideumont et Zaventem) a aussi contribué au développement de nouveaux produits pour l'amélioration de la sécurité. Il est ainsi devenu possible d'estimer la

bijdragen tot het verbeteren van de veiligheid. Aldus is het mogelijk geworden om op basis van de radar- en ALADIN-gegevens, de waarschijnlijkheid van het optreden van lokale hagelbuien in te schatten. Op basis van de radargegevens is het nu ook mogelijk om de gedurende 24 uur geaccumuleerde neerslag, voor alle stroombekkens van het Waalse Gewest, vrij nauwkeurig te schatten. Na de installatie van een radar die West-Vlaanderen bedekt, zou dit alles ook mogelijk zijn voor het Vlaamse Gewest.

Een ander strategisch objectief is het vergemakkelijken van de toegang tot de informatie van het KMI. De realisatie van een geïntegreerde relationele databank speelt hierbij een centrale rol. Deze werd in grote mate gerealiseerd en een webinterface (Metview), die het personeel van het Instituut toegang geeft tot deze informatie, werd operationeel in gebruik genomen. Deze interface zal de basis zijn voor de ontwikkeling van een commerciële website in 2005.

Reeds nu kunnen we voorspellen dat een belangrijk deel van het strategisch plan in 2005 zal gerealiseerd zijn. Dit was enkel mogelijk door de inzet en bijdrage van al het personeel van het Koninklijk Meteorologisch Instituut, ik ben hen hiervoor dankbaar en wens hen nu reeds proficiat voor deze prachtige prestatie.

Dr Henri Malcorps
Algemeen Directeur van het KMI

probabilité d'averses de grêle locales, sur base des données du radar et d'ALADIN. Sur base des données du radar, l'on peut maintenant estimer de façon assez précise les précipitations accumulées en 24 heures pour tous les bassins de la Région wallonne. Après l'installation d'un radar qui couvrira la Flandre occidentale, ceci sera aussi possible pour la Région flamande.

Un autre de nos objectifs stratégiques est de faciliter l'accès à l'information de l'IRM. La réalisation d'une banque de données relationnelle intégrée joue ici un rôle central. La réalisation de cette banque de données est presque terminée et un interface web (Metview), donnant accès à ces informations au personnel de l'IRM, est devenu opérationnel. Cet interface formera la base d'un site Web commercial en 2005.

Nous pouvons d'ores et déjà prévoir qu'une partie importante du plan stratégique sera réalisée en 2005. Ceci n'aurait pas été possible sans l'ardeur et la contribution de tout le personnel de l'Institut Royal Météorologique. Je les en remercie vivement et je leur adresse déjà toutes mes félicitations pour cette prestation magnifique.

Dr Henri Malcorps
Directeur Général de l'IRM



Opmerkelijke feiten

Faits marquants

1.1 Herdenking van de vijftigste verjaardag van het Centre de Physique du Globe van het KMI te Dourbes.

Op 2 april 2004 heeft het KMI de vijftigste verjaardag van zijn Centre de Physique du Globe (CPG) te Dourbes (Viroinval) herdacht, in samenwerking met Federaal Wetenschapsbeleid en in partnership met de Regie der Gebouwen, de Nationale Loterij, " l'Association des Habitants du village de Dourbes " en " la Maison du Tourisme Vallées des Eaux Vives ". Dr. Philippe Mettens, Voorzitter van Federaal Wetenschapsbeleid en de heer Philippe Busquin, Europees Commissaris voor Onderzoek, hebben ons vereerd met hun deelname aan de academische zitting. De opening van de academische zitting door de heer Freddy Cabaraux, burgemeester van Viroinval, die de socio-economische rol van het Centrum voor de regio aanhaalde, werd gevolgd door een toespraak van Dr. Henri Malcorps, Directeur van het KMI, die de geschiedenis en de perspectieven van het CPG levendig beschreef. Het is onder leiding van professor Edmond Lahaye dat het Centrum opgericht werd om de voortzetting van de geofysische waarnemingen te garanderen, meer in het bijzonder de waarnemingen van het geomagnetisch veld die te erg verstoord waren in Ukkel in de jaren veertig. De voorstelling van een DVD, gerealiseerd door het personeel van het KMI, en de voorstelling van de constructie en de activiteiten van het Centrum heeft in het bijzonder de aandacht van de deelnemers getrokken. Tijdens de Opendeurdagen die voor deze gelegenheid georganiseerd werden van 2 tot 4 april, heeft het personeel van elke afdeling van het

1.1 Commémoration du cinquantième anniversaire du Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes

Le 2 avril 2004, l'IRM a commémoré le 50^{ème} anniversaire de son Centre de Physique du Globe (CPG) à Dourbes (Viroinval) en collaboration avec la Politique Scientifique Fédérale et en partenariat avec la Régie des Bâtiments, la Loterie Nationale, l'Association des Habitants du village de Dourbes et la Maison du Tourisme "Vallées des Eaux Vives". Le Dr. Philippe Mettens, Président de la Politique Scientifique Fédérale et M. Philippe Busquin, Commissaire européen pour la Recherche, nous ont fait l'honneur de leur participation à la séance académique. M. Freddy Cabaraux, Bourgmestre de Viroinval, a ouvert la séance académique en évoquant le rôle socio-économique du Centre pour la région. Son allocution a été suivie par celle du Dr. Henri Malcorps, Directeur de l'IRM, qui a retracé l'histoire et les perspectives du CPG. C'est sous la direction du professeur Edmond Lahaye que le Centre fut créé afin d'y assurer la continuité des observations géophysiques et tout particulièrement des observations du champ géomagnétique devenues trop perturbées à Uccle dans les années quarante. La présentation d'un DVD, réalisé par le personnel de l'IRM et montrant la construction ainsi que les activités du centre a retenu tout particulièrement l'attention des participants. Le personnel de chaque section du département Géophysique a eu l'occasion de présenter ses activités principales au grand public et aux universités lors des journées Portes Ouvertes organisées à cette

departement Geofysica de gelegenheid gehad zijn voornaamste activiteiten voor te stellen aan het grote publiek en aan de universiteiten. Deze dagen waren een groot succes: meer dan 1200 bezoekers werden onthaald.

occasion du 2 au 4 avril. Ces journées ont connu un large succès: plus de 1200 visiteurs y ont été accueillis.



Figuur 1.1. Dr. Philippe Busquin, Europees Commissaris voor Onderzoek, neemt het woord tijdens de herdenking van de vijftigste verjaardag van het Centre de Physique du Globe.

Figure 1.1. Le Dr Philippe Busquin, Commissaire européen chargé de la Recherche, prend la parole lors de la commémoration du cinquantième anniversaire du Centre de Physique du Globe.

1.2 Bezoek van de Gouverneur van de provincie Namen aan het Centre de Physique du Globe van het KMI.

Op 19 oktober 2004 heeft de Gouverneur van de provincie Namen, de heer Armand Dalem, samen met de gemeenteraad van Viroinval een bezoek gebracht aan het Centre de Physique du Globe van het KMI. Tijdens dit bezoek heeft Dr. Henri Malcorps, Algemeen Directeur van het KMI, het project "Magnetic Valley" voorgesteld, dat een socio-economische ontwikkeling van de regio beoogt, dankzij een samenwerking tussen het Centre de Physique du Globe, het Economisch Bureau van de provincie Namen, de gemeenten en de scholen van de regio.

1.3 Uitgave van het boek "Weer of geen weer"

Ter gelegenheid van de internationale dag van de meteorologie op 23 maart, heeft het KMI een persconferentie georganiseerd die de gelegenheid

1.2 Visite du Gouverneur de la Province de Namur au Centre de Physique du Globe de l'IRM

Le 19 octobre 2004, le Centre de Physique du Globe de l'IRM a reçu la visite du Gouverneur de la Province de Namur, M. Armand Dalem et du conseil communal de la commune de Viroinval. Lors de cette visite, le Directeur de l'IRM, le Dr Henri Malcorps, a présenté le projet "Magnetic Valley" qui vise à un développement socio-économique de la région, grâce à une collaboration entre le Centre de Physique du Globe, le Bureau Economique de la Province de Namur, les autorités communales et les établissements scolaires de la région.

1.3 Edition du livre "La Belgique au fil du temps"

A l'occasion de la journée mondiale de la météorologie, le 23 mars, l'IRM a organisé une conférence de presse qui a servi de tremplin à la présentation du livre "La Belgique au

vormde om het boek "Weer of geen weer" voor te stellen, dat mede-uitgegeven werd door "Le Roseau vert". Dit boek laat het grote publiek kennismaken met de belangrijkste feiten uit de Belgische klimatologische archieven van de 20ste eeuw die een publiek patrimonium vormen. Men ontdekt er naast de opmerkelijke meteorologische gebeurtenissen van onze collectieve geschiedenis (de voornaamste overstromingen, de droogtes, de belangrijke windhozen en stormen...) ook de beschrijving van wat men maand per maand mag verwachten van het gemiddelde weer in België, alsook de extremen die sinds 1833 zijn waargenomen. De Franstalige versie van het boek, geïllustreerd met sommige onuitgegeven foto's, werd reeds in februari voorgesteld op de boekenbeurs van Brussel 2004. Sindsdien kent het een groot succes. Bepaalde passages van de auteurs op radio of televisie hebben bijgedragen tot dit succes. De Nederlandstalige versie " Weer of geen weer ", uitgegeven in samenwerking met Van Halewyck, is verschenen in oktober 2004 ter gelegenheid van de Antwerpse boekenbeurs. Deze Nederlandstalige editie gaat eveneens zeer vlot over de toonbank.

Fil du temps " co-édité par " Le Roseau Vert ". Ce livre met à la portée de tout un chacun l'essentiel des archives climatologiques belges du 20ème siècle qui constituent un patrimoine public, ainsi que le soulignait un des orateurs lors de la conférence de presse. On y découvre, outre les événements météorologiques marquants de notre histoire collective (les principales inondations, les sécheresses, les grands vents et les tempêtes ...), la description de ce que l'on peut attendre, mois par mois, du temps moyen en Belgique ainsi que les extrêmes observés depuis 1833. La version française du livre, illustrée de certaines photos inédites, était déjà présente en février à la foire du livre de Bruxelles en 2004. Il a depuis lors, connu un beau succès. Quelques passages des auteurs, en radio ou en télévision, y ont contribué. La version néerlandaise, "Weer of geen weer" a, quant à elle, été co-éditée par les éditions Van Halewyck et est parue, en octobre 2004, à l'occasion de la foire du livre d'Anvers. Cette version néerlandaise connaît, elle aussi, un franc succès de librairie.



Figuur 1.2. Omslag van het boek dat alle opmerkelijke meteorologische gebeurtenissen van de 20ste eeuw omvat.

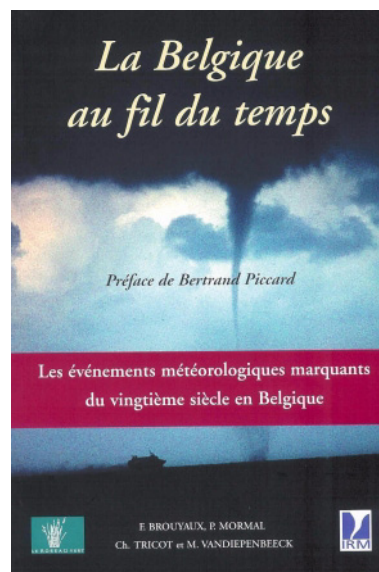


Figure 1.2. Couverture du livre reprenant les événements météorologiques marquants du 20ème siècle.

1.4 Meteosat Second Generation operationeel!

De eerste satelliet van de serie Meteosat Second Generation (MSG - 1) werd met succes gelanceerd op 28 augustus 2002 vanop de basis in Kourou in Frans-Guinea. Hij is op 1 februari 2004 operationeel geworden, na een lange testperiode ("commissioning"), waarbij alle systemen aan boord uitvoerig getest werden.

1.4 "Meteosat Second Generation" opérationnel !

Le premier satellite de la série "Meteosat Second Generation" (MSG - 1) a été lancé avec succès le 28 août 2002 de la base de Kourou en Guyane française. Il est devenu opérationnel le 1er février 2004, après une longue période d'essai en vol ("commissioning") durant laquelle tous les systèmes à bord ont été longuement testés.

Dit nieuw type van meteorologische satelliet vertegenwoordigt een belangrijke vooruitgang voor de gebruikers van satellietgegevens, aangezien het twee nieuwe instrumenten aan boord heeft: de SEVIRI-beeldvormer (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) en het GERB-instrument (Geostationary Earth Radiation Budget) die de radioactieve balans van de Aarde opmaakt.

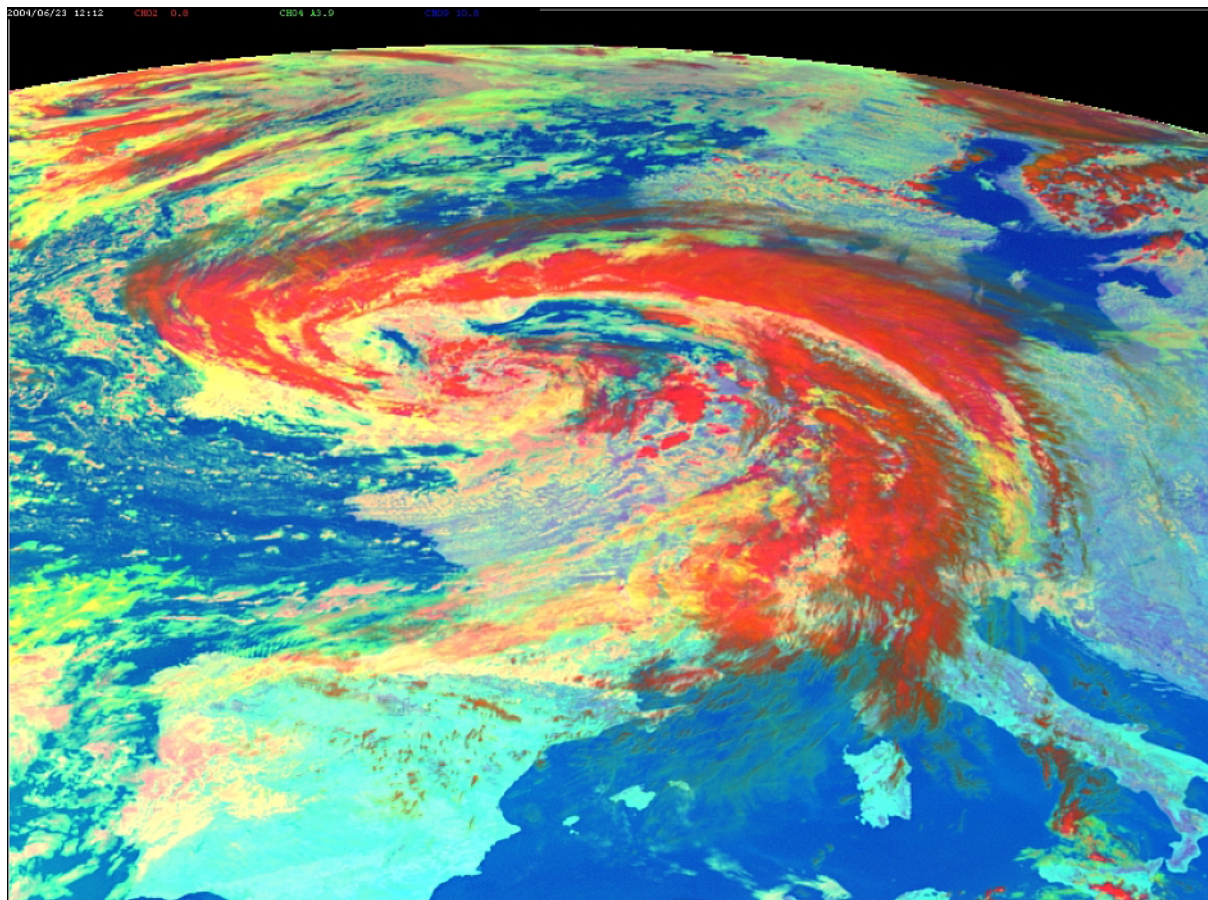
De beeldvormer SEVIRI betekent een grote vooruitgang in vergelijking met de beeldvormer aan boord van de vroegere METEOSAT-satellieten. Hij bestaat uit 12 kanalen, die toelaten beelden in 12 verschillende golflengtes te verkrijgen in plaats van 3 golflengtes zoals het geval was voor de vorige generatie. Bovendien werd ook de ruimtelijke en tijdelijke resolutie verbeterd: MSG - 1 levert om de 15 minuten een beeld in elk van de 12 kanalen, terwijl dat bij de vorige satellieten slechts om de 30 minuten was, en de resolutie bereikt 1 km voor het hoge resolutiekanaal in plaats van 2,5 km.

Deze nieuwe kenmerken openen nieuwe perspectieven voor de operationele meteorologie: een betere identificatie van de wolkentypes, de opsporing van mistbanken en het onderscheid tussen sneeuw en wolken zijn de meest in het oog springende voorbeelden.

Ce nouveau type de satellite météorologique représente une importante avancée pour les utilisateurs de données satellitaires car il emporte à son bord deux nouveaux instruments: l'imageur SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) et l'instrument GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) pour la détermination du bilan radiatif de la Terre.

L'imageur SEVIRI constitue un grand progrès par rapport à l'imageur embarqué à bord des satellites METEOSAT antérieurs. Il comporte 12 canaux permettant d'obtenir des images dans 12 longueurs d'onde différentes au lieu de 3 seulement pour la génération précédente. De plus, la résolution spatiale et temporelle a aussi été améliorée: MSG - 1 délivre une image, dans chacun des 12 canaux, toutes les 15 minutes au lieu des 30 minutes pour les satellites précédents et la résolution atteint 1 km pour le canal haute résolution au lieu de 2,5 km.

Ces nouvelles caractéristiques ouvrent de nouvelles perspectives pour la météorologie opérationnelle: une meilleure identification des types de nuage, la détection des nappes de brouillard et la distinction entre neige et nuage en sont les exemples les plus immédiats.



Figuur 1.3. "Yasna" storm over Europa op 23 juni 2004.

Figure 1.3. Tempête "Yasna" sur l'Europe le 23 juin 2004.



Meer Veiligheid door Kennis over het Weer en het Klimaat

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

2.1 Verbeteren van de meteorologische voorspellingen en waarschuwingen

2.1.1 Verbeteringen aangebracht aan de voorspelling van bepaalde parameters

2.1.1.1 Waarschuwingprocedure voor winterse meteorologische omstandigheden, nefast voor de verspreiding van luchtverontreiniging

Bij sommige weersituaties is de voorspelling van de luchtverontreiniging moeilijk omdat de vervuilende stoffen zich bij dergelijke situaties maar zeer moeilijk kunnen verspreiden. Op vraag van het Brussels Gewest, heeft het KMI een methode ontwikkeld voor het voorspellen van dergelijke situaties. De methode is gebaseerd op het concept van de transportlengte. Ze werd oorspronkelijk ontwikkeld om de hoogste pieken van de luchtverontreiniging te voorspellen (deze die gemiddeld gedurende 1 tot 3 dagen per winter voorkomen), met name in de Brusselse agglomeratie. In december 2003 werd de methode aangepast om in 2004 ook lagere verontreinigingswaarden te kunnen voorspellen (die gemiddeld 10 tot 20 keer voorkomen tijdens een winterseizoen).

Naargelang de ernst van de situatie maakt men momenteel het onderscheid tussen:

- **Waarschuwingen** : dit zijn weersituaties met weinig wind en welke thermisch stabiel zijn in de onderste luchtlagen. Er is, bij een belangrijke uitstoot van vervuilende stoffen, in zo'n geval dan ook sprake van een merkbare stijging van de concentratie van de polluerende stoffen in de atmosfeer. In termen van

2.1 Amélioration des prévisions et avertissements météorologiques

2.1.1 Améliorations attribuées à la prévision de certains paramètres

2.1.1.1 Procédure d'avertissement de conditions météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants

Développée par l'IRM à la demande de la Région bruxelloise, la procédure de prévision des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants est basée sur la notion de longueur de transport. En prenant en compte la modification du vent avec l'altitude (cisaillement) et la stabilité de l'atmosphère, la longueur de transport est une grandeur qui permet de caractériser les propriétés de dispersion de l'atmosphère.

A l'origine, la procédure de prévision était destinée à prévoir les pics de pollution majeurs (en moyenne: 1 à 3 jours par hiver) à Bruxelles. En décembre 2003, la procédure a été adaptée en vue de prévoir aussi, en 2004, les événements de moindre gravité (en moyenne : 10 à 20 jours par hiver).

Concrètement, les conditions météorologiques de dispersion des polluants sont actuellement prévues selon deux niveaux de gravité :

- **Avertissements** : il s'agit de situations caractérisées par de faibles vitesses de vent et par une stabilité thermique dans la basse atmosphère. En fonction des niveaux d'émission des polluants, ces conditions météorologiques se traduisent généralement par une

luchtkwaliteit komt dit meestal overeen met een BelATMO-index van 6 of 7 op een schaal gaande van 1 (uitstekende luchtkwaliteit) tot 10 (zeer slechte luchtkwaliteit). (de BelATMO-index geeft op een eenvoudige manier de concentratie weer van 4 soorten polluenten : stikstofoxyden, zwaveloxyden, stofdeeltjes en ozon).

- **Alarmsituaties** : deze komen slechts enkele keren per winter voor. Buiten de hierboven vermelde condities is er bovendien nog sprake van een sterke thermische inversie (subsidentie-inversie), die ook overdag standhoudt en iedere verspreiding van de aan het oppervlak uitgestoten polluenten tegengaat. De BelATMO-index is in zo'n gevallen minstens gelijk aan 8.

De Tabel 2.1 geeft het aantal gevallen weer die in 2004 voor de Brusselse agglomeratie werden gedetecteerd met behulp van de nieuwe procedure. Wanneer er een situatie wordt gevonden die, meteorologisch gezien, aanleiding kan geven tot een waarschuwing of een alarm, wordt de situatie eerst verder ontleed door het IRCEL (Interregionale Cel voor het Leefmilieu) en het BIM (Brussels Instituut voor Milieubeheer). Zij onderzoeken de waargenomen concentraties van de luchtverontreiniging en de waarschijnlijke evolutie ervan op korte termijn. Indien nodig, verspreidt IRCEL een informatiebulletin om de bevolking te waarschuwen.

Tabel 2.1: Aantal waarschuwingen en alarmsituaties, gedetecteerd voor het Brussels Gewest. De procedure liep in de wintermaanden van 2004.

2004	Aantal waarschuwingen	Aantal alarmsituaties
Januari	3	1
Februari	7	2
Maart	7	0
November	11	2
December	11	7

Uit de tabel blijkt dat er vooral in november en december ongunstige weersituaties voorkwamen. In die twee maanden vond het systeem 31 'kritieke' dagen.

augmentation notable des concentrations de polluants. Exprimées en terme de qualité de l'air, celles-ci correspondent le plus souvent à un indice BelATMO (indice de qualité de l'air synthétisant de façon simple les mesures de 4 polluants : oxydes d'azote, oxydes de soufre, particules et ozone) de 6 ou 7 sur une échelle allant de 1 (qualité de l'air excellente) à 10 (qualité de l'air exécration).

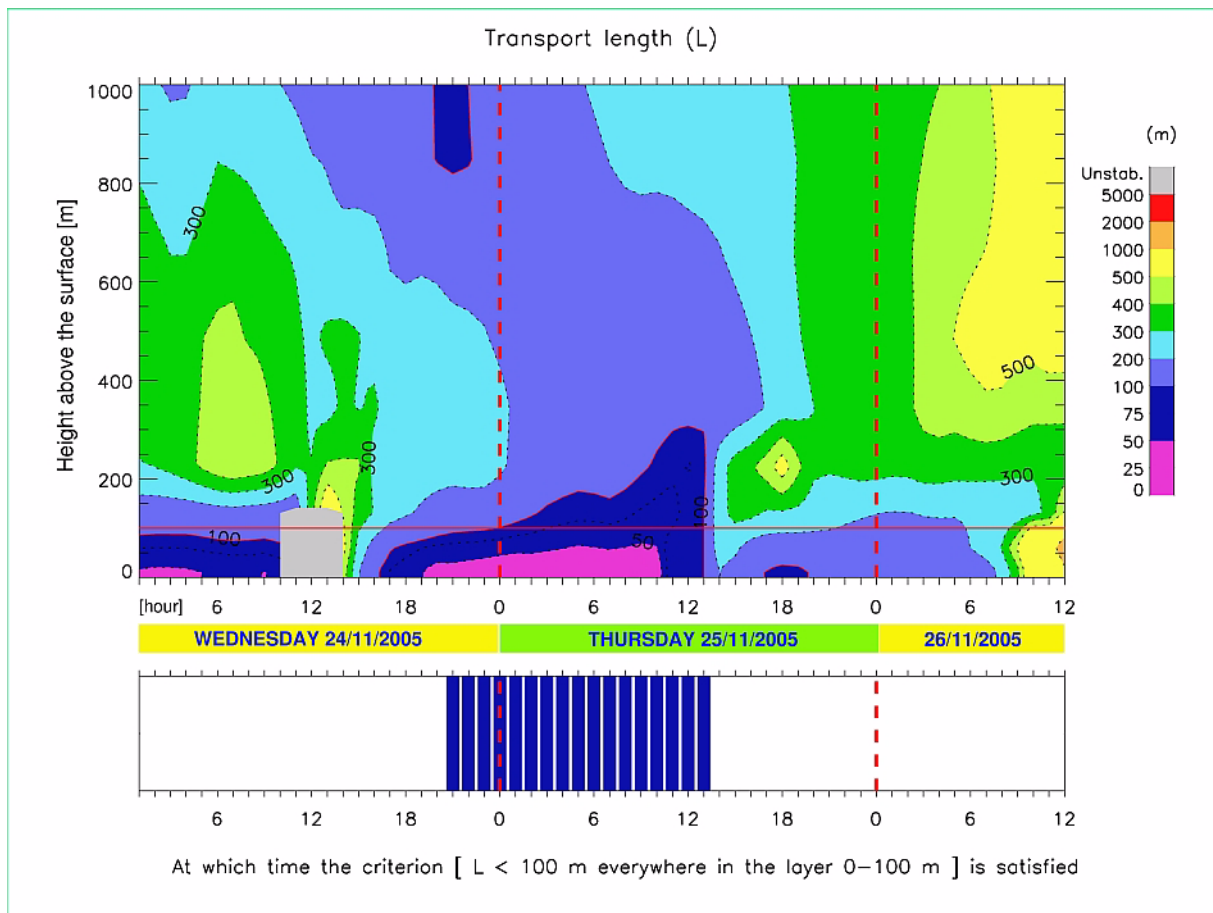
- **Alertes** : de telles situations ne se produisent que quelques fois par hiver. En plus des conditions indiquées pour les situations d'avertissement, elles sont marquées par la présence de fortes inversions thermiques de subsidence qui se maintiennent pendant la journée et qui empêchent toute dispersion des polluants émis en surface. Il en résulte un indice BelATMO au moins égal à 8 signifiant une mauvaise qualité de l'air.

Le Tableau 2.1 indique le nombre de détections effectuées grâce à la procédure de prévision au cours de l'année 2004, à Bruxelles. En cas de détection d'une situation pouvant donner lieu à un avertissement ou une alerte, la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE) et l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE) complètent l'analyse météorologique de l'IRM par un examen détaillé des concentrations de polluants observées et de l'évolution probable des niveaux de pollution. S'il y a lieu, CELINE diffuse un bulletin d'information destiné à avertir la population.

Tableau 2.1: Nombre de détections effectuées à l'aide de la procédure de prévision des avertissements et alertes à la pollution en Région bruxelloise. La procédure fut appliquée pendant les mois d'hiver en 2004

2004	Nombre d'avertissements	Nombre d'alertes
Janvier	3	1
Février	7	2
Mars	7	0
Novembre	11	2
Décembre	11	7

Les mois de novembre et de décembre 2004 ont été marqués par un nombre important de situations défavorables. Au cours de ces deux mois, 31 journées à risque ont été détectées.



Figuur 2.1. Voorspellingen van het ALADIN model, met starttijdspit 24 november 2004 om 0 uur (GMT). De grafiek toont de evolutie in de tijd van de transportlengte L (zie de kleurenschaal rechts van het bovenste deel van de grafiek). De kleine waarden van de transportlengte betekenen een slechte verspreiding van pollutanten in de atmosfeer. De grijze zones in de figuur duiden op een thermische instabiliteit in de desbetreffende lagen. Het onderste gedeelte van de grafiek toont, met behulp van de blauwe strepen, de momenten aan waarbij de condities voor de verspreiding van pollutanten ongunstig zijn.

Figure 2.1. Prévisions ALADIN initialisées le 24 novembre 2004 à 0 h (GMT). Ce graphique présente l'évolution temporelle de la longueur de transport L (voir l'échelle de couleur à droite de la partie supérieure du graphique). De faibles valeurs de la longueur de transport signifient une faible dispersion des pollutants dans l'atmosphère. Les zones en gris dans la figure indiquent une instabilité thermique des couches concernées. La partie inférieure du graphique montre, à l'aide de barrettes bleues, les instants auxquels les conditions de dispersion sont défavorables.

In Figuur 2.1 zien we voorspellingen van de transportlengte, gemaakt met het ALADIN-model, voor 24 en 25 november 2004. 25 november 2004 markeert het begin van een periode, die erg ongunstig was voor de verspreiding van de pollutanten; er werden die dag hoge concentraties NO_2 (stikstofdioxide) waargenomen te Brussel, met pieken tot $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die NO_2 concentraties te Brussel waren die dag de hoogste van het land. Ze werden vooral veroorzaakt door het intense verkeer. De BelATMO index liep op tot 7, wat overeenkomt met een erg slechte luchtkwaliteit.

Soortgelijke voorspellingen werden gemaakt voor Charleroi en Luik. Deze voorspellingen voor het Waalse Gewest worden momenteel echter niet gebruikt door de regionale autoriteiten om het publiek te informeren.

Vanaf 1 januari 2005 worden voorspellingen van dit type gemaakt voor 10 steden in het Vlaamse Gewest. Bij het detecteren van probleemsituaties worden door IRCEL informatiebulletins verspreid naar de bevolking toe - dus zoals dit in 2004 al gebeurde voor het Brussels Gewest.

A titre d'exemple, la Figure 2.1 montre l'évolution de la longueur de transport prévue par le modèle ALADIN pour les journées des 24 et 25 novembre 2004. Au cours de cette dernière journée qui marque le début d'une période défavorable à la dispersion des pollutants, des concentrations importantes en NO_2 (dioxyde d'azote) ont été observées à Bruxelles, avec des valeurs maximales journalières atteignant jusqu'à $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station de Molenbeek-Saint-Jean. Les concentrations de NO_2 les plus élevées en Belgique ont été observées à Bruxelles, principalement en raison du trafic intense. L'indice de qualité de l'air BelATMO a atteint le niveau 7 au cours de cette journée, ce qui correspond à une qualité de l'air qualifiée de très médiocre.

Des prévisions similaires ont été effectuées pour Charleroi et Liège. Au stade actuel, les prévisions effectuées pour la Région wallonne ne donnent pas lieu à une diffusion d'information auprès du public par les autorités régionales.

A partir du 1er janvier 2005, de telles prévisions seront également réalisées pour 10 villes en Région flamande. En cas de détection d'épisodes de pollution, et comme le fait déjà la Région bruxelloise, des bulletins d'information ou d'alerte seront transmis via CELINE afin d'informer la population.

2.1.1.2 Voorspellingsprocedure in verband met de UV-index

Studie van het effect van aërosolen op de UV straling

Aërosolen zijn kleine deeltjes (zoals bijvoorbeeld zeezout of stof) die in de lucht zweven tussen de grond en een hoogte van ongeveer 3 km. Omdat we er dus in direct contact mee komen is het belangrijk ze te bestuderen om de impact op de gezondheid te kennen.

De optische dikte van de aërosolen AOD (Aerosol Optical Depth) is één van hun meetbare eigenschappen. De AOD is een maat voor de verzwakking van het zonlicht, door aërosolen, op zijn weg naar het aardoppervlak.

Een model voor de voorspelling van de UV index is operationeel op het instituut. Eén van de parameters die dit model in rekening brengt is de AOD. Vandaar dat we de gevoeligheid van de UV index voor de AODs (en dus voor de hoeveelheid aanwezige aërosolen) kunnen nagaan.

Het verloop van de UV index op 14 juli 2003 te Ukkel is weergegeven in Figuur 2.2. De donkerblauwe referentiecurve stelt de UV waarnemingen voor van een Brewer spectrofotometer. Als we gebruik maken van het daggemiddelde van de AOD voor deze dag (rode curve) dan verbetert de voorspelling van de UV index aanzienlijk, vergeleken met de voorspelling gemaakt op basis van een vooraf ingestelde waarde representatief voor een stedelijke omgeving (lichtblauwe curve) of op basis van het klimatologisch maandgemiddelde bepaald met de waarnemingen sinds juli 1984 (groene curve). De waarde van de UV index wordt dus in sterke mate beïnvloed door AODs en dus door de hoeveelheid aërosolen in de atmosfeer: hoe meer aërosolen hoe lager de UV index.

2.1.1.2 Procédure de prévision de l'indice UV

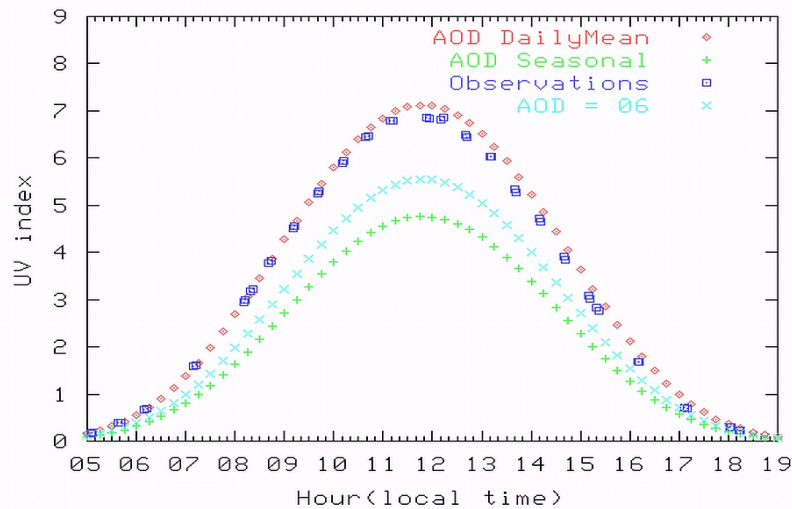
Etude de l'effet des aërosols sur l'UV

Les aërosols sont de petites particules volatiles (comme par exemple le sel marin ou les poussières) qui se trouve entre le sol et environ 3 km d'altitude et qui sont ainsi directement à notre contact. Il est donc important de les étudier afin de voir quel est leur impact sur la santé de l'Homme.

Une des propriétés mesurables des aërosols est l'AOD (Aerosol Optical Depth) : elle représente en fait l'atténuation du rayonnement solaire au sol par les aërosols.

Un modèle de prévision de l'indice UV est opérationnel à l'Institut. Les AODs représentent un des paramètres pris en compte dans ce modèle. De ce fait, nous avons pu tester la sensibilité de l'indice UV aux AODs et donc à la quantité d'aërosols dans l'air.

Sur la Figure 2.2, l'indice UV est représenté pour la journée du 14 juillet 2003 à Uccle. La courbe de référence en bleu foncé correspond aux observations de l'UV par le spectrophotomètre Brewer. En considérant la moyenne journalière des AODs pour ce jour-là (courbe rouge), la prévision de l'indice UV est nettement améliorée par rapport à la prévision faite en considérant une valeur constante (courbe bleue claire) représentative d'un environnement urbain ou une moyenne mensuelle des AODs (courbe verte) calculée sur tous les mois de juillet depuis 1984. La valeur de l'indice UV est fortement influencée par celle des AODs et donc par la quantité des aërosols dans l'atmosphère : plus la quantité d'aërosols est importante, plus l'indice UV au sol est faible.



Figuur 2.2. De waargenomen UV index op 14 juli 2003 (donkerblauw), de UV index voorspeld op basis van het daggemiddelde van de AOD (rood), op basis van maandgemiddelde (groen), berekend voor alle julimaanden sinds 1984, en op basis van een vaste waarde (lichtblauw) van 0.6 representatief voor een stedelijke omgeving.

Figure 2.2. Indice UV observé (en bleu foncé), prévu avec une moyenne journalière des AODs (en rouge), avec une moyenne mensuelle (en vert) calculée sur tous les mois de juillet depuis 1984 et avec une valeur constante des AODs (en bleu clair) égale à 0.6, représentative d'un environnement urbain, pour la journée du 14 juillet 2003.

2.1.2 Bekomen resultaten en kwaliteitscontrole

2.1.2.1 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met zware onweders

Onweer kan gepaard gaan met verschillende schadeveroorzakende weerfenomenen:

- Veel neerslag op korte tijd;
- Hagelstenen met een diameter van enkele centimeter;
- Zware windstoten met eventueel windhozen;
- Blikseminslagen die brand kunnen veroorzaken.

Problemen bij het voorspellen van onweer

Gezien de verscheidenheid aan schade die een onweer kan aanrichten, is een tijdige waarschuwing belangrijk. Dit gebeurt in eerste instantie via het algemeen weerbericht dat het KMI vijf maal per dag opstelt. Wanneer er hevig onweer voorspeld wordt, is het wenselijk een extra waarschuwing op te stellen voor ondermeer de A.D.C.C. (Algemene Diensten van het Crisis Centrum), de Civiele Veiligheid, de website van het KMI en de radio- en televisiestations.

2.1.2 Résultats obtenus et contrôle de qualité

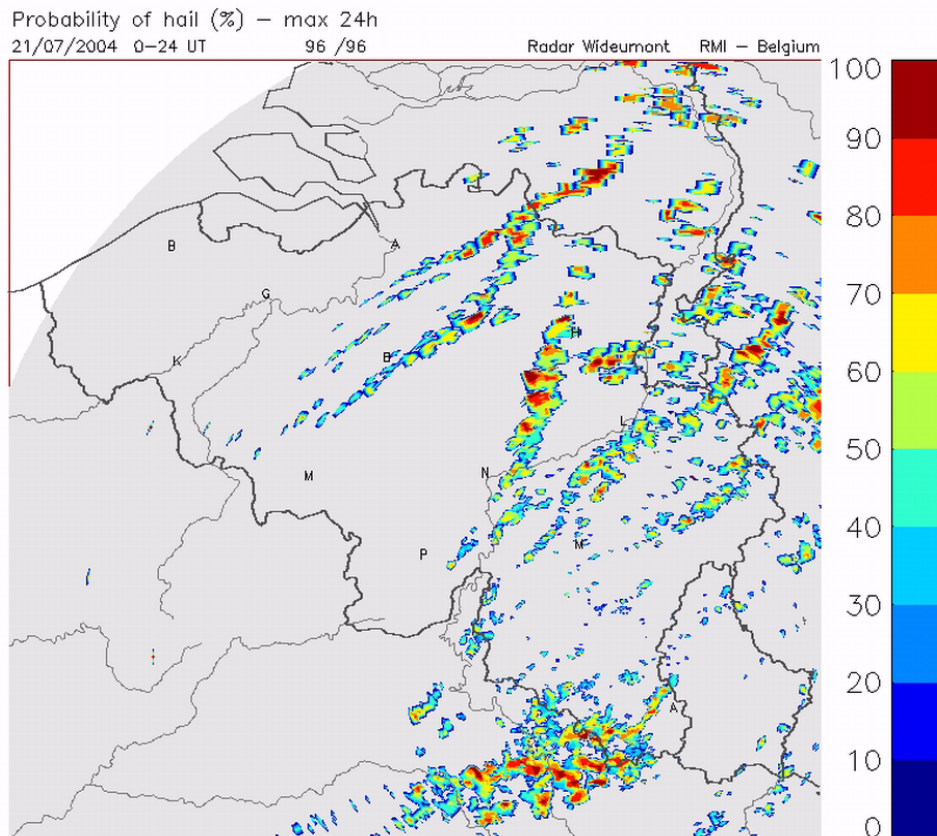
2.1.2.1 Prévisions et avertissements météorologiques relatifs aux orages violents.

Un orage peut être accompagné de différents phénomènes météorologiques susceptibles de causer des dégâts:

- Des précipitations abondantes en un temps très court;
- Des grêlons d'un diamètre de plusieurs centimètres;
- De fortes rafales de vent avec, éventuellement, des tornades;
- Des impacts de foudre pouvant déclencher des incendies.

Problèmes inhérents à la prévision des orages

Etant donné la multitude de dommages qu'un orage peut causer, un avertissement émis suffisamment tôt s'avère indispensable. Cela se fait, en premier lieu, via les bulletins météorologiques généraux que l'IRM rédige 5 fois par jour. Lorsque des orages violents sont prévus, il est alors nécessaire d'envoyer des avertissements supplémentaires à différents destinataires comprenant, entre autres, les Services Généraux du Centre de Crise, la Sécurité Civile, le site web de l'IRM ainsi que les chaînes de radio et de télévision.



Figuur 2.3. De verplaatsing van onweerskernen op 21 juli 2004, gemeten met de meteorologische radar opgesteld te Wideumont (provincie Luxemburg), en de daaruit berekende kans op hagel.

Figure 2.3. Déplacements de cellules orageuses, le 21 juillet 2004, mesurés par le radar météorologique installé à Wideumont (provincie du Luxembourg) et probabilités de grêle calculées à partir des mesures du radar.

Het correct voorspellen van de intensiteit en de plaatsbepaling van onweders blijft een groot probleem. Een belangrijke oorzaak is dat hevige onweerscomplexen meestal slechts beperkte horizontale afmetingen hebben. Dit is duidelijk te zien in Figuur 2.3 waarop de lokatie en de verplaatsing over een periode van 24 uren van onweerskernen is weergegeven. De kleurschakering in elke onweershaard geeft de berekende kans aan op het voorkomen van hagel.

La prévision correcte de l'intensité et de la localisation des orages reste un grand problème. Cette difficulté est due principalement à l'extension horizontale réduite des noyaux orageux intenses ; cela est bien illustré sur la Figure 2.3 où sont reportés la localisation et le déplacement de noyaux orageux sur une période de 24h. L'échelle de couleurs de chaque foyer orageux donne la probabilité de grêle calculée.

Een speciale waarschuwing geven is dus niet zo evident en het is dan ook niet verwonderlijk dat op sommige relatief hevige onweersdagen er toch geen extra bericht werd verstuurd. Door deze onzekerheid is het logisch dat voorspellers vooral in de gewone weerberichten de nadruk leggen op het eventuele gevaar en spreken over "kans op hevig onweer" of "lokaal hevig onweer met mogelijk hagel".

Donner un avertissement spécial n'est donc pas si évident. Ainsi, durant certaines journées très orageuses, il n'est pas étonnant que des avertissements ne soient pourtant pas envoyés. Dans la lignée de cette incertitude, il est logique que les prévisionnistes mettent l'accent sur le danger éventuel et parlent plutôt de "risque d'orage violent" ou "d'orage violent avec possibilité de grêle".

Onweerswaarschuwingen voor het jaar 2004

Avertissements concernant les orages, pour l'année 2004

Het jaar 2004 was vrij normaal wat onweer betreft. Zoals steeds waren er enkele opvallende onweersdagen, maar de globale schade bleef eerder beperkt. Een onweersdag wordt als belangrijk beschouwd als er minimaal 5.000 elektrische ontladingen opgetekend worden. De kans op schade vergroot dan aanzienlijk. De Tabel 2.2 geeft aan op welke dagen er zich een belangrijk onweer heeft

L'année 2004 a été assez normale en ce qui concerne les orages. Comme toujours, il y a eu quelques journées orageuses remarquables mais les dégâts ont été globalement plutôt limités. Une journée d'orage est considérée comme importante lorsque au moins 5000 décharges électriques sont détectées ; le risque de grêle s'accroît alors sensiblement. Le Tableau 2.2 reprend les

voorgedaan in 2004, welke schade er werd vastgesteld en of dit onweer voorspeld werd in de algemene weerberichten (WB) en eventueel via de speciale waarschuwingen (WS) van het KMI.

Tabel 2.2: Lijst met belangrijke onweersdagen, voorspeld in 2004 (de tweede kolom geeft het aantal elektrische ontladingen in het land aan op die dag). Tijdens deze dagen werd er min of meer belangrijke schade aangericht te wijten aan overvloedige neerslag, harde wind, hagel of bliksem. De laatste kolom toont dat het onweer werd voorspeld in het algemene weerbericht (WB) en eventueel via een speciale waarschuwing (WS).

Datum	Aantal ontladingen	Schade	Voorspelling
30 april	6400	Lokaal hagel	WB
10 juni	5300	Lokaal en beperkt	WB
17 juli	23700	Uitgebreide schade: hagel, veel neerslag, blikseminslagen, rukwinden	WB+WS
22+23 juli	31000	Uitgebreide schade: veel neerslag en blikseminslagen, hagel	WB+WS
7 augustus	27700	Vrij veel schade: veel blikseminslagen en lokale overstromingen	WB+WS
18 augustus	13600	Vrij veel schade: windhoos nabij Florenville, veel neerslag	WB
20 oktober	5000	Vrij beperkte schade	WB+WS

Volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Alle belangrijke onweersdagen werden in het algemene weerbericht aangekondigd en dit gebeurde minstens ook één dag vooraf;
- Voor de drie belangrijkste onweersdagen was er voorafgaandelijk een waarschuwing verstuurd;
- Voor 18 augustus was een waarschuwing wenselijk geweest;
- De lokale en minder belangrijke onweders van 30 april en 10 juni kregen geen waarschuwing mee. Dit is begrijpelijk rekening houdend met de vermelde problemen van kleinere onweerskernen. Het belangrijkste is dat ze wel vermeld werden in de algemene weerberichten.

jours d'orage importants de l'année 2004. Ces orages ont été chaque fois prévus dans les bulletins généraux (BG) et éventuellement annoncés via les avertissements spéciaux (AS).

Tableau 2.2: Liste des journées orageuses importantes en 2004 (la deuxième colonne indique le nombre total de décharges électriques dans le pays au cours de la journée). Ces journées ont donné lieu à des dégâts plus ou moins importants, dus à de fortes pluies, à des vents violents, à des chutes de grêle ou à des coups de foudre. La dernière colonne indique que ces orages avaient tous été annoncés dans les bulletins de prévisions généraux (BG) et qu'ils avaient fait éventuellement l'objet d'avertissements spéciaux (AS) de la part de l'IRM.

Date	Nombre de décharges	Dégâts	Prévision
30 avril	6400	Localement de la grêle.	BG
10 juin	5300	Dégâts locaux et limités.	BG
17 juillet	23700	Dégâts étendus: grêle, beaucoup de précipitations, coups de foudre, rafales de vent.	BG+AS
22+23 juillet	31000	Dégâts étendus: beaucoup de précipitations et de coups de foudre, grêle.	BG+AS
7 août	27700	Assez bien de dégâts: beaucoup de coups de foudre et localement des inondations.	BG+AS
18 août	13600	Assez bien de dégâts: tornade près de Florenville, beaucoup de précipitations.	BG
20 octobre	5000	Dégâts assez limités.	BG+AS

Les conclusions suivantes peuvent être tirées:

- Toutes les journées orageuses importantes ont été annoncées dans le bulletin général et ce, au moins un jour à l'avance;
- Pour les 3 jours d'orage les plus importants, des avertissements ont été préalablement envoyés;
- Pour le 18 août, un avertissement aurait dû être envoyé;
- Les orages locaux et moins importants du 30 avril et du 10 juin n'ont pas fait l'objet d'un avertissement. Cela doit être mis sur le compte de la petite dimension des noyaux orageux, comme cela a été mentionné ci-dessus. Il est important de souligner que ces orages ont toutefois été prévus dans le bulletin général.

In twee gevallen werden er waarschuwingen verstuurd die, achteraf bekeken, niet noodzakelijk waren. Het betreft hier 28 april (1130 ontladingen) en 7 juli (1000 ontladingen). Onweer was er wel degelijk gevormd maar de belangrijkste onweerskernen trokken juist aan ons land voorbij.

2.1.2.2 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met overvloedige neerslag

Elke dag van het jaar waarop schade werd waargenomen als gevolg van overvloedige neerslag, maakte onderwerp uit van een analyse van de voorspellingen en/of de waarschuwingen die eventueel uitgebracht werden door het KMI. Het doel is om te achterhalen of de voorspellers het potentieel gevaarlijke karakter van deze bijzondere meteorologische omstandigheden konden voorzien.

In deze studie werden de gevallen van hevige neerslag in twee categorieën onderverdeeld:

- 1) het totaal van de gevallen die schade veroorzaakten (lokaal en verspreid).
- 2) de gevallen die enkel verspreide schade tot gevolg hadden (exclusief de lokale problemen).

Tabel 2.3 geeft de score weer die door het KMI werd behaald voor de 2 categorieën van schade. De tabel toont aan dat het KMI de meeste gevallen voorspelt van hevige neerslag die schade kan veroorzaken. Meer in het bijzonder voor het jaar 2004 werden 80% van de gevallen met verspreide schade door de voorspellers voorzien.

Tabel 2.3: Aantal gevallen met belangrijke neerslag die schade hebben veroorzaakt in het jaar 2004, en het slaagpercentage van de waarschuwingen uitgebracht door het KMI voor deze gevallen.

	Aantal waargenomen gevallen	Aantal voorziene gevallen	Slaagpercentage van de waarschuwingen
Lokale en verspreide schade	36	27	75%
Enkel verspreide schade	15	12	80%

2.1.2.3 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met krachtige wind

Om de betrouwbaarheid na te gaan van de voorspellingen van krachtige wind (wij bedoelen hier de gevallen waarbij schade door wind werd gerapporteerd aan de klimatologische dienst van het KMI), maken we het onderscheid tussen twee soorten van situaties:

Pour deux autres dates, des avertissements spéciaux ont été envoyés mais ils n'étaient en fait pas nécessaires. Cela concerne les journées du 28 avril (1130 décharges) et du 7 juillet (1000 décharges). Il y a bien eu formation d'orage, mais les cellules orageuses les plus intenses sont passées juste à côté de notre pays.

2.1.2.2 Prévisions et avertissements météorologiques relatifs aux précipitations abondantes

Chaque jour de l'année au cours duquel des dégâts dus à des précipitations abondantes ont été signalés a fait l'objet d'une analyse des bulletins et/ou des avertissements éventuels émis par l'IRM. L'objectif est de savoir si les prévisionnistes ont pu prévenir le caractère potentiellement dangereux de ces conditions météorologiques particulières.

Dans cette étude, les cas de fortes précipitations ont été classés en deux catégories :

- 1) l'ensemble des situations ayant conduit à des dégâts (locaux et répandus).
- 2) les situations ayant entraîné uniquement des dégâts répandus (à l'exclusion des problèmes locaux).

Le Tableau 2.3 reprend les scores obtenus par l'IRM pour les 2 catégories de dégâts susmentionnées. Il montre que l'IRM anticipe la plupart des occurrences de fortes précipitations pouvant donner lieu à des dégâts. En particulier, pour cette année 2004, 80 % des cas de dégâts répandus ont fait l'objet d'une mise en garde de la part des météorologistes.

Tableau 2.3: Nombre de cas de précipitations importantes ayant causé des dégâts en 2004 et taux de réussite des avertissements émis par l'IRM pour ces événements.

	Nombre de cas observés	Nombre de cas prévus par l'IRM	Taux de réussite des avertissements
Dégâts locaux et répandus	36	27	75%
Dégâts répandus uniquement	15	12	80%

2.1.2.3 Prévisions et avertissements relatifs aux vents forts

Pour examiner la fiabilité des prévisions de vents forts (vents ayant entraîné des dégâts répertoriés par le service climatologique de l'IRM), on doit distinguer deux cas de figure:

1°) Situaties waarbij we te maken hebben met uitgestrekte en diepe stormdepressies. Hier kunnen we terugvallen op vrij goed uitgewerkte methodes om de maximale waarde van de rukwinden te schatten. Die gevallen zijn kenmerkend voor het winterseizoen.

2°) Situaties waarbij we te maken hebben met de ontwikkeling van onweersbuien, een fenomeen dat zich afspeelt op veel kleinere schaal. Hier is het inschatten van de maximale rukwinden veel moeilijker. Men beperkt zich hier dan ook meestal tot het waarschuwen voor mogelijk hevige windstoten, zonder daarom direct een waarde voor de windsnelheid naar voor te schuiven. Deze situaties zijn typisch voor de zomer.

Wij hebben in de studie dus enkel gevallen van het eerste type (stormdepressies) weerhouden. De resultaten weergegeven in Tabel 2.4 geven (in procent) het maandelijks gemiddelde aan van het verschil tussen de waargenomen en de voorspelde maximale rukwinden. Deze waarden werden bepaald voor de voorspellingen van de vorige dag (Dag - 1) en voor de voorspellingen gemaakt dezelfde dag (Zelfde dag).

Tabel 2.4: Maandelijks en jaarlijks gemiddelde van het verschil (in %) tussen de waargenomen en voorspelde maximale wind (voorspeld de vorige, respectievelijk dezelfde dag), in situaties met stormdepressies waarbij schade werd genoteerd, in 2004.

	Dag-1	Zelfde dag	Aantal dagen met schade
Januari	14	9	8
Februari	11	7	3
Maart	15	5	1
Juni	7	14	2
November	15	15	1
2004	13	9	15

In 2004 waren de situaties met winterstormen niet zeer talrijk en de meeste schadegevallen werden genoteerd in situaties met onweer. De hoogste windsnelheden bedroegen 112 km/h en waren vrij goed voorspeld. Ze kwamen voor op 20 maart en 23 juni. Op 20 maart bedroeg het verschil 15% voor de voorspellingen van de vorige dag en 5% voor deze van de dag zelf. Voor 23 juni berekenen we afwijkingen van respectievelijk 9% en 11%. Voor beide dagen werd een waarschuwing uitgegeven door het KMI.

Globaal genomen ligt voor het jaar 2004 de fout rond 10%. (13% voor de voorspellingen gemaakt de vorige dag en 9% voor deze gemaakt dezelfde dag). Men kan dus besluiten dat, voor stormen van het winterse type, de wind een redelijk voorspelbare parameter is.

1°) Les situations associées à de vastes et profondes dépressions de tempête, pour lesquelles des méthodes bien définies existent pour quantifier la prévision des rafales maximales. Ces situations se produisent le plus fréquemment en hiver.

2°) Les situations associées à des développements orageux de nettement plus petite échelle et généralement produits en été pour lesquelles la prévision des rafales maximales est beaucoup plus difficile, voire impossible. Dans ce cas, on se limitera alors à parler de rafales ou coups de vents violents, sans préciser la valeur de ces rafales.

Seules, les situations associées à des dépressions de tempête ont donc été prises en considération dans l'étude de validité des prévisions. Les résultats figurant dans le Tableau 2.4 donnent en pour-cent la moyenne mensuelle de l'écart entre les pointes de vent maximales observées pour une journée donnée et les pointes prévues. Ces valeurs ont été établies pour la prévision de la veille (Jour - 1) et celle du jour même (Jour).

Tableau 2.4: Moyennes mensuelles et annuelles de l'écart (en %) entre le vent maximal observé et le vent prévu (la veille ou le jour même) pour les situations de dépressions de tempêtes ayant causé des dégâts en 2004.

	Jour-1	Jour	Nombre de jours avec dégâts
Janvier	14	9	8
Février	11	7	3
Mars	15	5	1
Juin	7	14	2
Novembre	15	15	1
2004	13	9	15

En 2004, les tempêtes hivernales furent relativement peu nombreuses et les dégâts furent le plus souvent occasionnés par des phénomènes orageux. Notons que les vents les plus forts atteignirent 112 km/h et furent relativement bien prévus. Ils furent observés le 20 mars et le 23 juin. Le 20 mars, l'écart relatif était de 15% pour la prévision établie la veille et de 5% pour celle du jour même. Le 23 juin, les écarts relatifs étaient respectivement de 9% et 11%. Dans les deux cas, un avertissement a été émis par l'IRM.

Sur l'ensemble de l'année 2004, le pourcentage d'erreur est de l'ordre de 10% (13% en moyenne pour la prévision de la veille et 9% en moyenne pour la prévision du jour même). On peut donc conclure que dans le cas des tempêtes de type hivernal, le vent est un paramètre dont la prévision est assez fiable.

2.1.2.4 Voorspellingen en waarschuwingen in verband met ijzel en sneeuw

IJzel

De voorspellingen waren in 2004 niet altijd bevredigend: er werden enerzijds valse waarschuwingen uitgegeven voor ijzel, of optredende ijzel werd niet voorspeld. Er moet hierbij vermeld worden dat het voorspellen van ijzel bijzonder delicaat is. Vaak hangt dit af van enkele tienden van een graad of er al dan niet sneeuw of regen valt. Het gaat ook vaak om slechts heel weinig neerslag, wat het er niet gemakkelijker op maakt om dit vooraf nauwkeurig te voorspellen.

In 2004 waren er 9 dagen met ijzel. In 4 van de gevallen werd het optreden van ijzel juist voorspeld. Hiervoor werd ook altijd een waarschuwing uitgegeven. In 1 geval werd laattijdig voor ijzel gewaarschuwd. In de overige 4 gevallen trad er ijzel op terwijl het niet werd voorspeld.

Sneeuw

De sneeuwval in het jaar 2004 werd perfect voorspeld. Als we alle gevallen van 2 cm sneeuwval en minder buiten beschouwing laten, kunnen we stellen dat in alle gevallen (13 dagen) de sneeuwval juist voorspeld werd.

Drie maal was een waarschuwing niet overbodig geweest: op 15 en 29 januari en 10 februari. Er moet wel aan toegevoegd worden dat de sneeuwval in de weerberichten wel goed vermeld was. De schatting van de te verwachten sneeuwhoogten in de waarschuwingen was bijzonder goed.

2.1.3 Verbetering van het numerieke weersvoorspellingsmodel ALADIN-België

Sinds 1996 neemt het KMI actief deel in het kader van een Consortium aan het ALADIN project, een internationale samenwerking voor de operationele numerieke modellering met hoge ruimtelijke resolutie dat momenteel vijftien landen uit Europa en Noord-Afrika groepeerd op initiatief van Météo France.

Het "Memorandum of Understanding" bevat essentieel twee complementaire luiken: het eerste operationeel en het tweede wetenschappelijk. Het jaar 2004 zag een toenadering (zie daarvoor naar de Negende ALADIN vergadering te Split in Kroatië gehouden op 29 en 30 oktober 2004) tussen het Consortium ALADIN en de landen die het Hirlam model gebruiken (fijnmazig model dat oorspronkelijk door de noordelijke landen werd gebruikt).

De operationele meteorologische voorspellingen van het KMI zijn gebaseerd op het operationele numerieke ALADIN weersvoorspellingsmodel:

2.1.2.4 Prévisions et avertissements relatifs au verglas et la neige.

Verglas

Les prévisions du verglas en 2004 n'ont pas toujours été satisfaisantes: d'une part, il y a eu de fausses alertes et, d'autre part, du verglas a parfois été observé sans avoir été prévu. La prévision de ce phénomène constitue en fait un sujet assez délicat. Il suffit souvent de quelques dixièmes de degrés pour passer de précipitations neigeuses à de la pluie qui causera le verglas et, souvent, les quantités de pluie en jeu sont très faibles, ce qui n'est pas facile à prévoir avec précision.

En 2004, il y a eu 9 jours avec du verglas. Dans 4 cas, le phénomène a été correctement prévu et a donné lieu à une alerte. Dans 1 cas, la "prévision" a été établie alors que le verglas était déjà présent. Dans les 4 autres cas, le verglas n'a pas été prévu.

Neige

Les chutes de neige ont été très bien prévues en 2004. Hormis les faibles chutes de neige (épaisseur inférieure ou égale à 2 cm), tous les cas (13 jours) furent correctement prévus.

Dans 3 situations, un avertissement qui aurait été utile n'a pas été fait: les 15 et 29 janvier et le 10 février. Il faut signaler néanmoins que les chutes de neige figuraient dans les bulletins généraux du temps. Les estimations des quantités de neige mentionnées dans les alertes furent particulièrement bonnes.

2.1.3 Amélioration du modèle de prévision numérique ALADIN-Belgique

Depuis 1996, l'IRM participe activement dans le cadre d'un Consortium au projet ALADIN, un effort international de modélisation opérationnelle à haute résolution spatiale, regroupant actuellement 15 pays d'Europe et d'Afrique du Nord à l'initiative de Météo France.

Le "Memorandum of Understanding" comporte essentiellement deux volets complémentaires: le premier, opérationnel et le deuxième, scientifique. L'année 2004 a vu un rapprochement (voir la Neuvième Assemblée d'ALADIN, Split, Croatie, 29-30 octobre 2004) entre le Consortium ALADIN et les pays utilisant le modèle Hirlam (modèle à mailles fines et, à l'origine, développé dans les pays nordiques).

Les prévisions météorologiques opérationnelles à mailles fines de l'IRM sont basées sur le modèle de prévision numérique opérationnel ALADIN:

- "modèle" car la méthode de prévision consiste à calculer l'évolution de l'atmosphère à partir d'un

- "model" daar de voorspellingsmethode de evolutie van de atmosfeer berekent op basis van een geheel van fundamentele fysische wetten die onder de vorm van computerprogramma's gecodeerd zijn;
- "numeriek" daar de verschillende atmosferische velden (wind, temperatuur, vochtigheid, ...) beschreven worden door getallen en fysische wetmatigheden en waar dit alles door supercomputers behandeld wordt;
- "operationeel" daar het een uiterst betrouwbaar model moet zijn om dagelijkse voorspellingen te kunnen leveren op korte tijd.

De numerieke weersvoorspellingen worden ter beschikking gesteld van de weersvoorspellers van het KMI. Talrijke producten worden vervolgens aangemaakt voor een breed gamma van gebruikers waaronder de MET (Ministère wallon de l'Équipement et des Transports) te Namen, de afdeling "Water, Aminoal" en de AWZ (Administratie Waterwegen en Zeewezen) te Borgerhout van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

De afdeling heeft als activiteit het regelmatig vernieuwen van de codes van het ALADIN model op de machines van het KMI, het beheer van de operationele keten van voorspellingen, de kwantitatieve bewaking van de resultaten en de archivering van de numerieke resultaten van het ALADIN-België model. Een lid van de onderzoeksgroep werd belast met de opdracht de operationaliteit van het ALADIN-België model en zijn producten te verzorgen.

Het onderzoek van de groep "ALADIN-België" is voornamelijk gecentreerd op de verbetering van de prestaties van het ALADIN model. Het wetenschappelijk werk kadert in het programma van het internationaal ALADIN Consortium en heeft tot doel de integratie van de onderzoeksresultaten in de nieuwe versies van de codes. De prestaties van het ALADIN model worden maandelijks gecontroleerd door middel van grafieken die de evolutie van de tijdreeksen van waarnemingen en voorspellingen voor verschillende parameters vergelijken.

De activiteiten van de ALADIN onderzoeksgroep worden hieronder voorgesteld volgens de onderzoeksthema's.

2.1.3.1 Fijnmazige representatie van fenomenen geassocieerd met bewolking en neerslag

Lange tijd konden atmosferische modellen wolken en neerslag behandelen alsof ze "in evenwicht" zijn: men mocht veronderstellen dat het watercondensaat rechtstreeks omgezet werd in neerslag die, alhoewel een deel weer verdampte, vrij snel het aardoppervlak bereikte.

Voor voorspellingen met hoge resolutie en op korte termijn gaat deze veronderstelling tegenwoordig echter niet meer op. Om de eigenschappen van wolken en geassocieerde verschijnselen (neerslag, maar ook

ensemble de lois physiques fondamentales, codées sous forme de programmes informatiques;

- "numérique" car les différents champs atmosphériques (vent, température, humidité, ...) sont décrits par des nombres et des lois physiques, le tout traité par des super-ordinateurs;
- "opérationnel" car le modèle doit être d'une grande fiabilité pour pouvoir fournir des prévisions journalières dans des délais courts.

Les prévisions numériques du temps sont mises à la disponibilité des prévisionnistes de l'IRM. De nombreux produits sont ensuite élaborés pour une large gamme d'utilisateurs. Parmi ceux-ci, on compte le MET (Ministère wallon de l'Équipement et des Transports) à Namur, la Section " Water, Aminoal " et l'AWZ (Administratie Waterwegen en Zeewezen) à Borgerhout du Ministère de Communauté Flamande.

La section prend en charge la mise à jour régulière des nouvelles versions du code sur les machines de l'IRM, la gestion de la chaîne opérationnelle de prévisions, la surveillance quantitative des résultats et l'archivage des résultats numériques du modèle ALADIN-Belgique. Un membre de l'équipe a reçu la mission de veiller à l'opérationnalité du modèle ALADIN-Belgique et de ses produits dérivés.

La recherche du groupe " ALADIN-Belgique " est principalement centrée sur l'amélioration des performances du modèle ALADIN. Le travail scientifique s'inscrit dans le programme du Consortium international ALADIN et a comme but l'intégration des résultats des recherches dans les nouvelles versions du code. Mensuellement, les performances du modèle ALADIN sont évaluées au moyen de graphiques représentant, aux mêmes dates, les séries temporelles des observations et des prévisions relatives à différents paramètres.

Les activités du groupe de recherche ALADIN sont développées ci-dessous selon les thèmes des projets de recherche.

2.1.3.1 La représentation fine des phénomènes associés aux nuages et aux précipitations

Pendant longtemps, les modèles atmosphériques ont pu traiter les nuages et les précipitations en considérant simplement des "équilibres", c'est-à-dire en supposant que l'eau qui se condense se transformait directement en précipitations, qui, tout en s'évaporant partiellement en cours de leur chute, rejoignaient le sol très rapidement.

Cette vision n'est cependant plus tenable pour la prévision à courte échéance et à haute résolution. Afin d'estimer valablement les propriétés des nuages ainsi que

atmosferische bewegingen en straling) op een correcte manier te beschrijven, moet men daarom rekening gaan houden met de verschillende betrokken microfysische processen: nucleatie en coalescentie waardoor micro-meteoren gevormd worden (microscopische druppeltjes of ijsdeeltjes die de wolken vormen), de groei ervan en de neerslag wanneer ze te groot worden om nog te zweven in de wolk, het Bergeron effect, de collectie van micro-meteoren door neerslag bij botsing, verdamping van neerslag.

De modellering behandelt bovendien zowel diepe convectie (vorming van cumulonimbus wolken geassocieerd met stormen, met een uitgestrekt verticaal bereik en een relatief beperkt horizontaal bereik) als stratiforme wolken geassocieerd aan fronten, die grote oppervlakken bedekken.

Het combineren van de parametrisatie van diepe convectie met grootschalige condensatie is een zeer delicaat probleem, in het bijzonder omdat de roosterafstand van dezelfde grootte-orde is als de convectieve systemen. Om die moeilijkheden te omzeilen, hebben sommige landen ervoor geopteerd om grote investeringen te doen in computercapaciteit. Zo willen ze van roosters met een resolutie van 7 km in één stap overgaan naar 2,5 km (wat meer dan 100 maal meer rekenkracht vereist).

In samenspraak met onze partners van het ALADIN Consortium, werken we in het KMI sinds 2002 aan een langetermijnproject voor de geïntegreerde modellering van alle neerslagverschijnselen. Dat onderzoek moet in de toekomst toelaten om ook resoluties tussen 3 en 7 km te gebruiken, en daarenboven de representatie op andere resoluties eveneens verbeteren.

In 2004 is er veel vooruitgang geboekt, vooral op het vlak van de microfysica. Een schema dat oorspronkelijk bedoeld was voor stratiforme neerslag in een gemiddelde resolutie, werd getest en verfijnd om het aan te passen aan de specifieke noden van het ALADIN model met hoge resolutie en om ook de condensaten te behandelen in zowel convectieve als stratiforme bewolking. Verschillende tests hebben ook geleid tot een verbetering van de representatie van diepe convectie en van de techniek die gebruikt wordt om condensaten die daarbij gevormd worden te combineren met die voortkomend uit fenomenen op grotere schalen.

Discussies met vertegenwoordigers van andere Europese numerieke-weervoorspellingsgroepen (Hirlam, Cosmo) laten ons hopen op een intensievere samenwerking op dit belangrijk domein.

les phénomènes associés (précipitations, mais aussi mouvements atmosphériques et rayonnement), il devient indispensable de prendre en compte les différents processus microphysiques impliqués: nucléation et coalescence qui génèrent les micro-météores (micro-gouttelettes ou particules de glaces constituant les nuages), croissance de ceux-ci, précipitation lorsque leur taille ne leur permet plus de rester suspendus dans les nuages, effet Bergeron, collecte par les précipitations des micro-météores qu'elles rencontrent, évaporation des précipitations.

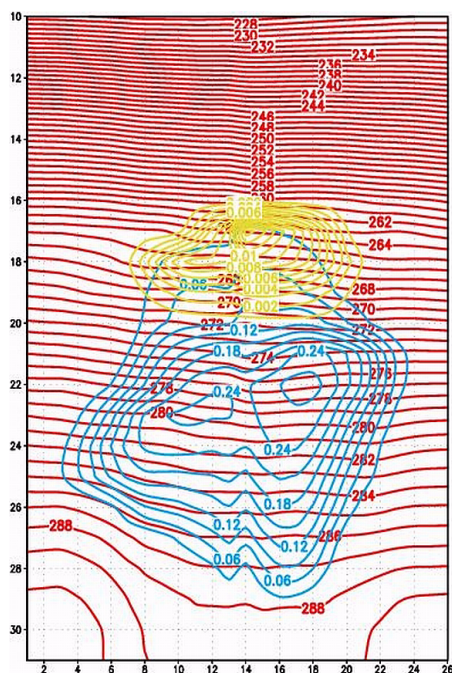
La modélisation doit en outre pouvoir traiter aussi bien la convection profonde (nuages cumulonimbus associés aux orages d'extension verticale importante et réduite horizontalement) que les nuages stratiformes ou associés à des fronts, couvrant de grandes étendues.

La combinaison de la paramétrisation de la convection profonde avec les phénomènes de condensation de plus grande échelle est un problème très délicat, en particulier lorsque la dimension horizontale des mailles du modèle est du même ordre de grandeur que les systèmes convectifs. Cette difficulté a conduit certains pays à faire de gros investissements en ordinateurs de façon à passer directement de modèles à maille de 7 km vers une maille de 2.5 km (qui nécessite une puissance de calcul plus de 100 fois supérieure).

A l'IRM, en concertation avec nos partenaires du Consortium ALADIN, nous développons depuis 2002 un effort de recherche à long terme sur une modélisation intégrée des phénomènes précipitants. Cette recherche devrait permettre non seulement d'utiliser des mailles entre 3 et 7 km, mais aussi d'améliorer la représentation des phénomènes aux autres résolutions.

De substantiels progrès ont été faits en 2004, en particulier concernant la microphysique. Nous avons testé et perfectionné progressivement un schéma initialement destiné aux précipitations stratiformes dans des modèles de résolution moyenne, pour l'adapter aux besoins spécifiques du modèle ALADIN à haute résolution et pour pouvoir y traiter aussi bien les condensats issus des nuages convectifs que stratiformes. Différents tests ont également fait progresser la représentation de la convection profonde et la technique utilisée pour combiner les condensats produits par celle-ci avec ceux issus des phénomènes résolus.

Des discussions avec des membres d'autres groupes de prévision numérique européens (Hirlam, Cosmo) nous font entrevoir un renforcement des collaborations dans ce domaine très pointu.



Figuur 2.4. Concentratie van micro-meteoren (g/kg) in een verticale doorsnede van de atmosfeer, bekomen met het nieuwe schema. Geel: ijs, blauw: druppels, rood: temperatuur (Kelvin). De cijfers in het zwart illustreren het modelrooster. Storm van 14 augustus 1999 in de regio van Doornik.

Figure 2.4. Concentrations de micro-météores (g/kg) sur une section verticale de l'atmosphère obtenue avec le nouveau schéma. En jaune: glace, bleu: gouttelettes, rouge: température (Kelvins). Les chiffres noirs servent à repérer les mailles du modèle. Tempête du 14 août 1999 dans la région de Tournai.

2.1.3.2 Het probleem van de koppelingsgegevens

Naar aanleiding van de kerststormen van 1999 werd wetenschappelijk onderzoek verricht naar de beperkingen in de gegevensoverdracht van de randvoorwaarden van het model ALADIN-France van Météo France. Het onderzoek uitgevoerd in de ALADIN-België onderzoeksgroep heeft geleid tot een nieuwe methode om de kwaliteit van de randvoorwaarden van een numeriek weersvoorspellingsmodel op een beperkt gebied op een kwantitatieve manier te controleren. In september 2004 zijn die onderzoeksresultaten in Météo France, Toulouse, geïmplementeerd in de broncode van het ALADIN model. Deze kwaliteitscontrole zal in de toekomst toelaten om de randvoorwaarden op een optimale manier aan te passen aan de meteorologische situatie bij extreem en bij gevaarlijk stormweer.

2.1.3.3 Het gebruik van wavelets voor data assimilatie

De voorspellingen van numerieke weersmodellen zoals ALADIN-België komen tot stand door te vertrekken van een begintoestand (bijvoorbeeld om middernacht) en dan in kleine stappen van enkele minuten verder te rekenen om de toestand van de atmosfeer te kennen in de toekomst. De nauwkeurigheid van een voorspelling hangt daardoor af van verschillende factoren. Naast de vergelijkingen die in elke tijdstap de veranderingen berekenen, is ook de begintoestand van belang.

2.1.3.2 Le problème des données de couplage

Suite aux tempêtes de Noël 1999, une recherche scientifique a été lancée concernant les limitations du transfert de l'information par les conditions aux bords du modèle ALADIN-France de Météo France. La recherche effectuée dans l'équipe de recherche ALADIN-Belgique a mené à une nouvelle méthode pour contrôler la qualité des conditions aux bords d'un modèle de prévision numérique du temps à aire limitée.

Ces résultats ont été implémentés dans le code-source du modèle ALADIN à Météo France, à Toulouse, en septembre 2004. Ce contrôle de qualité permettra désormais d'adapter les conditions aux bords, de manière optimale, à la situation météorologique, lors d'événements extrêmes comme les tempêtes.

2.1.3.3 L'utilisation d'ondelettes pour l'assimilation des données

Les prévisions des modèles météorologiques numériques comme ALADIN-Belgique sont obtenues en partant d'une situation initiale (par exemple à minuit) et en calculant ensuite l'évolution de l'atmosphère de proche en proche par petits intervalles de quelques minutes. L'exactitude d'une prévision dépend de différents facteurs. En plus des équations qui calculent chaque pas temporel, la situation initiale joue aussi un rôle important.

Bij het opstellen van die begintoestand wordt uiteraard gebruik gemaakt van waarnemingen (o.a. van meetstations en satellieten). De beschikbare waarnemingen zijn echter onvoldoende om er de toestand van de hele atmosfeer uit af te leiden. Daarom gebruikt het model eveneens een "eerste gissing" of achtergrond. Dat is een voorspelling die enkele uren eerder gemaakt is. Ze geeft een goede indicatie van de huidige toestand, die dan verbeterd wordt aan de hand van de beschikbare waarnemingen. Dit proces wordt data assimilatie genoemd en gaat vooraf aan de eigenlijke voorspelling.

Wanneer in dat assimilatieproces een waarneming en de achtergrond niet overeenstemmen, moeten er een aantal afwegingen gemaakt worden. Niet alleen de respectievelijke foutmarges moeten in rekening worden gebracht, maar voor zover mogelijk moet ook de aard van de waarneming meegeteld worden en het representatief karakter ervan voor de omgeving. Zo kan een waarneming boven zee een goede beschrijving zijn voor een vrij groot gebied op zee, maar misschien niet voor de kust, zelfs als die niet veraf is.

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

We hebben aangetoond dat een beschrijving met wavelets toelaat om met slechts een beperkte toename van de rekencomplexiteit, de representatie van lokale anisotropie en correlatielengte in de foutenstatistieken gevoelig te verbeteren. Hierdoor kan de statistische beschrijving van de achtergrond veel beter aangepast worden aan plaatselijke eigenschappen van het domein, wat in de toekomst de kwaliteit van de beginvoorwaarden kan helpen verbeteren.

De onderstaande figuur toont de afstand waarover temperatuurwaarnemingen representatief zijn voor het domein. Het is bijvoorbeeld duidelijk te zien hoe waarnemingen in bergachtige streken (zoals de Alpen) enkel representatief zijn voor een beperkt gebied. De rechterkaart toont hoe de wavelet-techniek, die veel minder computergeheugen vergt, toch dezelfde informatie bevat, of althans de belangrijkste elementen ervan.

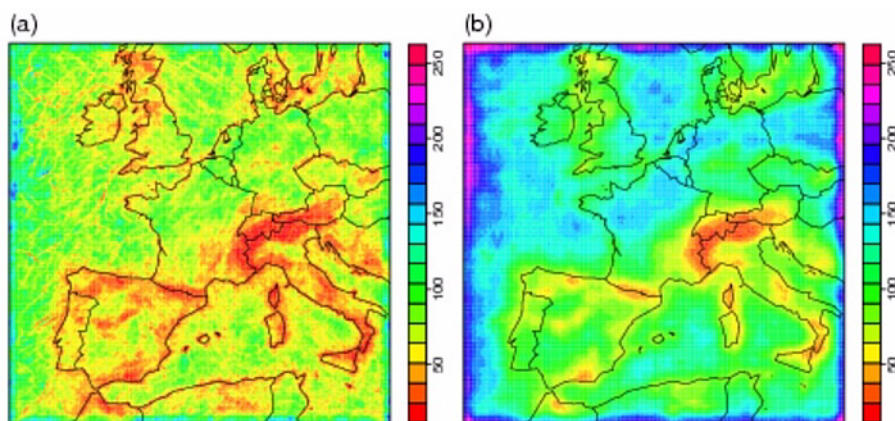
Pour déterminer la situation initiale, on utilise des observations (entre autres de stations de mesure et de satellites). Les observations disponibles sont cependant insuffisantes pour en déduire l'état de l'ensemble de l'atmosphère. Dès lors, le modèle utilise une "ébauche" ou état de base. Il s'agit d'une prévision faite par le modèle quelques heures plus tôt. Elle donne une bonne estimation de la situation présente, qui est ensuite améliorée avec les observations disponibles. Ce processus est appelé assimilation des données et se déroule avant la prévision proprement dite.

Lorsque, dans le processus d'assimilation, une observation est en désaccord avec l'ébauche, un ensemble d'éléments doivent être considérés. Non seulement les marges d'erreur spécifiques des observations et de l'ébauche doivent intervenir, mais aussi, dans la mesure du possible, le type d'observation et sa représentativité, par rapport à son environnement. Ainsi, une observation sur la mer peut décrire correctement une assez grande région au-dessus de la mer mais pas au-dessus de la côte même si elle en est peu éloignée.

Un gros problème est que l'ébauche décrit l'ensemble de l'atmosphère du domaine, donc chaque point de la grille à toutes les hauteurs au-dessus du sol. Ceci conduit rapidement à devoir gérer plus d'un million de variables. Il n'est pas possible de prendre en compte les corrélations entre toutes ces variables. Il faut donc faire des simplifications, ce qui implique la perte de certaines informations.

Nous avons montré qu'une description par ondelettes permet, au prix d'une augmentation limitée de la complexité des calculs, d'améliorer significativement la représentation de l'anisotropie locale et des longueurs de corrélation dans les statistiques d'erreurs. De cette manière, la description statistique de l'ébauche peut être beaucoup mieux adaptée aux particularités locales du domaine, ce qui pourra aider à améliorer la qualité des conditions initiales de la prévision.

La figure ci-dessous montre la distance pour laquelle les observations de température sont représentatives dans le domaine. Par exemple, il apparaît clairement que les observations dans les régions montagneuses (comme les Alpes) sont seulement représentatives pour une région réduite. La carte de droite montre comment la technique des ondelettes, qui nécessite beaucoup moins de mémoire d'ordinateur, contient cependant la même information ou, pour le moins, ses éléments essentiels.



Figuur 2.5. Correlatielengte (in km) van de oppervlaktetemperatuur. Links de volledige gegevens, rechts de vereenvoudiging met behulp van wavelets.

Figure 2.5. Longueur de corrélation (en km) de la température de surface. A gauche, les données complètes ; à droite, la simplification par ondelettes.

2.1.3.4 Interacties tussen bodem, biosfeer en atmosfeer

Met het oog op een verbetering van de voorspellingskwaliteit, is Météo France een samenwerking aangegaan met het KMI en het CNRM (Centre National de Recherche Météorologique, Toulouse, Frankrijk) om onderzoek te doen over de belangrijkste interacties tussen de bodem, de biosfeer en de atmosfeer, zoals geïllustreerd op Figuur 2.6. Zo wordt bijvoorbeeld een deel van de regen onderschept door bladeren, een ander deel vloeit weg langs de bodem en komt in de waterstroming terecht en een derde deel dringt de bodem in tot het grondwater. De wortels van planten putten uit deze ondergrondse watervoorraad voor de aanmaak van organisch plantenmateriaal, waarbij echter ook een deel van het water weer afgegeven wordt aan de atmosfeer door evapotranspiratie in de bladeren.

Het doel van dit onderzoek is om in het voorspellingsmodel ALADIN nieuwe velden te implementeren, met een resolutie van 1 km. Deze velden, geproduceerd door het CNRM, beschrijven karakteristieken van de bodem (diepte, percentage zand en klei) en van de vegetatie (type, gemiddelde bladoppervlakte, worteldiepte...). Figuur 2.7 toont de belangrijkste vegetatietypes voor Europa (links), met een zoom op de streek rond Parijs (rechts).

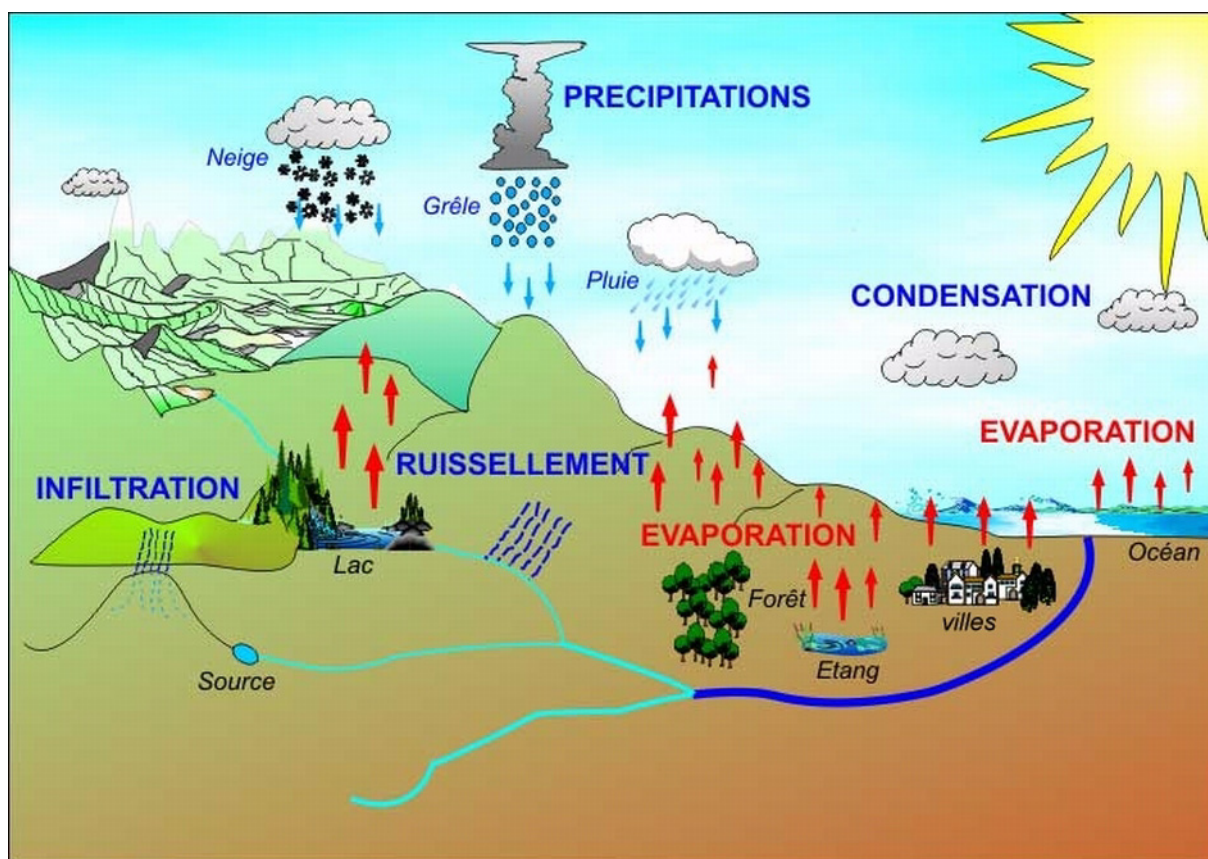
Dit werk heeft geleid tot een lichte verbetering van de voorspellingen voor Europa.

2.1.3.4 Interactions sol-biosphère-atmosphère

Dans la quête d'une amélioration de la qualité des prévisions, Météo France a entrepris une collaboration avec l'IRM et le CNRM (Centre National de Recherche Météorologique français à Toulouse) pour effectuer des recherches sur les interactions entre le sol, la biosphère et l'atmosphère, telles que schématisées par la Figure 2.6. Par exemple, une partie de la pluie est interceptée par le feuillage de la végétation; une autre partie ruisselle sur le sol et est évacuée par les cours d'eau et une troisième s'infiltre dans le sol pour alimenter les nappes aquifères de surface et de profondeur. Les racines de la végétation puiseront de cette eau contenue dans le sol, qui sera ensuite utilisée pour le développement organique de la plante avec le rejet d'une partie de celle-ci dans l'atmosphère par le biais de l'évapotranspiration due au feuillage.

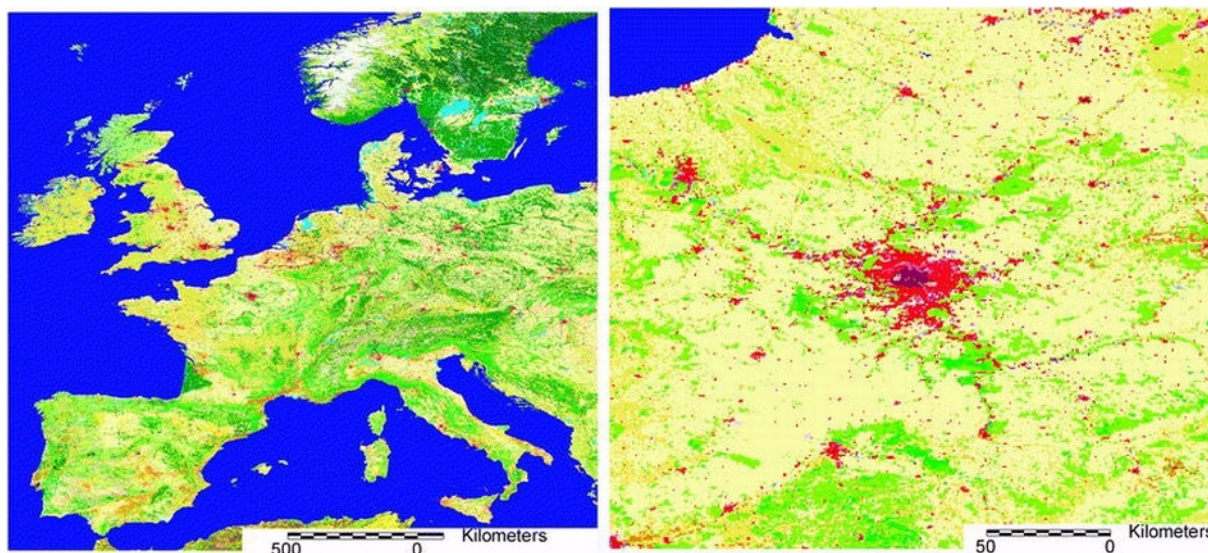
Le but de cette recherche est d'implémenter, dans le modèle de prévision ALADIN, de nouveaux champs à très haute résolution (1 km²). Ces champs sont élaborés par le CNRM et décrivent les caractéristiques du sol (profondeur, proportion de sable et d'argile) et de la végétation (type de végétation, surface moyenne du feuillage, profondeur des racines...). La Figure 2.7 montre les principaux types de végétation pour le continent européen (partie gauche) avec un zoom sur la région parisienne (partie droite).

Ce travail a permis une légère amélioration de la qualité des prévisions pour l'Europe.



Figuur 2.6. Schematische voorstelling van de belangrijkste interacties tussen de bodem, biosfeer en atmosfeer.

Figure 2.6. Schématisation des principales interactions sol-biosphère-atmosphère.



Figuur 2.7. Het linkerpaneel toont de belangrijkste vegetatietypes voor Europa, die elk door een specifieke kleur gesymboliseerd worden. Men ziet bijvoorbeeld landbouw (licht geel) en bossen (licht groen) over het hele continent en naaldbossen (donkergroen) in Scandinavië. Het rechterpaneel zoomt in op de streek rond Parijs, waar men duidelijk de dichte urbanisatie van Parijs (donkerrood) en de omliggende voorstad (rood) kan zien.

Figure 2.7. Principaux types de végétation pour l'Europe (partie gauche), symbolisés chacun par une couleur unique. Remarquons, par exemple, la présence des cultures (jaune clair) et des forêts à feuilles caduques (vert clair) présentes sur tout le continent ou encore les forêts de conifères (vert foncé) en Scandinavie. La partie droite représente un zoom sur la région parisienne où l'on peut distinguer un noyau central (rouge bordeaux) correspondant à la zone urbaine dense de Paris, entourée de sa banlieue (rouge).

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

2.2.1 *Niet-lineair gedrag van de atmosfeer*

Het is een vaststaand feit dat de evolutie van de atmosferische en de klimaatvelden een uitgesproken toevalskarakter bezit, dat zich uit in de welgekende moeilijkheid om betrouwbare voorspellingen te doen op lange termijn en dit in weerwil van het strikt deterministisch karakter van de onderliggende evolutiewetten. Een onderzoeksthema van het KMI is het identificeren van de oorzaken van deze complexiteit, ze op een kwantitatieve manier te karakteriseren en modelbouwstrategieën, gegevensbehandeling en voorspelling te ontwikkelen die meteen al dit essentieel feit integreren. Om deze uitdaging aan te gaan worden de technieken gebruikt die stammen uit de wetenschap over het niet-lineaire, de chaostheorie en de waarschijnlijkheidstheorie. De specifieke problemen die aangepakt werden en de bekomen resultaten worden hierna beschreven.

2.2.1.1 *De elektrische ontlading gezien als een niet-lineaire voortplantingsgolf*

In de atmosfeer transformeren de sterk convectieve wolken, voortgebracht door de thermische instabiliteit van de vochtige lucht, zich snel in onweerscellen. Gedurende deze dynamische ontwikkeling transporteren de krachtige opwaartse bewegingen ijskristallen, druppeltjes en agglomeraten van onderkoelde druppeltjes. Deze deeltjes worden vervolgens opgeladen en gescheiden door hun onderscheiden verticale verplaatsingen binnenin de wolk. Deze operatie induceert een proces van elektrisering van de wolken, in het algemeen van tripolaire vorm, met een positieve lading op de top, een negatieve lading in het centrum en een andere positieve lading aan de basis. De verschijning van bliksems begint wanneer het elektrisch veld binnen de wolk voldoende groot is.

Het fundamentele mechanisme aan de oorsprong van deze ontwikkeling is een proces van coöperatieve productie van ladingen, waarbij een licht negatief geladen deeltje zijn eigen productie vergroot door een ionisatietrap te imiteren. Deze trap kan slechts in de aanwezigheid van een elektrisch veld plaatsgrijpen dat, in het kader van de gedane studie, het veld is dat geschapen werd door de reeds aanwezige ladingen. Een minimaal model voor een wolk dat dit ingrediënt bevat, werd ontwikkeld. Het onderzoek heeft, onder bepaalde voorwaarden, het bestaan aangetoond van twee regimes voor de hoeveelheid van ladingen in die wolk, de ene stabiel en de andere instabiel, evenals van een explosief gedrag tijdens de overgang van de twee toestanden die men kan associëren met een elektrische ontlading. De overgangstijd voorbij de instabiele staat werd met succes

2.2 *Elargissement et applications de la connaissance du temps et du climat*

2.2.1 *Comportement non-linéaire de l'atmosphère*

C'est un fait bien établi que l'évolution des champs atmosphériques et climatiques revêt un caractère aléatoire marqué, traduit par la difficulté bien connue de faire des prévisions fiables à long terme et ce, en dépit du caractère strictement déterministe des lois d'évolution sous-jacentes. Un axe de recherche de l'IRM s'applique à identifier les causes de cette complexité, à la caractériser d'une manière quantitative et à élaborer des stratégies de modélisation, de traitement de données et de prévision intégrant d'emblée ce fait essentiel. Pour relever ce défi, les techniques issues de la science du non-linéaire, de la théorie du chaos et de la théorie des probabilités sont utilisées. Les problèmes particuliers abordés et les résultats obtenus sont décrits ci-après.

2.2.1.1 *La décharge électrique vue comme une onde de propagation non-linéaire*

Dans l'atmosphère, des nuages fortement convectifs engendrés par l'instabilité thermique de l'air humide se développent rapidement en cellules orageuses. Durant ce développement dynamique, des mouvements ascendants puissants transportent des cristaux de glaces, des gouttelettes et des agglomérats de gouttelettes surfondues. Ces particules sont ensuite chargées par collision et séparées par leurs déplacements verticaux différentiels au sein du nuage. Cette opération induit un processus d'électrisation des nuages en général de forme tripolaire, avec une charge positive au sommet, une charge négative au centre et une autre charge positive à la base. L'apparition des éclairs commence quand le champ électrique au sein du nuage est suffisamment grand.

Le mécanisme fondamental à l'origine de ce développement est un processus de production coopérative des charges, où une particule légère chargée négativement amplifie sa propre production en imitant une cascade d'ionisation. Cette cascade ne peut avoir lieu qu'en présence d'un champ électrique qui, dans le cadre de l'analyse effectuée, est le champ créé par les charges déjà en présence. Un modèle minimal de nuage contenant cet ingrédient a été développé. Son étude a montré l'existence, sous certaines conditions, de la présence de deux régimes pour la quantité de charges dans ce nuage, l'une stable et l'autre instable, ainsi que d'un comportement explosif lors du passage entre ces deux états, que l'on peut associer à la décharge électrique. Le temps de passage au-delà de l'état instable

vergeleken met de tussen-bliksemtijden die effectief gemeten werden gedurende de onweders door het SAFIR Systeem van het KMI. Deze resultaten vormen het vertrekpunt van een waarschijnlijke voorspelling van bliksems tijdens een onweersactiviteit waarvan de meestal verwoestende aspecten een voortdurende economische en aanzienlijke sociale bezorgdheid blijven.

2.2.1.2 De impact van de fouten te wijten aan de modelbouw op de kwaliteit van de meteorologische en klimaat voorspellingen

Eén van de meest karakteristieke manifestaties van de complexiteit van de atmosfeer is de gevoeligheid van de voorspellingen bekomen door een operationeel numeriek model, ten opzichte van de fouten bedreven op de precieze vorm van de evolutiewetten van de aanwezige veranderlijken evenals op de parameterwaarden die erin voorkomen. Deze onzekerheden zijn onoverkomelijk gezien, zelfs in de meest gesofistikeerde modellen, het aantal weerhouden veranderlijken beperkt is door de resolutie en door de onvolledige kennis van de processen, vooral voor de kleine schalen. Deze processen, niet uitdrukbaar in termen van modelveranderlijken, worden vervolgens geparametriseerd en dit vormt dikwijls een foutenbron die sterk het resultaat van het model beperkt.

Sinds enkele jaren modelleert men deze fouten door toevalsprocessen. Deze trend zet zich in de wetenschappelijke literatuur verder. Het hoofdidee erachter is dat zulke krachten het model zullen toelaten de realiteit (trouwens niet gekend) te benaderen en dus de voorspellingscapaciteit te verhogen.

Het onderzoek dat op het KMI in dit domein werd uitgevoerd, heeft aangetoond dat deze voorstelling in bepaalde gevallen kan leiden tot minder goede resultaten. Verschillende scenario's werden geanalyseerd, waarbij de toevalskracht vergeleken werd met een deterministisch gedrag dat typisch van chaotische aard is. Dit onderzoek heeft trouwens geleid tot kwantitatieve uitdrukkingen van het gemiddeld foutgedrag en tot zijn waarschijnlijkheidsverdeling in twee limietdomeinen:

- de korte termijnen die meer specifiek de voorspeller interesseren die zich moet uitspreken over de dagelijkse weersevolutie;

- de lange termijnen, waarbij de fout een saturatiewaarde bereikt, die een bijzonder belang hebben in het perspectief van seizoensvoorspellingen en de klimaatevolutie.

a été comparé avec succès au temps inter-éclair effectivement mesuré durant des orages par le système SAFIR de l'IRM. Ces résultats constituent le point de départ d'une prévision probabiliste des éclairs lors d'une activité orageuse dont les effets souvent dévastateurs restent une préoccupation économique et sociale majeure.

2.2.1.2 L'impact des erreurs dues à la modélisation sur la qualité des prévisions météorologiques et climatiques

L'une des manifestations les plus caractéristiques de la complexité de l'atmosphère est la sensibilité des prévisions issues d'un modèle numérique opérationnel vis-à-vis des erreurs commises sur la forme précise des lois d'évolution des variables en présence ainsi que sur la valeur des paramètres y figurant. Ces incertitudes sont inévitables au vu du fait que, même dans les modèles les plus sophistiqués, le nombre de variables retenues est limité par la résolution et par la connaissance incomplète des processus, surtout ceux à petite échelle. Ces processus, non-exprimables directement en termes des variables du modèle, sont alors paramétrisés et ceci est souvent une source d'erreur affectant fortement la performance du modèle.

Depuis quelques années, une tendance s'est affirmée dans la littérature scientifique, qui consiste à modéliser ces erreurs par des processus relevant du hasard. L'idée qui prévaut étant que de tels "forçages" permettront au modèle de s'approcher de la réalité (par ailleurs incomplètement connue) et d'améliorer alors la capacité de prévision.

Les recherches effectuées à l'IRM dans ce domaine ont montré qu'en réalité, cette représentation peut dans certains cas conduire à de moins bonnes performances. Différents scénarios ont été analysés où le forçage aléatoire a été comparé à un comportement déterministe qui, typiquement, est de nature chaotique. Ces travaux ont par ailleurs conduit à des expressions quantitatives des comportements de l'erreur moyenne et de sa distribution de probabilité dans deux domaines limites :

- les temps courts, qui intéressent plus spécifiquement le prévisionniste amené à se prononcer sur l'évolution journalière du temps;

- les temps longs où l'erreur arrive à une valeur de saturation, qui revêtent une importance particulière dans la perspective des prévisions saisonnières ou de l'évolution du climat.

2.2.1.3 Dynamische en statistische eigenschappen van de regionale modellen

De regionale modellen werden ontwikkeld teneinde de resolutie van de voorspellingen voor bepaalde doelgebieden te verbeteren. De meest courante aanpak is een regionaal model te integreren na als randvoorwaarden de output van een algemeen circulatiemodel opgelegd te hebben. Het gedrag dat voortkomt uit dit type van regionaal model is sterk afhankelijk van de positie en van de grootte van het integratiedomein en van de representativiteit van de gedwongen randvoorwaarden. Het is dus essentieel de impact te analyseren op de kwaliteit van het model van de fouten geïnduceerd door de onzekerheden geassocieerd met de keuze van de randvoorwaarden van het domein. Een studie heeft toegelaten de wetten die de groei van dit type van fouten bepalen in het licht te stellen, zowel in functie van de tijd als van de afstand tussen de boord en het centrum van het regionaal domein.

2.2.1.4 Statistische analyse van tijdreeksen

De problematiek van de klimaatveranderingen kan op verschillende manieren aangepakt worden, in het bijzonder door de analyse van de langdurige tijdreeksen van de temperatuur en door er de statistische eigenschappen van te bepalen. Dit onderzoek speelt een belangrijke rol in de detectie van het signaal van een mogelijke opwarming van de planeet Aarde als gevolg van de toename van het broeikaseffect door antropogene oorzaken. De temperatuur wordt hier beschouwd als een veranderlijke die het klimaat bepaalt, hetzij op een bepaalde plaats, hetzij wereldwijd. De statistische analyse van tijdreeksen kan informatie verschaffen betreffende de veranderingen die zowel op het aardoppervlak als in de oceanen plaatsgrepen.

Verscheidene tijdreeksen werden onderzocht: de wereldwijde globale tijdreeks van de temperaturen van het aardoppervlak en de oceanen, alsook de twee onderscheiden tijdreeksen van de oppervlakte temperatuur van de continenten enerzijds en van de oceanen anderzijds. De samengevoegde waarden komen met een verschillende oorsprong voort uit de unie van de twee reeksen, na de verbeteringen die deze samenvoeging eist. De twee onderscheiden tijdreeksen blijven onverbeterd. De tijdreeksen omvatten de periode 1870-1999 voor de globale reeks en de periode 1870-1995 voor de verschillende reeksen. Een andere tijdreeks bestaat uit de jaarlijkse waarden van de luchttemperatuur te Milaan en omvat de periode 1838-2000.

Teneinde de diversiteit aan te wijzen van het gedrag van enerzijds de gezamenlijke verbeterde globale tijdreeks en anderzijds van de thermometrische tijdreeks aan de Universiteit te Milaan, werd de vergelijking beperkt tot de periode 1870 tot 1999. Alhoewel het instabiele karakter eerder aanwijsbaar is in de lokale reeks dan in de globale

2.2.1.3 Propriétés dynamiques et statistiques des modèles régionaux

Les modèles régionaux ont été développés afin de permettre d'accroître la résolution des prévisions sur certaines régions cibles. L'approche la plus courante est d'intégrer un modèle régional après avoir imposé comme conditions aux bords les sorties d'un modèle de circulation générale. Le comportement engendré dans ce type de modèle régional est fortement dépendant de la position et de la taille du domaine d'intégration et de la représentativité des conditions aux bords imposées. Il est donc essentiel d'analyser l'impact sur la qualité du modèle des erreurs induites par les incertitudes associées au choix des conditions aux bords du domaine. Une étude a permis de mettre en évidence les lois qui régissent la croissance de ce type d'erreurs, tant en fonction du temps que de la distance entre les bords et le centre du domaine régional.

2.2.1.4 Analyse statistique des séries de données

La problématique des changements climatiques peut être abordée de différentes façons : notamment par l'analyse des séries temporelles de température ayant une longue durée en y déterminant leurs propriétés statistiques. Cette recherche joue un rôle important dans la détection d'un signal d'un possible réchauffement de la planète Terre comme conséquence directe de l'augmentation de l'effet de serre due à des causes anthropogènes. La température est considérée ici comme une variable qui détermine le climat soit à un endroit particulier soit globalement. L'analyse statistique des séries temporelles peut nous informer sur les changements et modifications qui ont eu lieu tant sur la surface de la Terre que sur les océans.

Plusieurs séries temporelles ont été examinées : la série mondiale globale de la température de la surface des continents et des océans ainsi que les deux séries distinctes de la température de la surface des continents, d'une part, et des océans, d'autre part. Pour ce qui concerne la série mondiale globale, les valeurs réunies - d'origine différentes - résultent du mixage des deux séries (continents et océans). Un ajustement des valeurs a donc été nécessaire pour permettre cette fusion. Les deux séries distinctes, quant à elles, restent non corrigées. Les séries temporelles couvrent la période 1870-1999 dans le cas de la série globale et celle de 1870-1995, dans le cas des deux séries distinctes. Une autre série est constituée par les valeurs annuelles de la température de l'air à Milan et couvre la période 1838-2000.

Afin de faire ressortir la diversité du comportement, entre d'une part, la série de valeurs jointes globales corrigées et, d'autre part, la série d'observations thermométriques à l'Université de Milan, la comparaison s'est limitée à la période de 1870 à 1999. Quoique l'instabilité soit plus

reeksen, verdwenen in de beide gevallen de laagste temperaturen progressief uit de tijdreeksen.

2.2.2 Schatting van hydrologische Risico's

2.2.2.1 Systeem van Ensemble Voorspellingen en Analyse van hydrologische Risico's

Gaat het morgen regenen? En de volgende dagen? Iedereen stelt zich regelmatig deze vragen, iedereen consulteert met min of meer vertrouwen de weersvoorspellingen, en beoordeelt ze vervolgens met min of meer strengheid in functie van hetgeen geschied is. Voorbij deze kwalitatieve beschouwingen bevindt zich het domein van de kwantitatieve voorspellingen van de neerslag, en meer in het bijzonder de voorspelling van hoogwaters van rivieren, die de verantwoordelijke waterbeheerders interesseren.

Om aan de intrinsieke natuur van onzekerheden betreffende de voorspellingen beter te beantwoorden, heeft het ECMWF te Reading, in het Verenigd Koninkrijk, een EPS (Ensemble Voorspellingssysteem) op punt gezet. Dit systeem bestaat niet enkel uit één enige voorspelling aan de hand van een numeriek weersvoorspellingssysteem maar tevens uit vijftig andere voorspellingen met behulp van hetzelfde model die op hun beurt lichtjes gewijzigde beginvoorwaarden gebruiken. Deze procedure staat toe de onzekerheid te simuleren die gebonden is aan de beschrijving van de toestand van de atmosfeer op het begintijdstip evenals aan de onvolmaaktheden van het model. De ruimtelijke resolutie van het model is 80 km hetgeen minder gedetailleerd is dan de resolutie van 40 km van het model dat het Centrum gebruikt voor de zogenoemde deterministische voorspelling. Op die manier maakt het EPS systeem 51 mogelijke scenario's van het weer voor de tien volgende dagen en brengt zo een waardevolle informatie bij elkaar betreffende de te voorspellen onzekerheid bij een specifieke situatie.

Het onderzoeksproject "Voorspelling en evaluatie van hydrologische risico's in België" (2003-2004) heeft toegelaten van het nut van ensemble voorspellingen voor de neerslag te bewijzen wat betreft de hoge waterstanden van de rivieren. Daarvoor werd ieder van de 51 scenario's voor de neerslag gebruikt als een begingeggeven voor een hydrologisch model. Dit model beschrijft op een vereenvoudigde wijze de watercyclus: een mogelijk sneeuwdek, het water in de vegetatie en het bodemvocht. Deze hoeveelheden worden dagelijks aangepast zoals ook de variaties van de ondergrondse reserves en het water in de rivieren. Het resultaat van het hydrologisch model bestaat uit het debiet van de rivier in een gegeven punt. De 51 bekomen debietwaarden werden vergeleken met de gesimuleerde waarde door gebruik te maken van de waargenomen neerslag. In een meer compleet

marquée dans la série locale que dans les séries globales, dans les deux cas, les températures les plus basses ont progressivement disparu dans les séries.

2.2.2 Estimation des risques hydrologiques

2.2.2.1 Système de Prévisions d'Ensemble et analyse des risques hydrologiques

Plevra-t-il demain? Et les jours suivants? Tout le monde se pose régulièrement ces questions, chacun consulte avec plus ou moins de confiance les prévisions météo, les juge ensuite avec plus ou moins de sévérité au vu de ce qui s'est réellement passé. Au-delà de ces appréciations qualitatives, le problème encore plus difficile des prévisions quantitatives de précipitations intéresse les Autorités responsables de la gestion de l'eau et, en particulier, de la prévision des crues des rivières.

Pour répondre à la nature intrinsèquement incertaine des prévisions, le CEPMMT (Centre Européen pour la Prévision Météorologique à Moyen terme) basé à Reading, au Royaume Uni, a développé un EPS (Système de Prévisions d'Ensemble). Ce système consiste à réaliser non seulement une prévision à l'aide d'un modèle numérique de prévision du temps mais aussi cinquante autres prévisions à l'aide du même modèle utilisant des conditions initiales légèrement perturbées. Cette procédure permet de simuler l'incertitude liée à la description de l'état de l'atmosphère au début de la prévision de même qu'à l'imperfection du modèle. La résolution spatiale du modèle est de 80 km, ce qui est moins détaillé que la résolution de 40 km du modèle que le CEPMMT utilise pour la prévision appelée déterministe. Ainsi, le système EPS produit 51 scénarios possibles du temps pour les dix prochains jours et apporte ainsi une information précieuse sur l'incertitude à prévoir une situation particulière.

Le projet de recherche "Prévision et évaluation des risques hydrologiques en Belgique" (2003-2004) a permis de démontrer l'utilité des prévisions d'ensemble de précipitations dans la prévision des crues des rivières. Pour cela, chacun des 51 scénarios de précipitations pour les jours suivants a été utilisé comme donnée d'entrée d'un modèle hydrologique. Ce modèle décrit d'une manière simplifiée le cycle de l'eau: une éventuelle couche de neige, l'eau retenue dans la végétation et le contenu en eau du sol. Ces quantités sont mises à jour, de même que les variations des réserves souterraines et du volume de l'eau des rivières. Le résultat du modèle hydrologique est le débit de la rivière en un point donné. Les 51 valeurs de débit obtenues sont comparées à la valeur simulée en utilisant les précipitations observées. Dans un système plus complet, la vérification se ferait avec les débits mesurés.

systeem zal de verificatie gebeuren met gemeten debieten.

Dit systeem van hydrologische ensemble voorspellingen werd geverifieerd door de archieven sinds 1997 van het Centrum te Reading te gebruiken. In het bijzonder had de verificatie betrekking op de waarschijnlijkheid dat het debiet een gegeven drempel overschrijdt - bijvoorbeeld het debiet dat gemiddeld slechts in 5 % van de waarnemingen overschreden wordt. Voor de beide geteste stroombekkens, de Demer te Diest en de Ourthe te Tabreux, heeft de verificatie aangetoond dat de voorspellingen efficiënt waren. In de winter duurt de efficiëntie tot minstens 9 dagen.

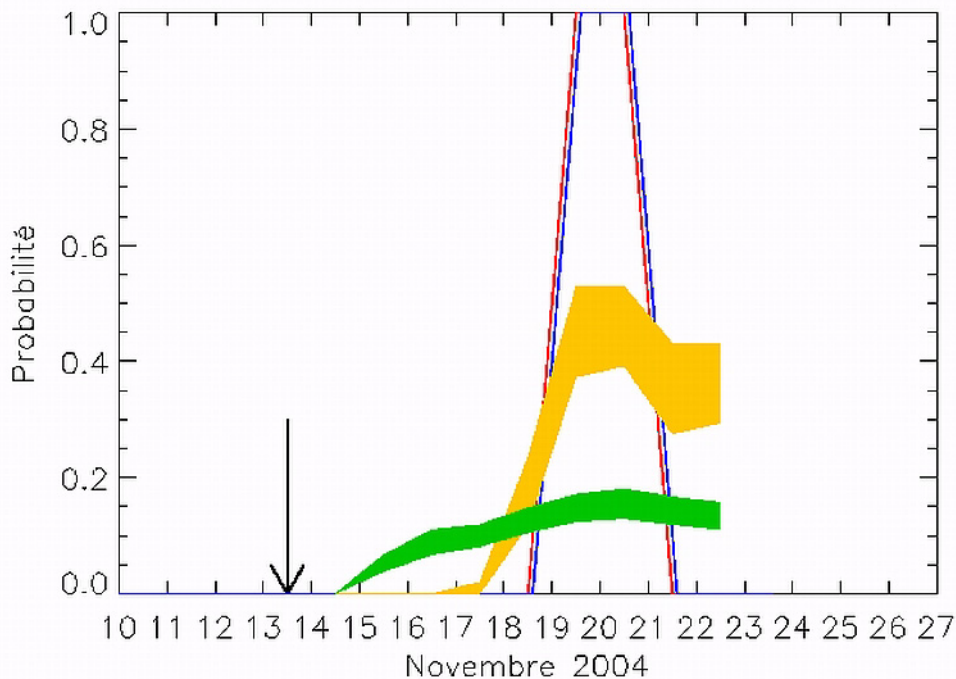
De volgende figuur toont dat de waarschijnlijkheid van de voorspellingen van de hoge waterstanden van de Demer die konden gemaakt worden op basis van de voorspellingen van het Centrum te Reading op 13 november 2004. Het signaal voor een risico op de 19de november is erg duidelijk: de oranje band (met de meteorologische voorspellingen) ligt significant boven de groene band (zonder meteorologische voorspellingen) en het bereikt reeds een waarschijnlijkheid van 40 à 50 %. De kennis van een dergelijk risico zes dagen vooraf moet noodzakelijkerwijze bijdragen tot de veiligheid van personen en goederen. Noteer hier dat op de 18de november 2004 een waarschuwingsadvies door het systeem Operationeel Bekken Model - Demer van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap gegeven werd en dat de drempel weerhouden voor de waarschijnlijkheidsrekening effectief overschreden werd op de 19de november 2004.

De meteorologische ensemble voorspellingen brengen dus een informatie die, indien deze gebruikt wordt in een hydrologisch model, zou toelaten van vroegtijdige waarschuwingssystemen voor hoogwaters uit te bouwen.

Ce système de prévision hydrologique d'ensemble a été vérifié en utilisant les archives du CEPMMT depuis 1997. En particulier, la vérification a porté sur la probabilité que le débit dépasse un seuil donné - par exemple, le débit qui, en moyenne, n'est dépassé que dans 5 % des observations. Pour les deux bassins versants testés, le Démer à Diest et l'Ourthe à Tabreux, la vérification a montré que les prévisions sont efficaces. En hiver, leur efficacité persiste jusqu'à 9 jours au moins.

Par exemple, la figure suivante montre les prévisions de probabilité de crue du Démer qui auraient pu être émises sur la base des prévisions du CEPMMT du 13 novembre 2004. Le signal d'un risque pour le 19 novembre est particulièrement clair: la bande orange (avec les prévisions météorologiques) est significativement supérieure à la bande verte (sans les prévisions météorologiques) et elle atteint déjà une probabilité de 40 à 50 %. La connaissance d'un tel niveau de risque six jours à l'avance doit contribuer à l'amélioration de la sécurité des personnes et des biens. Notons que le 18 novembre un avis d'alerte a été donné par le système OBM-Demer (Operationele Bekken Model - Demer) du Ministère de la Communauté Flamande et que le seuil utilisé pour les calculs de probabilité a été effectivement dépassé le 19 novembre 2004.

Les prévisions météorologiques d'ensemble apportent donc une information qui, si elle était utilisée dans un modèle hydrologique, permettrait la mise en œuvre de systèmes d'alertes précoces des crues.



Figuur 2.8. Voorspelling van de waarschijnlijkheid dat het debiet van de Demer te Diest groter is dan 2 mm dag⁻¹; de pijl toont het begin van de voorspelling, de 13de november 2004, in het groen: de voorspelling gerealiseerd door gebruik te maken van de regenval uit de klimatologische archieven (1971-2000), in het geel: voorspelling gerealiseerd door gebruik te maken van de ensemble voorspellingen van het Centrum te Reading, in het blauw: a posteriori verificatie door waargenomen debieten (0: de drempel wordt niet overschreden, 1: de drempel wordt overschreden), in het rood: idem voor een gesimuleerd referentiedebiet.

Figure 2.8. Prévission de la probabilité que le débit du Démer à Diest soit supérieur à 2 mm jour⁻¹; la flèche indique le début de la prévision, le 13 novembre 2004, en vert: prévision réalisée en utilisant des scénarios de pluies tirés des archives climatologiques (1971-2000), en jaune: prévision réalisée en utilisant les prévisions d'ensemble du CEPMMT, en bleu: vérification a posteriori avec les débits observés (0: le seuil n'est pas dépassé, 1: le seuil est dépassé), en rouge: idem avec un débit simulé de référence.

2.2.2.2 Intense neerslag en hydrologische risico analyse

Eén van de missies van het KMI bestaat erin een advies te geven over het zeldzame karakter van een meteorologische gebeurtenis die aanleiding gaf tot een natuurramp. Dit advies laat eventueel toe de slachtoffers te vergoeden. Een der voorwaarden voor de interventie van het Rampenfonds is dat de onderliggende klimaatgebeurtenis als exceptioneel beschouwd wordt. Het criterium voor de neerslag is een terugkeerperiode groter dan 20 jaar. Of beter gezegd, een neerslaggebeurtenis zal als uitzonderlijk beschouwd worden indien het zich gemiddeld éénmaal om de 20 jaar voordoet met een grotere of gelijke intensiteit. Ofwel, wat equivalent is, indien de waarschijnlijkheid van voorkomen van een gebeurtenis met een even grote intensiteit, in de loop van één jaar, gelijk is aan 1 kans op 20.

Een werktuig dat vrij voorkomend gebruikt wordt in de hydrologische risico analyse en dat IDF (Intensiteit-Duur-Frequentie)-krommen genoemd wordt bevat de essentiële informatie betreffende de extreme neerslaggebeurtenissen op een bepaalde plaats. Deze krommen bepalen een relatie tussen de intensiteit i uitgedrukt in mm/h , de terugkeerperiode T uitgedrukt in

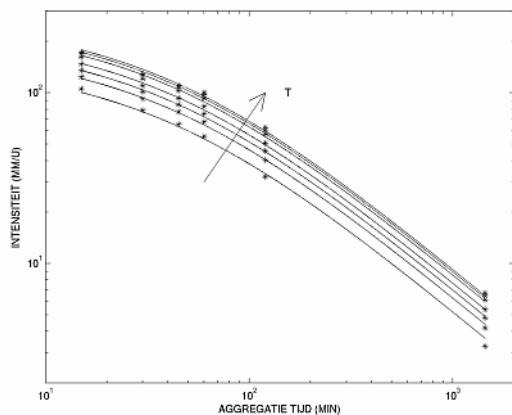
2.2.2.2 Précipitations intenses et analyse des risques hydrologiques

Une des missions de l'IRM est de donner un avis sur le caractère rare d'un événement météorologique responsable d'une catastrophe naturelle. Cet avis permet le cas échéant d'indemniser les victimes. Une des conditions pour que l'intervention du Fonds des Calamités soit effective est que l'événement climatique sous-jacent à la catastrophe soit considéré comme exceptionnel. En ce qui concerne les pluies, le critère est d'avoir une période de retour supérieure à 20 ans. Plus précisément, un événement pluvieux donné sera qualifié d'exceptionnel s'il se produit, avec une intensité supérieure ou égale, en moyenne une fois tous les 20 ans. Ou, ce qui est équivalent, si la probabilité d'occurrence d'un événement d'aussi grande intensité, au cours d'une année complète, soit égale à 1 chance sur 20.

Un outil largement utilisé en gestion de risques hydrologiques et dénommé courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) pour les événements pluvieux reprend l'information essentielle concernant les extrêmes pluvieux en un endroit donné. Ces courbes déterminent une relation entre l'intensité i exprimée en mm/h , la période de retour T exprimée en années et la durée d'agrégation d .

jaren en de aggregatietijd d hier uitgedrukt in minuten. Deze relatie wordt gewoonlijk door een niet-lineair model uitgedrukt met een aantal parameters. Deze laatste worden geschat op basis van een aantal extreme neerslaggegevens voor een geheel van aggregatietijden en terugkeerperioden die door de gebruiker gekozen worden.

Een type van IDF relatie werd verbeterd en werd getest op de gegevens van pluviometrische stations met totaal verschillende pluviometrische regimes, d.w.z., in België en in Kongo. Het is moeilijk om deze relatie in Kongo te kwantifiëren gezien deze gegevens er zeer schaars zijn. De krommen bekomen voor deze verschillende stations werden vergeleken. De vergelijking heeft toegelaten de robuustheid van de methodologie voor het bekomen van de IDF relatie te testen. De vergelijking uitgevoerd voor stations met heel verschillende pluviometrische regimes (tropisch vochtig klimaat vs. een gematigd zeeklimaat) heeft eveneens toegelaten van beter de fysische interpretatie toegekend aan iedere parameter van de formulering te begrijpen. Dit inzicht heeft de ontwikkeling toegelaten van een meer robuuste schattingsmethode voor de parameters van de IDF relatie. De parameters worden in twee opeenvolgende stappen geschat; deze methode werd met succes toegepast op het geheel van de pluviometrische stations beheerd door het KMI.



Figuur 2.9. Intensiteit-Duur-Frequentie krommen voor de neerslag waargenomen in het eco-klimatologisch station van Yangambi (Kongo) gedurende de periode 1950-1983. De abscis stelt de aggregatietijd voor, uitgedrukt in minuten, terwijl de ordinaat de extreme neerslaghoeveelheid, uitgedrukt in millimeters per uur, voorstelt. De sterretjes stellen dan de extreme neerslaghoeveelheden voor die geschat werden voor een geheel van aggregatietijden en terugkeerperioden. Zeven terugkeerperioden werden gekozen, namelijk 2, 5, 10, 20, 50, 75 en 100 jaar terwijl de waargenomen aggregatietijden 15, 30, 45, 60, 120 en 1440 minuten (ofwel 1 etmaal) waren. De pijl duidt de stijgende zin aan voor de terugkeerperiode.

2.2.3 Schatting van de evapotranspiratie over Europa

Het grondsegment van EUMETSAT toepassingen verrijkt zich momenteel door de ontwikkeling van een nieuw netwerk van elementen verdeeld in Europa: het netwerk

Cette relation, décrite le plus souvent par un modèle non-linéaire dépendant d'un certain nombre de paramètres, s'estime le plus souvent par ajustement à un ensemble de valeurs pluvieuses extrêmes préalablement estimées pour un ensemble de durées d'agrégation et de périodes de retour choisies par l'utilisateur.

Un type de relation IDF particulier a été amélioré et appliqué à des stations pluviométriques situées dans deux régimes pluvieux extrêmement différents, plus précisément, en Belgique et au Congo. Cette relation est relativement difficile à obtenir pour la région du Congo, vu la rareté des données disponibles. La comparaison des courbes obtenues pour ces différentes stations a également été effectuée et a permis de tester la robustesse de la méthodologie relative à l'obtention de la relation IDF. Cette comparaison, effectuée pour des stations appartenant à des régimes pluviométriques très différents (climat tropical et humide par rapport à un climat maritime tempéré) a également permis de mieux comprendre l'interprétation physique à attribuer à chacun des paramètres de la formulation. Cette compréhension a permis le développement d'une méthode plus robuste d'estimation des paramètres de la relation IDF, dans laquelle les paramètres sont estimés en deux étapes successives; cette méthode a été appliquée avec succès pour l'ensemble des stations pluviométriques gérées par l'IRM.

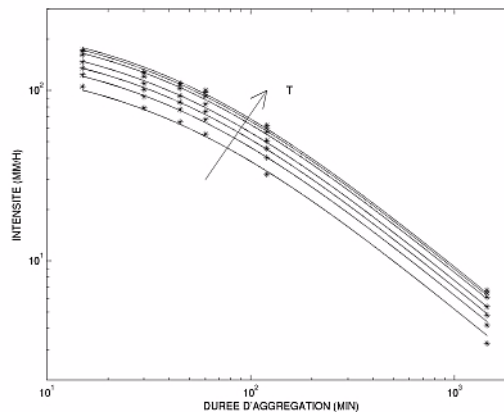


Figure 2.9. Courbes Intensité-Durée-Fréquence pour les précipitations observées à la station éco-climatologique de Yangambi (Congo) durant la période 1950-1983. L'abscisse indique la durée d'agrégation, exprimée en minutes, tandis que l'ordonnée indique l'intensité pluvieuse extrême, exprimée en millimètres par heure. Les étoiles (*) représentent quant à elles les valeurs pluvieuses extrêmes estimées pour un ensemble de durées d'agrégation et de périodes de retour. Sept périodes de retour ont été choisies: 2, 5, 10, 20, 50, 75 et 100 années tandis que les temps d'agrégation observés étaient 15, 30, 45, 60, 120 et 1440 minutes (ou 1 jour). La flèche indique le sens croissant pour la période de retour T

2.2.3 Estimation de l'évapotranspiration sur l'Europe

Le segment d'applications au sol d'EUMETSAT s'enrichit actuellement par le développement d'un nouveau réseau d'éléments distribués à travers l'Europe: le réseau de

van de SAFs (Satellite Application Facility). Iedere SAF wordt gecoördineerd door een centrum dat belast werd met de ontwikkeling van nieuwe producten, die afgeleid worden uit de waarnemingen van Europese satellieten.

De SAF-Land of LSA-SAF (Land Surface Application) is specifiek gewijd aan de studie van de landoppervlakten. Het heeft tot objectief de exploitatie van de gegevens afkomstig van de satellieten van de reeks MSG om er verschillende oppervlakteparameters zoals de radiatieve fluxen aan de oppervlakte en de karakteristieken van het vegetatiedek uit af te leiden. De evapotranspiratie is een der kernelementen van de waterbalans en zijn bepaling is dus van kapitaal belang in hydrologische, hydrometeorologische en meteorologische studies. De zending van de SAF-Land onderzoekseenheid op het KMI bestaat erin van een algoritme op punt te stellen dat de evapotranspiratie over Europa op een operationele wijze kan bepalen door middel van teledetectie.

Een consistent algoritme bestaande uit een vereenvoudigde versie van het interactief schema SVAT (bodem-vegetatie-atmosfeer) uit het ECMWF-model werd opgesteld en geïmplementeerd. De ruimtelijke resolutie van $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ die gebruikt werd voor de begintesten werd in 2004 vervangen door deze van MSG (3 km X 3 km op het ondersatelliet punt). De eerste zichtbare incident fluxen en de eerste resultaten voor het albedo over Europa werden gegenereerd door de partners van de SAF-Land op het einde van 2004. Deze resultaten werden aanstonds geïntegreerd in het algoritme van de berekening van de evapotranspiratie. Anderzijds werd de validatie van het algoritme verder gezet door vergelijkende testen op het niveau van 3 Europese stations: Cabauw (NL), MUREX (F) en Lindenberg (D). De site MUREX (Monitoring the Usable soil Reservoir Experimentally) is 30 km verwijderd van Toulouse en werd heel speciaal ontworpen om de SVAT schema's van de meteorologische modellen te valideren.

2.2.4 Studies van atmosferisch ozon

2.2.4.1 Evolutie van de dikte van de ozonlaag te Ukkel

Er is nog steeds grote onzekerheid over de toekomstige evolutie van de dikte van de ozonlaag door de mogelijke koppeling met de klimaatwijzigingen, die op hun beurt ook zeer moeilijk voorspelbaar zijn. Gelet op deze onzekerheden en de grote schommelingen die optreden van jaar tot jaar, is het nog te vroeg om de toename van de dikte van de ozonlaag gedurende de laatste jaren te Ukkel (Figuur 2.10) al te interpreteren als een definitief herstel ervan. Wel kunnen we de trend opsplitsen in twee perioden. Als we voortgaan op de metingen van de chloor en broomverbindingen in de atmosfeer, dan verwachten we een herstel vanaf ongeveer 1997. In de figuur werd er dan ook een afzonderlijke trend berekend voor de periode

SAFs (Satellite Application Facility). Chaque SAF est coordonné par un centre auquel est confié le développement de nouveaux produits dérivés des observations des satellites météorologiques européens.

La SAF-Land ou LSA-SAF (Land Surface Application) est spécifiquement dévolue à l'étude des surfaces terrestres. Elle a pour objectif l'exploitation des données issues des satellites de la série MSG pour en déduire différents paramètres de la surface tels que les flux radiatifs de surface et les caractéristiques du couvert végétal. L'évapotranspiration est un des éléments clé du bilan d'eau et sa détermination revêt donc une importance capitale dans les études hydrologiques, hydrométéorologiques et météorologiques. La mission du groupe SAF-Land à l'IRM consiste à mettre au point un algorithme capable de déterminer, par télédétection, l'évapotranspiration au-dessus de l'Europe de manière opérationnelle.

Un algorithme consistant en une version simplifiée du schéma d'interaction SVAT (sol-végétation-atmosphère) du modèle du ECMWF a été établi et implémenté. La résolution spatiale de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ qui avait été utilisée pour les tests initiaux a été remplacée en 2004 par celle de MSG (3 km \times 3 km au point sous-satellite). Les premiers flux visibles incidents et les premiers résultats d'albedo sur l'Europe ont été générés par les partenaires de la SAF-Land à la fin de l'année 2004. Ces résultats ont aussitôt été intégrés dans l'algorithme de calcul de l'évapotranspiration. Par ailleurs, la validation de l'algorithme a été poursuivie par des tests comparatifs au niveau de 3 stations européennes: Cabauw (NL), MUREX (F) et Lindenberg (D). Le site MUREX (Monitoring the Usable soil Reservoir Experimentally), situé à 30 km de Toulouse, a été conçu tout spécialement pour valider les schémas SVAT des modèles météorologiques.

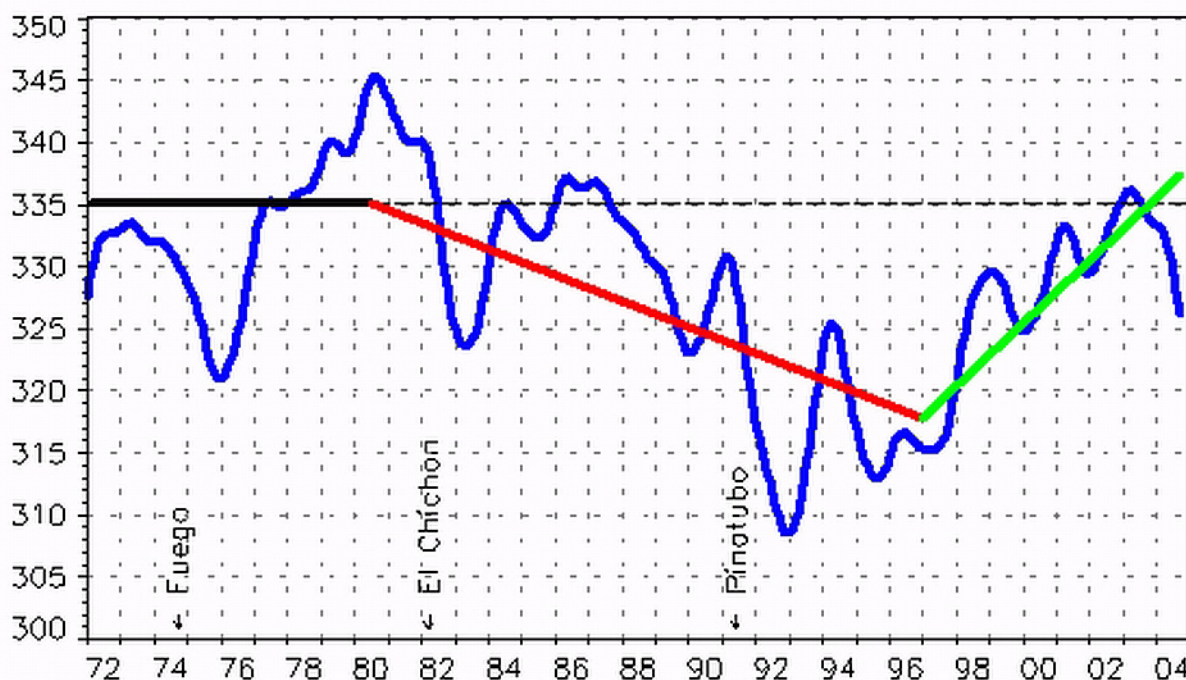
2.2.4 Etude de l'ozone atmosphérique

2.2.4.1 Evolution de l'épaisseur de la couche d'ozone à Uccle

Il est, à l'heure actuelle, encore très difficile de prévoir l'évolution future de la couche d'ozone. Cette difficulté survient du fait du couplage possible entre la couche d'ozone et le climat et les incertitudes qui pèsent sur son évolution. Au vu de ces incertitudes et des variations importantes qui surviennent d'une année à l'autre, il est encore trop tôt pour pouvoir interpréter la hausse de l'épaisseur de la couche d'ozone observée ces dernières années à Uccle (Figure 2.10) comme étant un rétablissement de la couche d'ozone. Nous pouvons néanmoins séparer la tendance observée en deux périodes. Si l'on observe les concentrations en chlore et brome dans l'atmosphère, nous devrions pouvoir

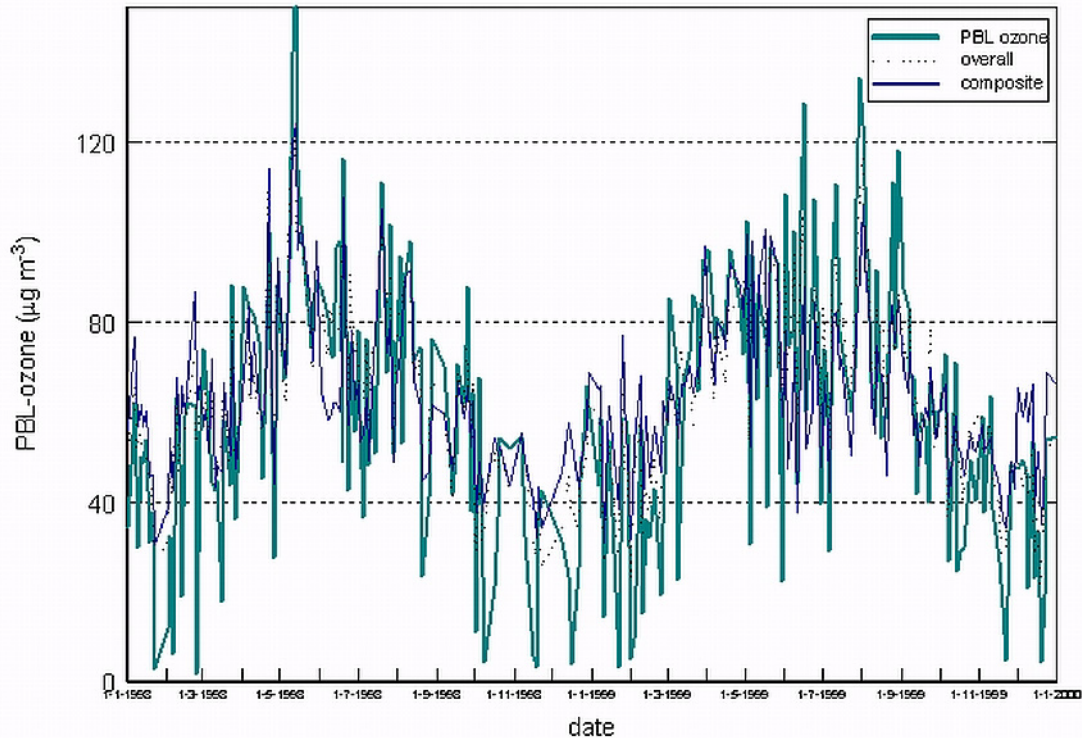
1980-1996 en 1997-2003. Op deze manier vinden we een afname met $-0.3\%(\pm 0.1\%)$ per jaar in de periode 1980-1996, en een toename met $0.8\%(\pm 0.3\%)$ per jaar voor de periode 1997-2004. Men moet wel voorzichtig zijn bij de interpretatie van de trends over kortere periodes omdat er een zeer grote jaar tot jaar variabiliteit is door de verschillen in dynamische activiteit van de atmosfeer. De belangrijkheid van de dynamica op onze breedtegraad maakt dat de trends sterk afhankelijk zijn van de gekozen periodes en verstoringen zoals vulkaanuitbarstingen (tijdstippen van enkele belangrijke uitbarstingen zijn aangeduid op Figuur 2.10). De recente waarnemingen wijzen dus in de richting van een herstel, maar daarnaast veroorzaakt de grote variabiliteit belangrijke onzekerheden zodat het nog te vroeg is om van een definitief herstel van de ozonlaag te kunnen spreken.

observer un rétablissement de la couche d'ozone à partir de 1997. Sur la Figure 2.10, nous avons calculé séparément les tendances pour les périodes 1980-1996 et 1997-2004. De cette manière, nous trouvons une diminution de $-0.3\%(\pm 0.1\%)$ par an durant la période 1980-1996 et une augmentation de $+0.8\%(\pm 0.3\%)$ par an pour la période 1997-2004. L'interprétation de ces tendances sur des courtes périodes de temps restent bien sûr délicates étant donné la grande variabilité de la couche d'ozone d'une année à l'autre due à la variabilité dans la dynamique atmosphérique. L'importance de la dynamique sur la précision des tendances fait que celles-ci sont fortement dépendantes des périodes choisies ou d'événements ponctuels tels que des éruptions volcaniques (les dates de certaines éruptions volcaniques importantes sont indiquées Figure 2.10). Les observations les plus récentes semblent donc indiquer un rétablissement mais la grande variabilité introduit d'importantes incertitudes et il est trop tôt pour pouvoir parler d'un rétablissement définitif de la couche d'ozone.



Figuur 2.10. De evolutie van het jaarlijks gemiddelde van de dikte van de ozonlaag (blauwe lijn) zoals gemeten met spectrofotometers te Ukkel. Het zwarte lijnstuk is een weergave van het gemiddelde over de periode 1971-1980. De rode lijn geeft de gemiddelde daling weer in de periode tot eind 1996, en de groene de meest recente positieve evolutie.

Figure 2.10. Evolution de l'épaisseur moyenne annuelle de la couche d'ozone mesurée par des spectrophotomètres à Uccle (courbe bleue). La ligne noire représente la valeur moyenne pour la période 1971-1980. La ligne rouge donne la décroissance moyenne jusque 1996 et la ligne verte représente l'augmentation observée récemment.



Figuur 2.11. Ozon in de planetaire grenslaag, zoals waargenomen met ozonpeilingen te Ukkel (groene lijn), en zoals afgeleid uit met een samengesteld (één voor elk seizoen) model (blauwe lijn). De puntjeslijn toont de resultaten van een enkelvoudig model (één model voor het ganse jaar).

Figure 2.11. Concentrations en ozone dans la couche limite planétaire mesurée par sondages atmosphériques à Uccle (ligne verte). La courbe bleue est la reconstitution des observations moyennées par saison et reconstruites par le modèle. La courbe pointillée montre le résultat d'un modèle simple (un seul modèle pour toute l'année).

De afhankelijkheid van ozon in de planetaire grenslaag (van bij de grond tot een hoogte van ongeveer 500 tot 1000m en meer, afhankelijk van het seizoen) van meteorologische parameters en van stikstofoxide concentraties (NO_x) werd bestudeerd met een statistisch model. Als verklarende parameters werden onder andere de temperatuur, de windsnelheden, de hoeveelheid zonneshijns en de NO_x concentratie weerhouden. Het model is in staat een groot deel (63%) van zowel de jaarlijkse cyclus als de meeste van de snelle dag tot dag variaties te verklaren (Figuur 2.11). Uit de vergelijking van resultaten met de peilingen in Ukkel en data van Payerne in Zwitserland, blijkt dat de gemiddelde ozonconcentratie in de grenslaag, representatief is voor een groter gebied dan waarnemingen nabij de grond. Bovendien blijkt dat voor een nauwkeurigere beschrijving van de ozonpieken ook rekening zal moeten gehouden worden met de dynamica van de atmosfeer.

A l'aide d'un modèle statistique, nous avons étudié l'influence de certains paramètres météorologiques et de la concentration en oxydes d'azote (NO_x) sur l'ozone dans la couche limite planétaire (depuis le sol jusqu'à environ 500 à 1000 mètres d'altitude, ou plus selon la saison). Les paramètres importants qui ont été retenus étaient entre autres : la température, la vitesse du vent, l'insolation et la concentration en NO_x. Le modèle est capable de reproduire une part importante (63%) du cycle saisonnier ainsi que des variations rapides d'un jour à l'autre (Figure 2.11). D'après la comparaison de nos résultats avec des sondages réalisés à Uccle et avec des données de Payerne (Suisse), il semble que la concentration moyenne en ozone dans la couche limite planétaire soit en fait représentative pour une région plus étendue que la région la plus proche du sol uniquement. De plus, il semble que la dynamique atmosphérique soit importante si l'on veut pouvoir reproduire de façon précise les pics d'ozone.

2.2.4.3 Analyse van ozonprofielen

De variabiliteit van de dikte van de ozonlaag boven een bepaalde plaats hangt af van meerdere veranderlijken. Over lange periodes (meerdere jaren of zelfs meerdere decennia) kan de gemiddelde waarde van de dikte van de ozonlaag variëren tengevolge van de eventuele afbraak van ozon door pollutanten maar ook ten gevolge van veranderingen in de algemene luchtcirculatie.

Het is niet eenvoudig deze twee invloeden van elkaar te scheiden en verschillende benaderingen zijn mogelijk. Een eenvoudige methode werd toegepast op de ozongegevens afkomstig van de ozonpeilingen die aan het KMI driemaal per week sinds meer dan 35 jaren uitgevoerd worden. In deze benadering werd de variabiliteit van de algemene luchtcirculatie gemodelleerd aan de hand van de afwisseling van lagen in de atmosfeer waar de ozonconcentratie hoog en laag is, zoals waargenomen uit de ozonpeilingen. Deze afwisseling van ozonrijke en ozonarme luchtlagen is te wijten aan het over elkaar glijden van luchtmassa's van verschillende oorsprong boven onze streken en houdt dus direct verband met de algemene luchtcirculatie.

Deze studie heeft aangetoond dat er aanzienlijke koppelingen bestaan tussen de ozonlaag en de atmosferische circulatie, meer bepaald in de lage stratosfeer (tussen 12 en 20 km). In dit hoogtegebied van de atmosfeer, waar over de laatste decennia een belangrijke daling van de ozonconcentraties opgetreden is, kan het grootste gedeelte van de waargenomen daling toegeschreven worden aan fluctuaties van de algemene luchtcirculatie. De chemische afbraak van ozon speelt hier een te zwakke rol om waarneembaar te zijn. Onderstaande grafiek toont hoe de jaarlijkse variaties van de ozonhoeveelheid gereproduceerd worden door het model.

Wat de totale dikte van de ozonlaag betreft laat het model eveneens toe het grootste gedeelte van de variabiliteit te verklaren; in dit geval is het evenwel noodzakelijk om een dalende trend van 3% per decennium in te voeren, die zou kunnen toegeschreven worden aan chemische afbraak.

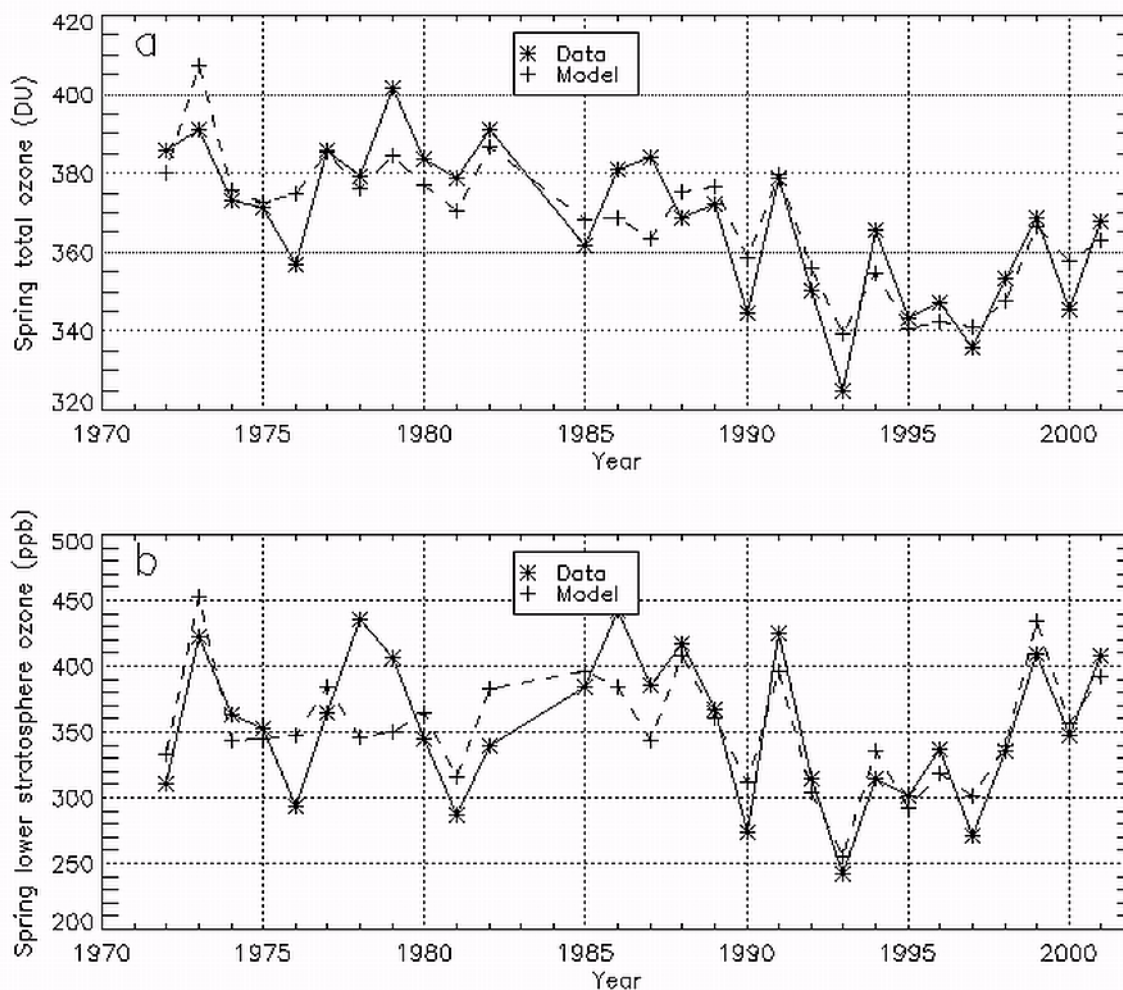
2.2.4.3 Analyse des profils d'ozone

La variabilité de l'épaisseur de la couche d'ozone en un lieu donné dépend de nombreux paramètres. Sur de longues périodes de temps (plusieurs années, voire plusieurs décennies), la valeur moyenne de l'épaisseur de la couche d'ozone peut varier suite à la destruction éventuelle de l'ozone par les polluants mais aussi suite à des modifications de la circulation des masses d'air dans l'atmosphère.

Il n'est pas aisé de séparer ces deux influences et plusieurs approches sont possibles pour y parvenir. Une solution simple a été appliquée aux données d'ozone recueillies par sondages d'ozone, effectués par l'IRM plusieurs fois par semaine depuis plus de trente ans. Dans cette approche, nous avons modélisé la variabilité de la circulation atmosphérique en observant l'alternance de couches d'air plus ou moins riches en ozone observées dans les sondages. Cette alternance de couches riches et pauvres en ozone est due à la rencontre de masses d'air d'origines très différentes au-dessus d'Uccle et est donc reliée directement à la circulation atmosphérique.

Cette étude a montré que d'importants couplages existent entre la couche d'ozone et l'atmosphère, en particulier dans la basse stratosphère (12 à 20 km d'altitude). Dans cette partie de l'atmosphère où l'on a observé ces dernières décennies une diminution parfois importante des concentrations en ozone, la plus grande partie de la diminution observée peut être attribuée à des fluctuations dans la circulation atmosphérique. La destruction chimique de l'ozone par la pollution atmosphérique joue un rôle trop faible pour être décelable ici. Le graphique ci-dessous illustre comment les variations annuelles de la quantité d'ozone observé est reproduite par le modèle.

En ce qui concerne l'épaisseur totale de la couche d'ozone (et non plus uniquement l'ozone dans la basse stratosphère), le modèle développé permet également d'expliquer la majeure partie de la variabilité mais il est nécessaire d'introduire une tendance à la baisse de la quantité totale d'ozone de 3% par décennie qui serait attribuable à une destruction par la pollution.



Figuur 2.12. Modelling van de variabiliteit van de ozonlaag te Ukkel. De volle lijnen in de grafiek zijn de gemeten waarden van de dikte van de ozonlaag (a) en de ozonconcentratie in de lage stratosfeer (b). De stippellijnen stellen de gereconstrueerde tijdreeksen aan de hand van modellering voor.

Figure 2.12. Modélisation de la variabilité de la couche d'ozone à Uccle. Ce graphique représente en trait plein les valeurs mesurées de l'épaisseur de la couche d'ozone (a) et de la concentration en ozone dans la basse stratosphère (b). Le trait pointillé représente la série reconstruite à l'aide du modèle.

2.2.5 Project ESA

Het KMI heeft samen met de twee andere wetenschappelijke instellingen van de Pool Ruimte en de firma CREACTION deelgenomen aan het pilootproject "Space Weather" van de ESA (Europees Ruimteagentschap) met tot doel de studie van de effecten van ruimtemeteorologie op de menselijke activiteiten op aarde en in de ruimte zoals:

- bestraling van navigatiepersoneel of astronauten;
- informaticaproblemen aan boord van lijnvliegtuigen;
- beschadiging en zelfs vernieling van satellieten;
- verzwakking of onderbreking van radiotransmissies;
- verslechteren en zelfs onmogelijk maken van precisiepositionering gebaseerd op GPS.

2.2.5 Projet ESA

L'IRM conjointement avec les deux autres institutions scientifiques du Pôle Espace et l'entreprise CREACTION a participé au projet pilote "Météorologie de l'Espace" (Space Weather) de l'ESA (Agence Spatiale Européenne), dont le but est l'étude de l'effet de la météorologie de l'espace sur les activités humaines sur terre et dans l'espace, et d'en prédire les effets, tels que:

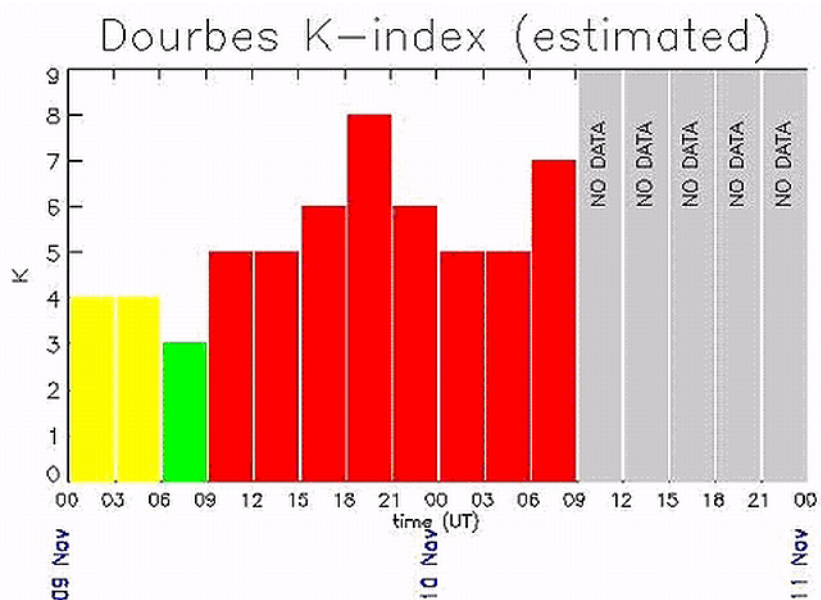
- l'irradiation du personnel navigant ou des astronautes;
- les pannes informatiques à bord d'avions de ligne;
- la dégradation voire la destruction de satellites;
- les transmissions radio atténuées ou interrompues;
- la dégradation voire l'impossibilité du positionnement de haute précision basé sur le GPS.

Het KMI en de KSB realiseren een informatiesysteem en een in quasi reële tijd alarmsysteem voor de gebruikers van GPS (Global Positioning System) betreffende de foutpositionering te wijten aan ionosfeerstoringen en geomagnetische stormen. Het KMI levert in reële tijd de totale elektroneninhoud bekomen door ionosfeerpeilingen met de Digisonde te Dourbes. Dit laat toe dezelfde parameter aangebracht door GPS te valideren. Het verzekert eveneens in reële tijd de automatische transfer naar de KSB van de metingen van het geomagnetische veld.

De determinatie van de geomagnetische K-index van Dourbes werd geautomatiseerd en wordt in reële tijd doorgestuurd naar de KSB. Deze index die de activiteit van het aardmagnetische veld weergeeft dient als basismeting om alarmen per e-mail en sms te versturen in het geval van geomagnetische storingen. (Figuur 2.13) Deze gegevens zijn in quasi reële tijd op internet toegankelijk via een beschermde link. (<http://gpsatm.oma.be>).

L'IRM et l'ORB développent un système d'information et un système d'alerte en temps réel pour les utilisateurs du GPS (Global Positioning System) concernant l'erreur de positionnement due aux perturbations ionosphériques et aux tempêtes géomagnétiques. L'IRM fournit en temps réel le contenu électronique total obtenu par des sondages ionosphériques avec la Digisonde à Dourbes. Ceci permet la validation du même paramètre donné par le GPS. Il assure également le transfert automatique vers l'ORB en temps réel des mesures du champ géomagnétique.

La détermination de l'indice géomagnétique K de Dourbes a été automatisée et son transfert automatique en temps réel vers l'ORB est assuré. Cet indice qui reflète l'activité du champ magnétique terrestre sert comme une mesure de base pour l'envoi des alertes par e-mail ou sms lors de conditions géomagnétiques perturbées (Figure 2.13). Ces données sont accessibles en temps quasi réel par Internet via un lien sécurisé (<http://gpsatm.oma.be>).



Figuur 2.13. Voorbeeld van geomagnetische storingen. De verschillende kleuren tonen de staat aan van de variatie van de intensiteit van het geomagnetische veld. Een groene zuil geeft een index $K < 4$ aan, een gele $K = 4$ en een rode $K > 4$. Alarmberichten worden verstuurd vanaf een index $K = 5$.

Figure 2.13. Exemple de conditions géomagnétiques perturbées. Les différentes couleurs indiquent l'état de la variation de l'intensité du champ géomagnétique. Bâtonnets verts : indice $K < 4$, bâtonnets jaunes : $K = 4$, bâtonnets rouges : $K > 4$. Les messages d'alerte sont envoyés à partir d'un indice $K > 5$.

Als voortzetting van het onderzoek uitgevoerd in het kader van het pilootproject "Space Weather" van de ESA, en in het bijzonder in het gedeelte verbonden aan de voorspelling van de ionosferische activiteit, heeft het KMI zich momenteel gebogen over een nieuw project met als objectief de ontwikkeling en de validatie van een empirisch-statistisch model voor de voorspelling van de totale elektroneninhoud bij storingen van het "Space Weather" voor gebruikers van GPS.

Comme continuité de la recherche effectuée dans le cadre du projet pilote "Space Weather" de l'ESA, plus particulièrement, dans la partie liée à la prévision de l'activité ionosphérique, l'IRM se penche actuellement sur un nouveau projet avec pour objectif le développement et la validation d'un modèle empirique-statistique pour la prévision du contenu électronique total lors de conditions perturbées du "Space Weather", à l'intention des utilisateurs des systèmes GPS. En effet, la météorologie de l'espace en dehors de ses périodes calmes est à l'origine de perturbations géomagnétiques et

Inderdaad is de ruimtemeteorologie, buiten de kalme periodes, de bron van geomagnetische en ionosferische storingen die de hoge precisiepositionering via GPS sterk kunnen verminderen en zelfs onmogelijk maken. Momenteel zijn ionosfeerstormen storingen die nog een belangrijke betrouwbaarheidsbeperking kunnen betekenen van de gemeten positie in reële tijd door GPS. Dit betrouwbaarheidsbegrip zal een overheersende rol spelen voor het toekomstig Europees navigatiesysteem Galileo dat bedrijfszekerder wil zijn dan GPS. Het is dus onontbeerlijk modellen te ontwikkelen die toelaten de korte termijn reactie weer te geven van de ionosfeer ten opzichte van de parameters van de ruimtemeteorologie en zijn lokale invloed, alsook een betere kennis van de interactie tussen de geomagnetische en de ionosferische activiteit.

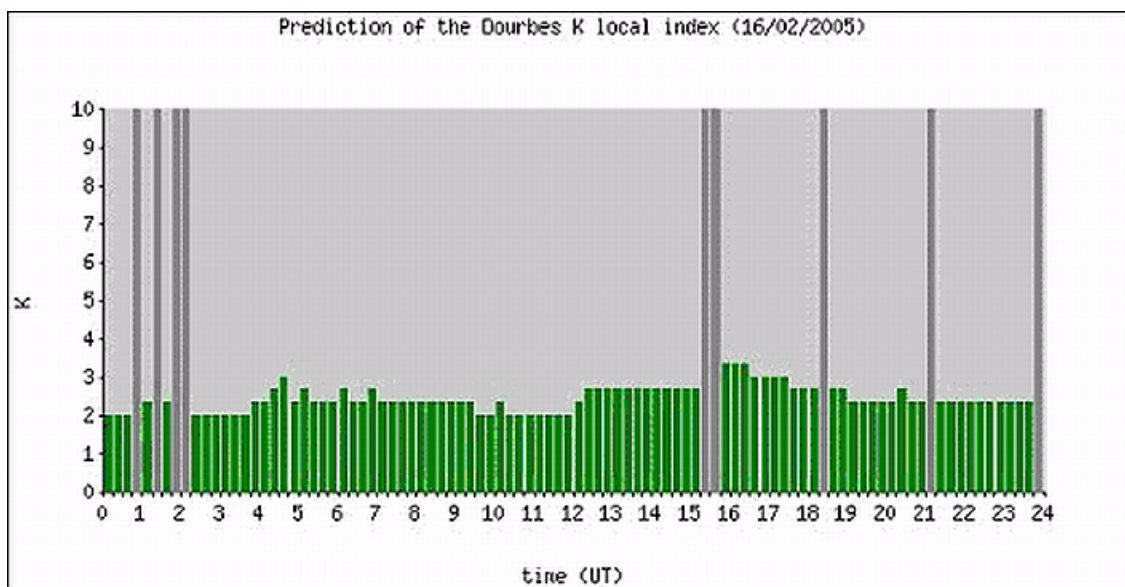
Om dit objectief te bereiken werden de magnetische index K van Dourbes (manueel berekend) en de interplanetaire index Kp (een gemiddelde van de K-index berekend in 13 observatoria) alsook de gegevens relatief aan ionosferische fenomenen gedetecteerd in de GPS-signalen tijdens gestoorde ruimtemeteorologische omstandigheden, geanalyseerd voor de periode 1993 - 2003.

Anderzijds, werd een voorspellingsmodel van de geomagnetische index K van Dourbes om de 15 minuten ontwikkeld (Figuur 2.14) in samenwerking met het Geofysische Instituut van de Academie voor Wetenschappen van Bulgarije en de KSB, in het kader van een bilateraal akkoord tussen België en Bulgarije. Dit model steunt onder andere op parameters van de zonnwind gemeten door de Amerikaanse satelliet ACE (Advanced Composition Explorer). De voorspellingen zijn toegankelijk in reële tijd op het Internet adres: http://gpsatm.oma.be/Ionospheric-Products/MAK_KP_Prediction?day_ago=0.

ionosferische die kunnen de nauwkeurigheid van de positionering van de GPS sterk verminderen en zelfs onmogelijk maken. Pour l'heure, les tempêtes ionosferiques sont les perturbations qui peuvent encore constituer une limite importante à la fiabilité des positions mesurées en temps réel grâce au GPS. Cette notion de fiabilité jouera un rôle prépondérant pour le futur système de navigation européen Galileo qui se veut plus fiable que le GPS. Il est donc indispensable de développer des modèles permettant de représenter la réaction à court terme de l'ionosphère aux " paramètres " de la météorologie de l'espace et de son influence locale, ainsi qu'une meilleure connaissance de l'interaction entre l'activité ionosphérique et géomagnétique.

Pour atteindre cet objectif, l'indice magnétique K de Dourbes (calculé à la main) et l'indice planétaire Kp (une moyenne des indices K de 13 observatoires) ainsi que les données relatives aux phénomènes ionosphériques détectés dans les signaux GPS lors de conditions perturbées de la météorologie de l'espace ont été analysés pour la période 1993-2003.

D'autre part, un modèle de prévision de l'indice géomagnétique K de Dourbes pour toutes les quinze minutes (Figure 2.14) a été développé en collaboration avec l'Institut de Géophysique de l'Académie des Sciences de Bulgarie et l'ORB, dans le cadre d'un accord bilatéral entre la Belgique et la Bulgarie. Ce modèle utilise entre autres des paramètres du vent solaire mesurés par le satellite américain ACE (Advanced Composition Explorer). Les prévisions sont accessibles en temps réel, via l'adresse Internet http://gpsatm.oma.be/Ionospheric-Products/MAK_KP_Prediction?day_ago=0.



Figuur 2.14. Voorbeeld van de voorspelling van de K-index in Dourbes om de 15 minuten.

Figure 2.14. Exemple de prévision de l'indice K de Dourbes toutes les quinze minutes

2.3 Verbeteren van de waarnemingen

2.3 Amélioration des observations

2.3.1 Invoeren van nieuwe waarnemingen en uitbreiding van bestaande systemen

2.3.1 Apport de nouvelles observations et élargissement du système existant

2.3.1.1 Meetnetten

2.3.1.1 Les réseaux de mesures

De automatisering van het netwerk van synoptische weerstations die enkele jaren geleden van start ging, werd uitgebreid met de bouw van een automatisch weerstation in Diepenbeek (zie Figuur 2.15). Het netwerk van automatische weerstations van het KMI omvat nu 12 stations, waarvan de meeste niet enkel gebruikt worden voor operationele doeleinden maar ook voor wetenschappelijk onderzoek. Daarvoor zijn die stations uitgerust voor bijkomende metingen zoals metingen van de temperatuur op verschillende dieptes onder het aardoppervlak, radiometrische metingen en metingen van de gradiënt van temperatuur en windsnelheid.

L'automatisation du réseau des stations météorologiques synoptiques, commencée il y a quelques années, s'est élargie avec la construction d'une nouvelle station automatique à Diepenbeek (voir Figure 2.15 ci-dessous). Le réseau actuel est composé de douze stations automatiques, dont la plupart ne sont pas uniquement utilisées à des fins opérationnelles, mais servent aussi à la recherche scientifique. A cet effet, ces stations sont équipées pour la collecte de diverses données: mesure de la température à différentes profondeurs sous la surface du sol, mesure radiométrique ainsi que la mesure du gradient, de sa température et de la vitesse des vents.



Figuur 2.15. Het automatisch weerstation van Diepenbeek dat in 2004 gebouwd werd.

Figure 2.15. La station météorologique automatique de Diepenbeek construite en 2004.

Naast de uitbouw van een netwerk van automatische weerstations werd ook aandacht besteed aan de bouw van een automatisch station voor vergelijkende tests van o.a. verschillende types stralingsschermen en pluviometers. Dat station werd vlakbij het klimatologisch park van het KMI gebouwd, teneinde ook vergelijkingen met manuele metingen te kunnen uitvoeren.

Dankzij Lottokredieten heeft de Dienst voor Straling nieuwe meettoestellen kunnen aankopen Deze toestellen zullen de oude meetapparatuur vervangen en zullen toelaten van de radiometrische metingen verder te automatiseren, meer bepaald dankzij een systeem voor automatisch pointeren op de zon.

Naast de automatische weerstations beschikt het KMI over een klimatologisch meetnet dat beheerd wordt in samenwerking met andere instellingen zoals de Météo Wing van de Luchtmacht, Belgocontrol en de regionale hydrologische diensten. Dit meetnet bestaat uit 272 stations waar vrijwilligers elke dag waarnemingen verrichten van de neerslag en eventueel ook van de temperatuur (in 171 stations). Dit meetnet bestaat al meer dan een eeuw en blijft tot op heden een van de meest nuttige informatiebronnen voor het beantwoorden van aanvragen voor klimatologische inlichtingen, vanwege de bevolking of de openbare autoriteiten (zoals bijvoorbeeld voor het Rampenfonds).

In 2004 bleef het aantal stations van het klimatologisch meetnet constant. Om diverse redenen moesten acht stations gesloten worden. Daarentegen werden acht automatische weerstations van het KMI opgenomen in het meetnet.

Parallèlement à la constitution d'un réseau de stations météorologiques automatiques, une attention particulière est attachée à la création d'une station automatique destinée à des tests comparatifs pour, entre autres, différents types d'écrans de protection contre le rayonnement et des pluviomètres. Cette station est érigée juste à côté du parc climatologique de l'IRM ce qui permet d'effectuer des comparaisons avec les mesures obtenues manuellement.

Le Service du Rayonnement a acquis de nouveaux instruments grâce à des crédits Lotto. Ces instruments sont destinés à remplacer des instruments déjà anciens et permettront d'automatiser davantage l'acquisition des données radiométriques, notamment grâce à un système de pointage automatique sur le Soleil.

En plus des stations automatiques, l'IRM dispose d'un réseau climatologique belge, géré en collaboration avec d'autres institutions comme le Météo Wing de la Force aérienne, Belgocontrol et les Services hydrologiques régionaux. Ce réseau est composé de 272 stations dans lesquelles des observateurs quasi bénévoles relèvent chaque jour des observations de précipitations et éventuellement de température (171 stations). Ce réseau existe depuis plus d'un siècle et reste encore aujourd'hui une des sources d'information les plus utiles pour répondre aux demandes de renseignements climatologiques du public ou d'expertises pour les autorités publiques (par exemple, pour le Fonds des calamités).

L'année 2004 a vu un statu quo du nombre de postes de mesures dans le réseau climatologique. Huit stations ont

dû être fermées pour différentes raisons. Par contre huit stations automatiques de l'IRM ont été incorporées dans le réseau.

2.3.1.2 Telemetingen

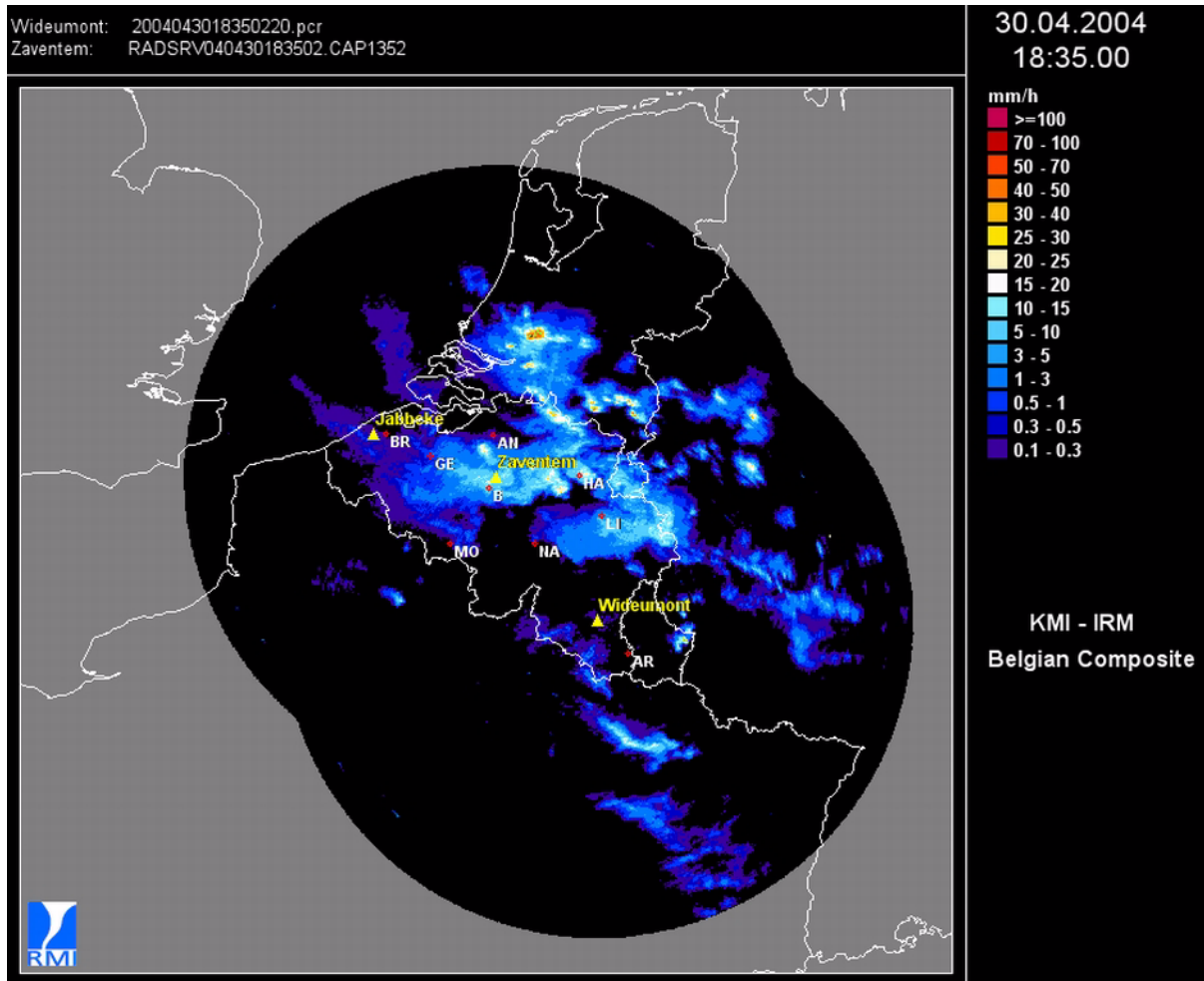
De gegevens van de nieuwe radar van Belgocontrol te Zaventem worden nu ook gebruikt voor het genereren van allerlei afgeleide radarproducten. Om de 5 minuten wordt een samengesteld beeld gegenereerd van de twee Belgische radars, Zaventem en Wideumont (Figuur 2.16). Het product voor het detecteren van hagel alsook de geaccumuleerde neerslagproducten die reeds werden afgeleid uit radargegevens van Wideumont, worden nu ook in reële tijd gegenereerd uitgaande van de data van Zaventem.

In het kader van een samenwerking met de hydrologische dienst van het Waalse Gewest (MET/SETHY), werden er nieuwe hydrologische producten ontwikkeld. Voor elk Waals rivierbekken wordt een geaccumuleerde neerslagwaarde gegenereerd op uur- en dagbasis. Figuur 2.17 toont een voorbeeld van de van de spreiding van neerslag per rivierbekken, afgeleid uit de radargegevens van Wideumont en Zaventem.

2.3.1.2 Télédétection

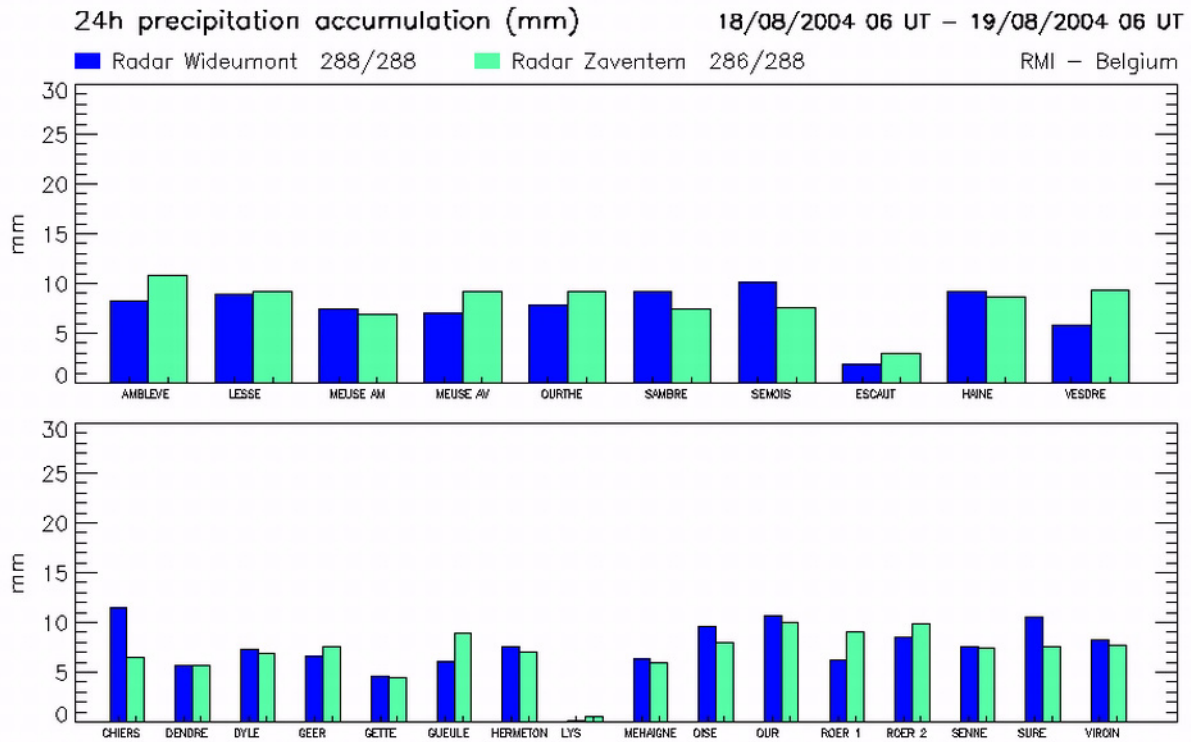
Les données du nouveau radar de Belgocontrol installé à Zaventem ont été intégrées dans la chaîne de production des produits radar de l'IRM. Une image radar composite rassemblant les images des radars de Wideumont et de Zaventem est générée toutes les 5 minutes (Figure 2.16). Le produit de détection de la grêle ainsi que les produits de cumuls de précipitations, existant déjà pour le radar de Wideumont, sont maintenant également générés en temps réel à partir des données du radar de Zaventem.

- Dans le cadre d'une collaboration avec les Services Hydrologiques de la Région wallonne (MET/SETHY), de nouveaux produits à finalité hydrologique ont été développés. Pour chaque bassin versant de la Région wallonne, les cumuls moyens de précipitations sont générés de manière automatique aux pas de temps horaire et quotidien. La Figure 2.17 donne un exemple de répartition des précipitations par bassin versant, estimée à partir des données radar de Wideumont et de Zaventem.



Figuur 2.16. Samengesteld beeld van de neerslag, afgeleid uit de radargegevens van Wideumont en Zaventem.

Figure 2.16. Image composite de précipitations, générée à partir des données radar de Wideumont et de Zaventem.



Figuur 2.17. Geaccumuleerde neerslaghoeveelheden over 24u voor de verschillende stroombekkens van het Waalse Gewest. De blauwe en groene balkjes corresponderen respectievelijk met schattingen afgeleid uit de radars van Wideumont en Zaventem.

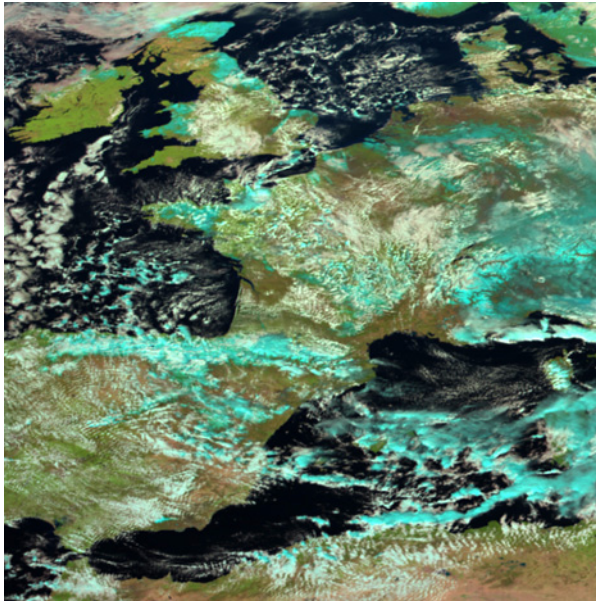
Figure 2.17. Cumul 24h de précipitations par bassin versant pour les différents bassins hydrologiques de la Région wallonne. Les bâtonnets bleus et verts correspondent respectivement aux estimations des radars de Wideumont et de Zaventem.

Satellietwaarnemingen

Na een testperiode werden de beelden van het SEVIRI (Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager) instrument aan boord van de Meteosat-8 satelliet officieel in gebruik genomen op 29 januari 2004. Vergeleken met de vroegere Meteosat-7 satelliet maakt Meteosat-8 beelden in nieuwe spectrale kanalen die een betere detectie toelaten van onder andere mistvorming, wolkentype (water- of ijswolken) en sneeuwvorming. In het KMI wordt de Meteosat-8 informatie gevisualiseerd in composiet kleurenbeelden die gebaseerd zijn op beelden opgenomen in verschillende golflengtegebieden (zie Figuur 2.18).

Les observations par satellite

Après une période d'essai, les images en provenance de l'instrument à bord de Meteosat-8 SEVIRI (Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager) ont été officiellement diffusées de manière opérationnelle depuis le 29 janvier 2004. Comparativement avec l'ancien satellite Meteosat-7, Meteosat-8 fournit des images dans de nouveaux canaux spectraux qui permettent une meilleure détection, entre autres, de la formation de brouillard, du type de nuage (nuage d'eau ou de glace) et de la formation de neige. Les informations de Meteosat-8 son visualisées à l'IRM sous forme d'images composites colorées, basées sur des images obtenues dans différents champs de longueurs d'ondes (cf. Figure 2.18).



Figuur 2.18. Compositie Meteosat-8 kleurenbeelden voor Europa op 29/2/2004. Het linkerbeeld is opgebouwd uit kortegolffkanalen en werd opgenomen om 12:00 UTC. Groen: vegetatie. Bruin tot rood: woestijn. Wit: lage wolken. Blauw: hoge wolken en sneeuw. Het rechterbeeld is opgebouwd uit een combinatie van infrarode kanalen en werd opgenomen om 4:00 UTC. Rood: warme, onbewolkte oceaan. Groen: warm, onbewolkt land. Lichtrode vlekken boven Europa: lage wolken of mistbanken. Lichtblauw: centrale deel koude, hoge wolken. Donkerblauw: dunne cirrusbewolking. De kortegolffkanalen zijn bruikbaar gedurende de dag, de infrarode kanalen zijn bruikbaar gedurende de dag en nacht.

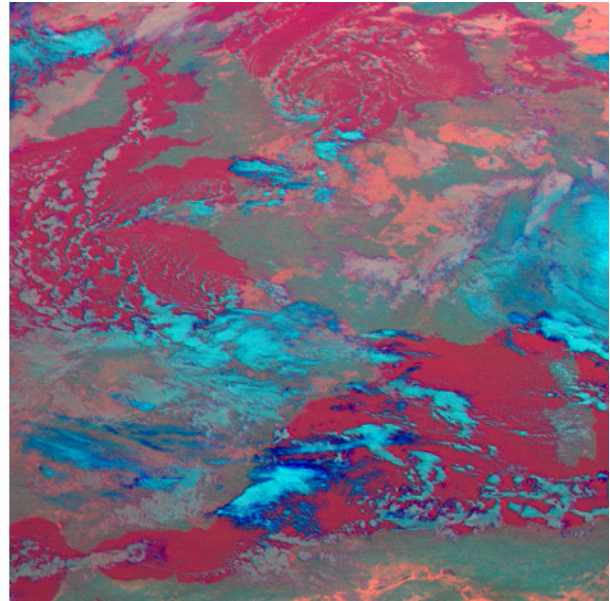


Figure 2.18. Images composites colorées de Meteosat-8 représentant l'Europe le 29/02/2004. L'image de gauche est obtenue à partir de canaux d'ondes courtes et a été prise à 12h00 UTC. En vert : la végétation. Du brun au rouge : zones désertiques. En blanc : les nuages bas et en bleu : nuages élevés et neige. L'illustration de droite est construite à partir de la combinaison de canaux infrarouges et a été prise à 4h00 UTC. En rouge : l'océan, chaud par ciel dégagé. En vert : Le continent, chaud par ciel dégagé. Taches rouge clair au-dessus de l'Europe : nuages bas ou bancs de brouillard. En bleu pâle : partie centrale froide, nuages élevés. En bleu foncé : fine couche nuageuse de cirrus. Les canaux de courtes longueurs d'ondes sont utilisables de jour et les infrarouges de nuit.

Zonneconstante en energiebalans

Om te kunnen bepalen of onze planeet opwarmt of afkoelt, is het nodig nauwkeurig te meten hoeveel energie de aarde ontvangt van de zon (zonneconstante) en hoeveel energie ze verliest aan de ruimte onder de vorm van gereflecteerde zonne-energie en uitgezonden thermische energie. Hierdoor wordt het mogelijk de energiebalans van onze planeet op te stellen: als de aarde meer energie ontvangt dan ze verliest, zal ze opwarmen, en vice versa. Het KMI neemt actief deel aan de bepaling van de energiebalans van de aarde. Onze radiometers observeren de zonneconstante vanuit satellieten en ons instituut is verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de gegevensverwerking van het GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) instrument aan boord van Meteosat-8 en toekomstige meteorologische satellieten. Dit nieuwe instrument meet met hoge nauwkeurigheid om de 5 minuten de energie die de aarde verliest aan de top van haar atmosfeer. De meting gebeurt in twee spectrale banden: korte golflengten en lange golflengten. De gegevensverwerking zet de basismetingen van het instrument om in energiefluxen die bruikbaar zijn voor wetenschappelijke doeleinden. Dit impliceert de modellering van de veranderlijkheid van de straling als functie van tijd, ruimte, golflengte en waarnemingshoeken.

Constante solaire et bilan radiatif

Pour pouvoir déterminer si notre planète se réchauffe ou se refroidit, il faut mesurer avec précision l'énergie qu'elle reçoit du Soleil (constante solaire) ainsi que l'énergie réfléchiée et émise par la Terre. Il est alors possible d'établir le bilan énergétique de notre planète : si la Terre reçoit plus d'énergie qu'elle n'en rejette dans l'espace, il y aura un réchauffement, et inversement. L'IRM participe activement à la détermination de ce bilan. Nos radiomètres embarqués à bord de satellites artificiels surveillent la constante solaire et notre Institut gère une partie importante du segment sol de l'instrument GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) à bord des satellites Meteosat-8 et de satellites futurs. Ce nouvel instrument réalise la mesure très précise de l'énergie quittant le sommet de l'atmosphère terrestre toutes les 5 minutes et ceci dans 2 bandes spectrales: les ondes courtes et longues. Le traitement au sol passe alors par une série de phases pour convertir ces mesures en une forme utilisable par la communauté scientifique. Ceci nécessite de modéliser la variabilité du rayonnement aux niveaux temporel, spatial, spectral ainsi qu'angulaire.

De GERB gegevens worden ter beschikking gesteld van de internationale wetenschappelijke gemeenschap binnen het kader van het 'GERB International Science Team' via een internet dienst.

Onze radiometer bestemd voor het Internationaal Ruimtestation werd in 2004 geleverd aan het Radiometrisch Centrum in Davos (CH) voor integratie in het SOVIM (Solar Variability and Irradiance Monitor) experiment. Dit experiment bevat eveneens een radiometer met een ander ontwerp, ontwikkeld door onze Zwitserse collega's.

2.3.1.3 Omgevingsmagnetisme

De studie van het geomagnetisch veld in het verleden op basis van registreringen van het veld onder de vorm van een permanente magnetisatie in gesteenten en gebakken materialen, vereist gevoelige en nauwkeurige meettoestellen. De magnetisatie van vele materialen is zwak en bestaat meestal uit verschillende componenten. Demagnetisatie-technieken worden toegepast om de oorspronkelijke magnetisatie te isoleren zodat die meestal erg verzwakt overblijft. In het kader van een project SRM (Superconducting Rock Magnetometer) gefinancierd door de Nationale Loterij, "Opwaardering 2G SRM 760 cryogene magnetometer voor meting van de remanente magnetisatie van gesteenten" werd in 2004 begonnen met de opwaardering van de cryogene magnetometer voor het meten van remanente magnetisaties. De oude sensoren (RF SQUIDS) werden vervangen door gevoeligere sensoren (DC SQUIDS) met geringere ruis. Tevens wordt de mogelijkheid onderzocht het toestel uit te rusten met een 4,2 K in plaats van een 70 K cryogenerator, zodat géén vloeibare helium meer nodig is om de sensoren af te koelen. Dit moet de operationaliteit verbeteren en de onderhoudskosten drukken.

Een van de streefdoelen van het European training network AARCH (Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage) is het opstellen van standaarddiagrammen van de seculaire verandering van het geomagnetisch veld in richting en in intensiteit voor West-Europa. Deze diagrammen zijn nodig voor een betere kennis van het gedrag van het veld, het opstellen van modellen van de oorsprong van het veld en archeomagnetische dateringen. Richtingsbepalingen zijn echter schaars en intensiteitsbepalingen ontbreken voor de periode 400-1000 AD. Daarom zullen in de nabije toekomst door de afdeling "Omgevingsmagnetisme" met voorrang Merovingische en Carolingische sites in België onderzocht worden. Georiënteerde stalen werden voorbereid voor veldrichtingsbepalingen voor enkele sites die al beschikbaar waren. Intensiteitsbepalingen voor West-Europa werden tot nu toe uitsluitend gedaan op verplaatste gebakken materialen. De mogelijkheid wordt onderzocht om dit uit te breiden tot niet-verplaatste gebakken structuren zoals ovens en brandhaarden.

Les données de l'instrument GERB sont mises à la disposition des utilisateurs scientifiques internationaux au sein du " GERB International Science Team " via un service sur internet.

Notre radiomètre destiné à la Station Spatiale Internationale a été remis en 2004 au Centre Radiométrique de Davos (CH) pour intégration dans l'expérience SOVIM (Solar Variability and Irradiance Monitor) qui comprend également un radiomètre de conception différente, développé par nos collègues suisses.

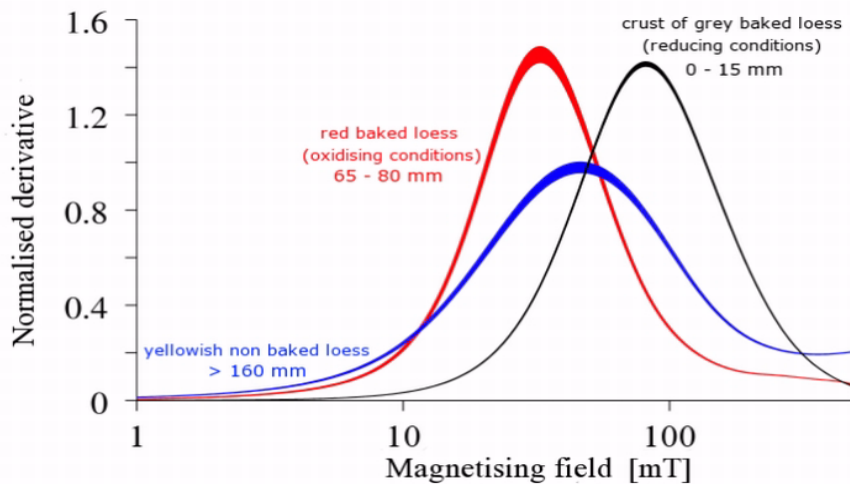
2.3.1.3 Magnétisme environnemental

L'étude du champ géomagnétique dans le passé à partir de l'enregistrement du champ sous la forme d'une aimantation permanente dans les roches et les matériaux cuits demande des appareils de mesure sensibles et précis. L'aimantation de nombreux matériaux est faible et est le plus souvent constituée de plusieurs composantes. Des techniques de désaimantation sont appliquées pour isoler l'aimantation originale, de sorte que l'aimantation résiduelle est le plus souvent fortement affaiblie. Dans le cadre du projet Lotto SRM, "Amélioration du magnétomètre cryogénique 2G SRM 760 pour la mesure de l'aimantation rémanentes des roches", la révision du magnétomètre cryogénique pour la mesure des aimantations rémanente a débuté en 2004. Les anciens capteurs (RF SQUIDS) seront remplacés par des capteurs plus sensibles (DC SQUIDS) à faible bruit. En même temps a été étudiée la possibilité d'équiper l'appareil avec un cryogénérateur à 4.2 K au lieu d'un cryogénérateur à 70 K de telle sorte que de l'hélium liquide ne soit plus nécessaire pour refroidir les senseurs. Ceci devrait rendre l'équipement plus opérationnel et diminuer les frais d'entretien.

L'un des objectifs du réseau de formation européen AARCH (Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage) est l'établissement de diagrammes standard de la variation séculaire du champ géomagnétique en direction et en intensité pour l'Europe de l'Ouest. Ces diagrammes sont nécessaires pour une meilleure connaissance du comportement du champ, pour établir des modèles de l'origine du champ et pour les datations archéomagnétiques. Les déterminations de direction sont rares et les déterminations d'intensité manquent pour la période 400-1000 AD. C'est pourquoi la section "Magnétisme environnemental" étudiera, en priorité, très prochainement les sites Mérovingien et Carolingien de Belgique. Des échantillons orientés ont été préparés pour des déterminations de direction dans quelques sites qui étaient déjà disponibles. Les déterminations d'intensité pour l'Europe de l'Ouest ont été jusqu'à présent faites sur des matériaux cuits déplacés. La possibilité de les effectuer sur des structures cuites en place comme des fours et des foyers a été étudiée. Des mesures détaillées des propriétés magnétiques de parois

Gedetailleerde metingen van de magnetische eigenschappen in de wanden van pottenbakkersovens werden uitgevoerd om de geschiktheid van deze materialen voor intensiteitsbepalingen na te gaan (Figuur 2.19).

de fours de potiers ont été exécutées pour examiner la possibilité d'utiliser ces matériaux pour des déterminations d'intensité (Figure 2.19).



Figuur 2.19. . Genormeerde eerste afgeleide van remanente magnetisatiecurven in functie van constante magneetvelden tot 500 mT (a) van stalen genomen in de wand van een Romeinse pottenbakkersoven in Bruyelle (b) vertonen een verschillend gedrag met de afstand in de wand. Stapsgewijze verwarming van de stalen tot 650°C toonde aan dat de remanente magnetisatiecurve van het staal genomen tussen 65 en 80 mm, in tegenstelling tot de andere stalen, nagenoeg onveranderd blijft en dus geschikt is voor geomagnetische intensiteitsbepalingen. Blauwe curve: niet gebakken gele in situ loess, afstand van binnenzijde wand > 160 mm. Rode curve: loess, rood gebakken in oxiderend milieu; afstand 65-80 mm. Zwarte curve: loess, grijs gebakken in reducerend milieu, afstand 0-15 mm

Figure 2.19. La première dérivée normée des courbes d'aimantation rémanente en fonction de champs magnétiques continus jusqu'à 500 mT (a) d'échantillons prélevés dans la paroi d'un four de potier de la période romaine à Bruyelle (b) indique un comportement différent suivant la profondeur dans la paroi. Des réchauffements par étapes des échantillons jusqu'à 650°C montrent que la courbe d'aimantation de l'échantillon prélevé entre 65 et 80 mm, contrairement aux autres échantillons, varie peu et convient donc pour des déterminations d'intensité géomagnétique. Courbe bleue: loess jaune in situ non cuit, distance de la paroi intérieure > 160 mm. Courbe rouge: loess rouge cuit en milieu oxydant, distance 65-80 mm. Courbe noire: loess gris cuit en milieu réducteur, distance 0-15 mm

2.3.1.4 Geomagnetische waarnemingen

Magnetische Wereldwake

Voor een veilige navigatie in de lucht, op zee en op verschillende plaatsen op het vasteland, is het belangrijk het magnetische kompas te kunnen gebruiken; het is nog altijd het betrouwbaarste systeem in gebruik voor

2.3.1.4 Observations géomagnétiques

Veille Magnétique Mondiale

Pour une navigation sûre dans les airs et sur mer ainsi que sur certaines parties de la terre ferme, il est important de pouvoir utiliser le compas magnétique : c'est encore le premier système d'orientation spatiale en service sur les

oriëntatie in de ruimte, op schepen en vliegtuigen. Om een nauwkeurige navigatie te bereiken moet men dus de magnetische declinatie kennen over de gehele aardbol. De Magnetische Wereldwake wil deze kennis aanzienlijk verbeteren vooral op plaatsen van de aarde waar deze ontbreekt zoals in landen waar magnetische waarnemingen te wensen overlaten.

Verscheidene projecten, zoals het INTAS project CRENEGON (The Creation of a Renewed Network of Basic Geomagnetic Observatories of NIS countries), gefinancierd door externe middelen en beëindigd in 2004, werden uitgevoerd. Het CPG van het KMI werkte mee aan de vernieuwing en verbetering van méér dan 10 observatoria, hoofdzakelijk in de vroegere staten van de voormalige Sovjet-Unie en in Afrika.

AUTODIF: de amagnetische robot

Het project een automatisch observatorium te bouwen heeft de volle aandacht gekregen in 2004, dankzij het heropstarten van het project Automatic Diflux. (AUTODIF) Het gaat hier over het op het punt stellen van een robot, die in staat is de menselijke waarnemer te vervangen in zijn meettaken. De voornaamste moeilijkheid is het verkrijgen van amagnetische materialen en toestellen die gebruikt worden voor de design van het instrument, zonder afbreuk te doen aan de hoge gestelde nauwkeurigheid van 0,001 booggraad.

2.3.2 Verhogen van de betrouwbaarheid

2.3.2.1 Meetnetten

Na de eerste resultaten van het project COMPAC (vergelijking tussen automatische meetwaarden en klassieke klimatologische metingen te Ukkel) verkregen in 2003, werd beslist de vergelijkingen verder te zetten. Automatische metingen van temperatuur, vochtigheid en neerslaghoeveelheid werden opgestart in het klimatologisch park om maximaal de invloed van de site bij de vergelijkingen uit te kunnen sluiten.

De vergelijkingen hebben zich voornamelijk toegespitst op automatische metingen in verschillende waarnemingshutten (drie waarnemingshutten van het type Stevenson in hout met zonneblinden, gedeeltelijk of niet geventileerd, en een kleine cilindrische geventileerde waarnemingshut in plastic).

Voor de verschillende soorten waarnemingshutten vertoont de maximumtemperatuur verschillen in de orde van 0,3°C, afhankelijk van het feit of de temperatuurmetingen gebaseerd zijn op ogenblikkelijke gegevens per minuut of dat deze gegevens berekend zijn als gemiddelde over 10 minuten. Voor de minimumtemperatuur en dagelijkse gemiddelde temperatuur zijn de verschillen geringer.

bateaux et les avions. Pour atteindre une navigation précise, il faut donc connaître la déclinaison magnétique sur l'entièreté du globe terrestre. La Veille Magnétique Mondiale vise à améliorer substantiellement cette connaissance, surtout dans les régions du globe où elle fait défaut : les pays où les observations magnétiques laissent à désirer.

Le projet action d'infrastructure CRENEGON, financé par INTAS, a été terminé en 2004. Le CPG de l'IRM a contribué à la rénovation et à l'amélioration de plus de 10 observatoires, principalement dans les ex-pays de l'URSS et en Afrique.

AUTODIF: le robot amagnétique

La réalisation d'un observatoire magnétique automatique a reçu beaucoup d'attention en 2004, grâce au relancement du projet Automatic Diflux (AUTODIF). Il s'agit ici de créer un robot capable de remplacer l'observateur humain dans ses tâches de mesure. La difficulté réside surtout dans l'obtention de l'amagnétisme total dans les matériaux et les appareils utilisés pour la conception de l'instrument, sans nuire à la haute précision de 0,001 degré d'arc demandée.

2.3.2 Augmentation de la fiabilité

2.3.2.1 Les réseaux de mesure

Suite aux premiers résultats du projet COMPAC (Comparaison des mesures automatiques et des mesures climatologiques classiques à Uccle) obtenus en 2003, il a été décidé de poursuivre les comparaisons. Des mesures automatiques de la température, de l'humidité et de la quantité de précipitations ont commencé dans le parc climatologique pour s'affranchir au maximum de l'influence du site dans les comparaisons.

Les comparaisons ont principalement porté sur les mesures automatiques dans différents types d'abris (trois abris Stevenson en bois à persiennes, partiellement ou non ventilés, et un petit abri cylindrique en plastique ventilé).

Pour tous les types d'abris, la température maximale montre des différences de l'ordre de 0,3°C selon que les mesures de température sont des valeurs instantanées toutes les minutes ou qu'elles sont calculées comme une moyenne sur 10 minutes. Les températures minimales et les moyennes journalières ne montrent pas une telle sensibilité à l'échantillonnage des températures.

Er werden eveneens vergelijkingen uitgevoerd tussen verschillende soorten pluviometers in het klimatologisch park. Gedurende de periode mei-november 2004 werden de dagelijkse en maandelijkse neerslagwaarden van de manuele pluviometer van het KMI (P50) vergeleken met de waarden van twee automatische pluviometers met kantelbakjes en één pluviometer met weging. De resultaten tonen het belang aan van een regelmatige ijking van de pluviometers met kantelbakjes.

In het kader van de overeenkomst voor de uitwisseling van pluviometrische gegevens tussen het KMI en de MET/DGVH (Ministère de l'Équipement et des Transports / Direction générale des Voies hydrauliques) van het Waals gewest, is de dienst voor klimatologische inlichtingen begonnen met het gebruik van de pluviometrische gegevens van de automatische stations van de MET, voor de kwaliteitscontrole van de gegevens van het klimatologisch netwerk van het KMI en voor het verbeteren van de dienstverlening bij specifieke klimatologische vragen.

2.3.2.2 IJklaboratorium

Het KMI wil een coherent kwaliteitssysteem ontwikkelen voor het ijklaboratorium voor meteorologische sensoren, met het oog op het bekomen van een accreditatie door de BKO (Belgische Kalibratie Organisatie). Een dergelijke accreditatie wordt door een aantal potentiële klanten vereist. De ontwikkeling van een kwaliteitssysteem omvat onder andere het opstellen van een aantal documenten zoals een kwaliteitshandboek, organisatorische en technische procedures. In 2004 werd een technische oplossing voor het geheel uitgewerkt die de analyse van de processen en de uitwerking van de procedures omvat.

2.3.2.3 Waarnemingen van ozon, UV en aerosolen

Het KMI heeft een lange traditie in de waarneming van de dikte van de ozonlaag met spectrofotometers. In 1971 begon de aanleg van de tijdreeks met de eerste waarnemingen met het Dobsoninstrument. In 1983 werd een moderner apparaat geïnstalleerd, een Brewerspectrofotometer (Brewer 1), die in 1989 geautomatiseerd werd zodat deze volledig computergestuurd kan werken. Op dat moment werd Brewer 1 ook uitgerust met de optische componenten voor het meten van het UV-spectrum, en de daaruit af te leiden UV index. Om op lange termijn de betrouwbaarheid van zowel de ozon als de UV metingen te garanderen werd in 2001 een tweede Brewerspectrofotometer (Brewer 2) op dezelfde locatie in gebruik genomen. Dit instrument werkt volgens hetzelfde principe maar er werden een aantal technische verbeteringen aangebracht. Zo werd, om het interne strooilicht te onderdrukken, een tweede monochromator in plaats van

Des comparaisons entre plusieurs types de pluviomètres ont également été menées dans le parc climatologique. Sur la période de mai à novembre 2004, les relevés journaliers et mensuels du pluviomètre manuel standard de l'IRM (P50) ont été comparés à ceux obtenus à l'aide de deux pluviomètres automatiques à augets et d'un pluviomètre automatique à pesée. Les résultats montrent l'importance d'une calibration régulière pour les pluviomètres à augets.

Dans le cadre de la convention d'échange de données pluviométriques entre l'IRM et le MET/DGVH (Ministère de l'Équipement et des Transports / Direction Générale des Voies Hydrauliques) de la Région wallonne, le Service de renseignements climatologiques a commencé à utiliser les données des pluviomètres automatiques du MET pour le contrôle de qualité des données du réseau climatologique de l'IRM et pour la réponse à des demandes ponctuelles de renseignements climatologiques.

2.3.2.2 Le laboratoire d'étalonnage

L'IRM veut développer un système de qualité cohérent concernant le laboratoire d'étalonnage pour les capteurs météorologiques avec, comme objectif, l'accréditation de l'OBE (Organisation Belge d'Étalonnage). Une accréditation de ce type est exigée par un certain nombre de clients potentiels. Le développement d'un système de qualité comprend entre autres la mise en place de certains documents comme un manuel de qualité ainsi que des procédures organisationnelles et techniques. En 2004, une solution technique a été mise au point pour l'ensemble; elle comprend l'analyse des procédés et l'élaboration des procédures.

2.3.2.3 Observations de l'ozone, des UV et des aérosols

L'IRM est riche d'une longue tradition quant à l'observation de l'épaisseur de la couche d'ozone à l'aide de spectrophotomètres. L'instauration de cette longue série a commencé en 1971 avec les premières observations au moyen de l'instrument Dobson. En 1983, un appareil plus récent, le spectrophotomètre Brewer (Brewer 1), fut installé puis automatisé dès 1989 pour être entièrement contrôlé par ordinateur. A cette époque, Brewer 1 a été équipé d'une composante optique destinée à la mesure du spectre UV, ce qui a permis d'en déduire l'index UV. Afin de garantir la fiabilité des mesures à long terme tant pour l'ozone que pour les UV, un deuxième spectrophotomètre (Brewer 2) a été utilisé à partir de 2001 au même endroit. Cet instrument fonctionne selon le même principe mais un certain nombre d'améliorations techniques lui ont été apportées. Ainsi, afin de réduire la diffusion de lumière parasite, un deuxième monochromateur a été utilisé au lieu d'un filtre.

een filter gebruikt. Op deze manier worden de meetfouten verkleind en kunnen de UV-metingen een groter spectraal gebied bestrijken.

Op het KMI werd een methode opgesteld om uit de basisgegevens van metingen van de dikte van de ozonlaag met Brewerinstrumenten ook informatie over de hoeveelheid aërosolen in de atmosfeer te bekomen. Aërosolen zijn kleine stofdeeltjes die in de atmosfeer zweven. De bekomen parameter is de zogenaamde optische dikte van de aërosollaag, die een maat is voor de totale hoeveelheid aërosolen in een verticale doorsnede van de atmosfeer. De hoeveelheid aanwezige aërosolen beïnvloedt onder andere de intensiteit van de (UV)straling bij de grond. Grote concentraties kunnen negatieve gevolgen hebben voor de ademhaling.

Vergelijking van aërosolwaarnemingen met twee spectrofotometers te Ukkel

Dankzij de hierboven vermelde methode die ontwikkeld werd op het KMI, kunnen we sinds 2001 de optische dikte van de aërosolen afkomstig van twee spectrofotometers vergelijken om na te gaan of de resultaten consistent zijn.

Figuur 2.20 toont de optische dikte van de aërosolen (AODs) afgeleid uit de gegevens van Brewer 2, als functie van deze afgeleid van Brewer 1. Uit deze grafiek kunnen we concluderen dat er een lineair verband bestaat tussen de AODs van beide instrumenten. Aangezien het snijpunt van de regressierechte praktisch door de oorsprong gaat, en de helling van de rechte zeer dicht bij 1 ligt, kunnen we de twee datareeksen als equivalent beschouwen. De verschillen tussen de AODs van beide Brewers zijn in 94% van de gevallen kleiner dan 0.1. De gebruikte methode laat dus toe de AODs in het UV te bepalen met deze nauwkeurigheid.

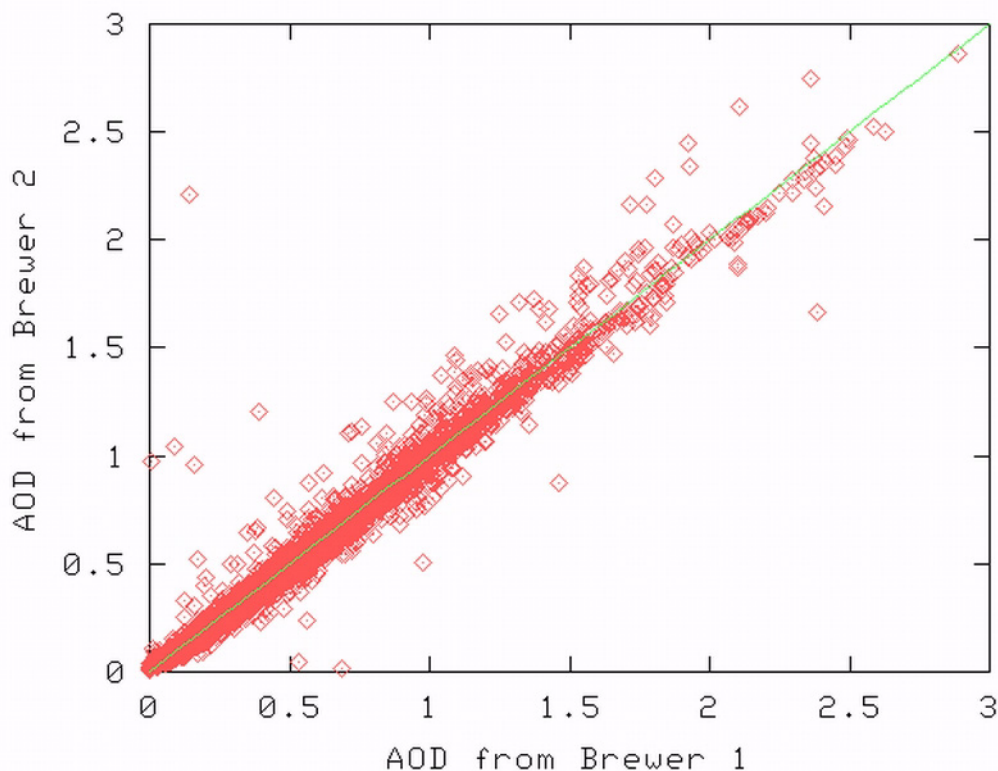
De cette façon, les fautes de mesure ont pu être réduites et les mesures des UV ont pu englober une bande spectrale plus importante.

Une méthode a été mise en place à l'IRM pour obtenir également des informations sur la quantité d'aérosols dans l'atmosphère à partir des données de base des mesures de l'épaisseur de la couche d'ozone obtenues par l'instrument Brewer. Les aérosols sont de petites particules de poussières en suspension dans l'atmosphère. Le paramètre obtenu est ce que l'on appelle l'épaisseur optique de la couche d'aérosols ; elle est directement reliée à la quantité globale des aérosols compris dans une section verticale de l'atmosphère (du sol au sommet de l'atmosphère). La quantité d'aérosols présents dans l'atmosphère influence, entre autres, l'intensité du rayonnement (UV) reçu au niveau du sol. Des concentrations élevées d'aérosols peuvent avoir des conséquences négatives pour les voies respiratoires.

Comparaison des observations des aérosols des deux spectrophotomètres à l'IRM

Grâce à cette méthode développée à l'IRM, il est possible, depuis 2001, de comparer la quantité d'aérosols obtenue avec chacun des spectrophotomètres afin de voir si cela donne des résultats consistants.

La Figure 2.20 ci-dessous montre les épaisseurs optiques des aérosols (AODs) déterminées à partir des données du Brewer 2 en fonction de celles obtenues avec le Brewer 1. On peut conclure à partir de ce graphe, qu'il existe une relation linéaire entre les AODs obtenus avec les 2 instruments. Étant donné que l'ordonnée à l'origine et la pente de la droite sont respectivement quasi égales à 0 et à 1, on peut considérer que les 2 instruments donnent des valeurs d'AODs similaires. La différence entre les AODs des deux Brewer sont dans 94% des cas inférieures à 0,1. La méthode utilisée nous permet donc d'avoir une valeur précise des AODs.



Figuur 2.20. AODs berekend met data van Brewer spectrofotometer 2 als functie van de AODs afkomstig van Brewer spectrofotometer 1 voor de periode 2002-2004. De twee instrumenten leveren een gelijkaardige dataset.

Figure 2.20. AODs calculées à partir du Brewer spectrofotomètre 2 en fonction des AODs calculées à partir du Brewer spectrofotomètre 1 sur la période 2002-2004. Les 2 instruments permettent d'obtenir des valeurs d'AODs similaires.

Vergelijking van AODs te Ukkel en te Rijsel

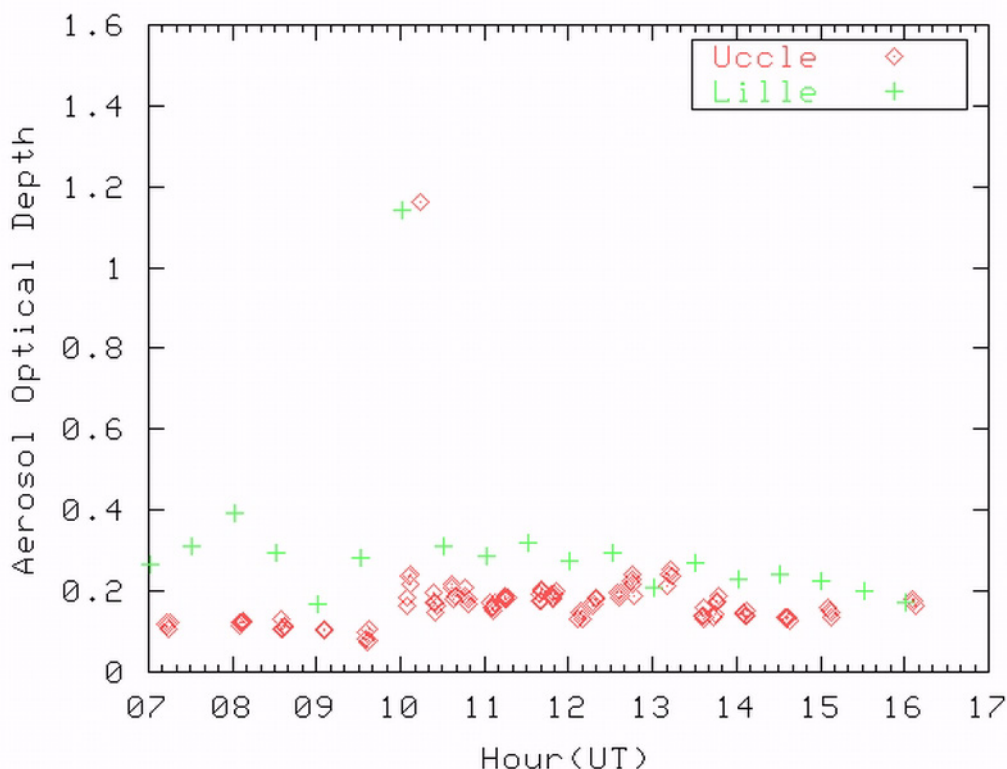
De aërosolen verplaatsen zich niet binnen nationale grenzen, maar zijn onderhevig aan de wetten van de algemene luchtcirculatie. De vergelijking van aërosolgevens van Rijsel (Frankrijk) met deze van Ukkel in Figuur 2.21 is een duidelijke illustratie van dit verschijnsel.

Men ziet dat de AOD's te Rijsel meestal hoger zijn dan te Ukkel. In de loop van de voormiddag wordt door de twee instrumenten een gelijkaardige stijging gemeten binnen een tijdsverschil van ongeveer 20 minuten. Het is dus zeer waarschijnlijk dat in dit geval de aërosolen waargenomen op beide plaatsen afkomstig waren uit dezelfde luchtmassa die zich van west naar oost verplaatste.

Comparaison des AODs à Uccle et à Lille

L'atmosphère n'ayant pas de frontière nationale, les aërosols se déplacent au gré de la circulation atmosphérique. En comparant des données d'aërosols obtenues à Lille (France) avec celles obtenues à Uccle, ce phénomène est clairement mis en évidence sur la Figure 2.21.

Notons qu'à Lille, les valeurs des AODs sont la plupart du temps plus élevées. D'après les responsables de cet instrument, ceci est dû à une mauvaise calibration de celui-ci. De plus, l'instrument utilisé à Lille est d'un autre type que celui d'Uccle, ce qui induit une différence des valeurs des AODs obtenues en ces 2 endroits. Vers 10h du matin, les deux instruments observent le même changement dans la quantité d'aërosols, à environ 20 minutes d'intervalle, égale à environ 1,2. Il est donc fortement probable que les aërosols observés à Uccle et à Lille proviennent dans ce cas d'une même masse d'air se déplaçant d'Ouest en Est.



Figuur 2.21. Optische dikte van aerosolen waargenomen te Ukkel (rood) en te Rijsel (groen) op 13 september 2003.

Figure 2.21. Epaisseurs optiques des aérosols observées à Uccle (rouge) et à Lille (vert) le 13 septembre 2003.

Vergelijking van spectrale metingen in het UV

Zoals hierboven vermeld, meten de twee Brewerinstrumenten de intensiteit van de UV straling te Ukkel. Om het kalibratieniveau te testen werden vergelijkingen uitgevoerd met metingen van een ander type spectrofotometer op het BIRA. Bovendien hadden we in september 2004 op het Plateau van Ukkel beschikking over een bijkomend referentie-instrument van het Joint Research Center (JRC) van de EU te Ispra (Italië). Dit toestel wordt in het kader van een Europees project gebruikt door het JRC om op verschillende locaties vergelijkingcampagnes uit te voeren. Tijdens deze campagne werden een reeks synchrone waarnemingen verricht om zoveel mogelijk invloed van andere parameters uit te sluiten. Deze metingen bevestigden een reeds bekend strooilichtprobleem van de Brewer spectrofotometers met een enkelvoudige monochromator bij golflengten korter dan ongeveer 302nm. Verder bleek uit de vergelijking dat beide Brewerinstrumenten over de rest van het waargenomen spectrum (dit is tot 325nm voor de enkelvoudige en 363nm voor de dubbele monochromator) ongeveer 5% lagere waarden gaven dan het referentie-instrument. Dit kan deels verklaard worden door de minder vrije horizon van de KMI instrumenten vergeleken met het referentie-instrument, dat zich op het dak van het nabijgelegen BIRA (Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie) bevond.

Comparaison des mesures spectrales dans la bande UV

Comme indiqué ci-dessus, les deux instruments Brewer mesurent l'intensité du rayonnement UV à Uccle. Afin de tester le niveau d'étalonnage, des tests comparatifs ont été effectués avec des mesures obtenues à partir d'un autre type de spectrophotomètre à l'IASB. De plus, sur le Plateau d'Uccle en septembre 2004, nous avons à notre disposition un instrument de référence supplémentaire du Joint Research Center (JCR) des EU à Ispra (Italie). Cet instrument est utilisé dans le cadre d'un projet européen par le JRC pour réaliser, en divers endroits, des campagnes de comparaisons. Durant cette campagne, une série d'observations synchrones ont été effectuées afin d'exclure au maximum l'influence d'autres paramètres. Ces mesures ont confirmé un problème déjà connu de lumière parasite du spectrophotomètre Brewer avec un seul monochromateur pour les longueurs d'ondes inférieures à 302nm. De plus, il semble que, d'après la comparaison, les deux instruments Brewer donnent pour le reste du spectre observé (celui de 325nm pour le simple et 363nm pour le double monochromateur) des valeurs inférieures d'environ 5 % par rapport à celles de l'instrument de référence. Ceci peut être partiellement expliqué par l'horizon plus limité dont les instruments de L'IRM disposent en comparaison avec l'instrument de référence, situé quant à lui sur le toit de l'IASB (Institut d'Aéronomie Spatiale Belge) tout proche.

2.3.2.4 Teledetectie

De validatie van de neerslagschattingen bekomen met de radar van Wideumont werd voortgezet. Ze gebeurt door vergelijking met de metingen in de klimatologische grondstations. Twee volledige jaren van metingen zijn nu ter beschikking voor validatie. Gemiddeld onderschat de radar de neerslag met 20%. Er is een duidelijke seizoenscyclus met een veel sterkere onderschatting gedurende de wintermaanden.

De kwaliteitscontrole van de radargegevens is een essentiële stap voor het kwalitatief gebruik in meteorologische en hydrologische toepassingen. De gegevens van de radar gecombineerd met die van pluviometers aan de grond zullen inderdaad een steeds belangrijkere rol spelen als input voor hydrologische modellen die dienen voor de voorspelling van hoge waterstanden en van overstromingen.

2.3.2.4 Télédétection

La validation des estimations de précipitations du radar de Wideumont s'est poursuivie sur base des comparaisons avec les mesures au sol des stations climatologiques. Deux années complètes de validation sont à présent disponibles. En moyenne, le radar sous-estime les précipitations de 20 %. Un cycle saisonnier apparaît clairement avec une sous-estimation beaucoup plus marquée durant les mois d'hiver.

Le contrôle de qualité des données radar est une étape essentielle pour l'utilisation quantitative dans des applications en météorologie mais aussi en hydrologie. Les données radar combinées aux données des pluviomètres au sol sont en effet amenées à jouer un rôle croissant comme input dans les modèles hydrologiques de prévision des crues et des inondations.



Vergemakkelijken van de Toegang tot de Informatie

Faciliter l'Accès à l'Information

3.1 Informatieverwerking

3.1.1 Groep productontwikkeling

In 2004 zijn er heel wat inspanningen geleverd om de grote hoeveelheid gegevens waarover het KMI beschikt, toegankelijker te maken.

Eén van de belangrijkste verwezenlijkingen is het verder uitbreiden van de centrale databank. De eenduidige manier van informatie bewaren is een grote hulp voor de medewerkers van het instituut. De gegevens zijn eenvoudiger uitwisselbaar, ze zijn snel beschikbaar en kunnen makkelijk met elkaar gecombineerd worden. In 2004 zijn onder andere de voorspellingen van verschillende weermodellen in de databank ingevoerd, waar ze geconsulteerd kunnen worden door de voorspellers. Ook de stralingsgegevens worden nu dagelijks in de centrale databank ingevoerd.

De databank werd tevens uitgebreid met een systeem dat instaat voor de automatische kwaliteitscontrole van de waarnemingen. Vooraleer de gegevens worden opgeslagen in de databank, doorlopen ze nu eerst een aantal testen die foute of verdachte waarden automatisch detecteren. Nadien kunnen deze waarden door een klimatoloog met behulp van een web-interface gecorrigeerd worden.

Niet alleen werd het bewaren van de gegevens verbeterd, ook het voorstellen van de gegevens aan verschillende gebruikers werd uitgebreid. Een website werd ontwikkeld (zie Figuur 3.1), waar professionele weerdeskundigen in real-time grafische gegevens en tekstgegevens kunnen consulteren, ook buiten het KMI. Tevens hebben de voorspellers toegang tot een verbeterd invoersysteem voor de waarnemingen en de verwachtingen.

3.1 Traitement de l'information

3.1.1 Groupe "Développement de produits"

En 2004, bon nombre d'efforts ont été fournis afin de rendre plus accessibles les grandes quantités de données dont l'IRM dispose.

L'extension de la base de données centrale est une des plus importantes réalisations. Ce moyen unique de conserver les données est d'une grande aide pour les collaborateurs de l'Institut. Les données sont facilement échangeables, elles sont rapidement accessibles et peuvent facilement être combinées entre elles. En 2004, on a ajouté à la base de données différentes prévisions de modèles météorologiques qui peuvent être consultées par les prévisionnistes. De plus, les données de rayonnement γ sont aussi ajoutées, tous les jours.

La base de données possède un système de contrôle de qualité automatique des observations. Une fois les données introduites, celles-ci subissent ensuite une série de tests qui détectent automatiquement les valeurs fautives ou suspectes. Enfin, ces données sont corrigées par un climatologue via une interface web.

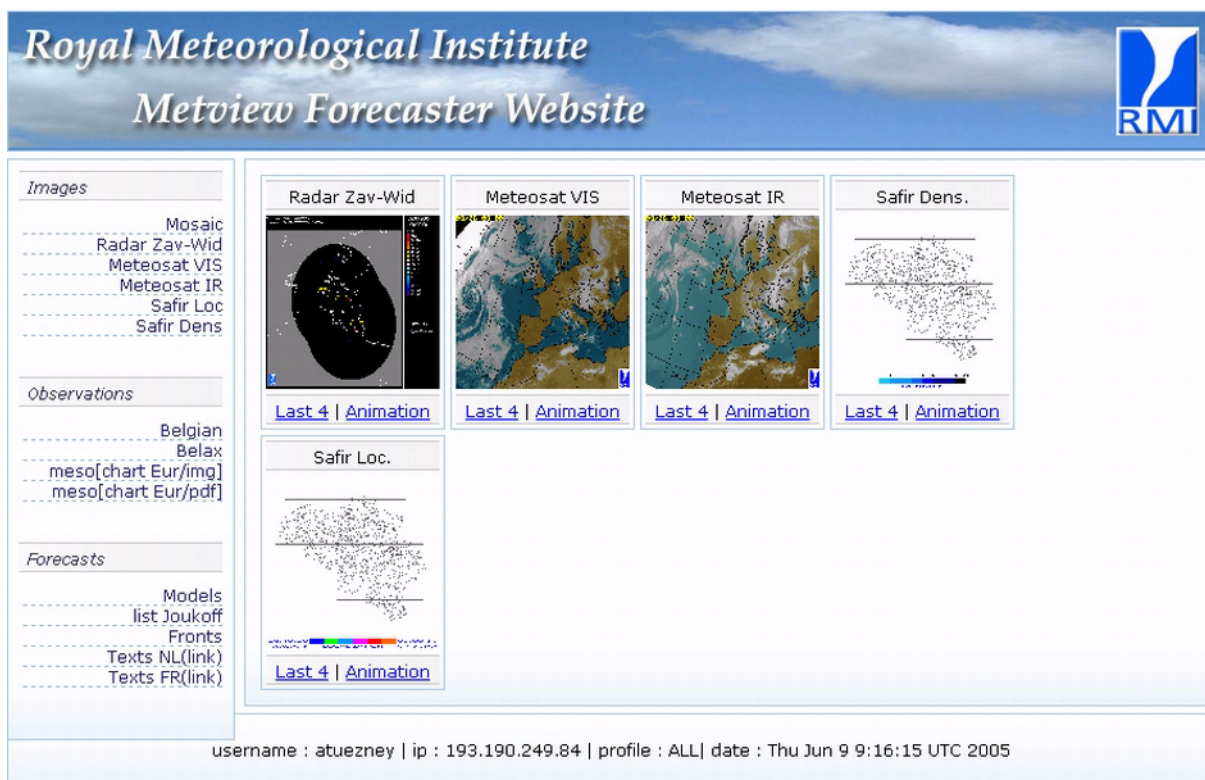
Il n'y a pas que la sauvegarde des données qui a été améliorée, leur présentation aux différents utilisateurs a aussi été étendue. Un site web a été développé (voir Figure 3.1), où les professionnels de la météo peuvent consulter en temps réel des données graphiques et des textes. Ceux-ci sont également accessibles à l'extérieur de l'IRM. Les prévisionnistes ont aussi accès à un système d'entrée amélioré pour l'encodage des prévisions et des observations.

Voor het grote publiek zijn er sinds dit jaar ook de bewegende fronten beschikbaar (Figuur 3.2). Het weerbericht op de VRT toont de evolutie van de fronten en isobaren voor verschillende dagen. Op die manier hebben de kijkers meteen een volledig beeld van de te verwachten weersituatie.

In 2004 werd de ontwikkeling opgestart van een website voor commerciële klanten. Deze site zal in 2005 operationeel worden.

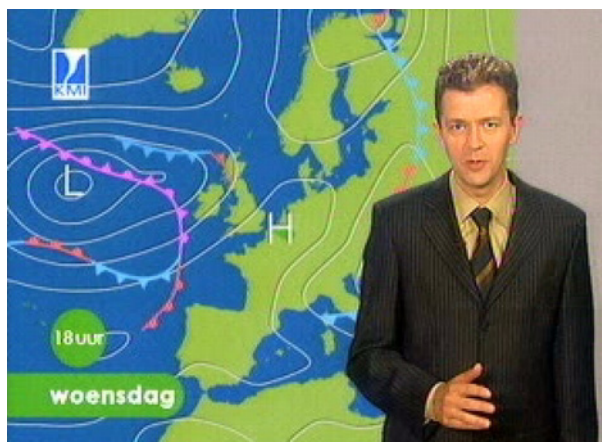
Depuis cette année, les fronts animés sont accessibles au public (voir Figure 3.3). Le bulletin du temps de la VRT montre l'évolution des fronts et des isobares pour plusieurs jours. De cette manière, les téléspectateurs ont une vue d'ensemble de la situation à venir.

Le développement du site web commercial a démarré en 2004. Ce site sera opérationnel en 2005.



Figuur 3.1. Home pagina van de website ten behoeve van de weervoorspellers van het KMI

Figure 3.1. Page de démarrage du site web pour les prévisionnistes de l'IRM.



Figuur 3.2. Lay-out die gebruikt wordt bij de animatie van bewegende fronten. Bron: weerbericht VRT.

Figure 3.2. Lay-out utilisé lors de l'animation des fronts animés. Source: bulletin météo VRT.

3.1.2 Vermindering van de leverings- termijn van klimatologische inlichtingen

Sedert het einde van de 19de eeuw levert het Belgisch klimatologisch meetnet dagelijkse gegevens van neerslag en temperatuur in verschillende plaatsen verspreid over het hele land. De waarnemingen in dit meetnet worden eenmaal per maand door waarnemers naar het KMI opgestuurd. Dit brengt een grote vertraging teweeg in het ter beschikking stellen van deze gegevens voor het publiek. Om hieraan te verhelpen werd in 2001 het project TELECLIM opgestart. Het is de bedoeling dat de gegevens dagelijks automatisch per telefoon naar het KMI worden gezonden. Na een opstartfase werd einde 2004 begonnen met de operationele fase. De eerste 2 waarnemers schakelden toen over op de nieuwe manier van doorsturen. Indien alles naar wens verloopt, zal eind 2005 de helft van de waarnemers overgeschakeld zijn naar het nieuwe systeem.

3.1.3 Toegang tot de geomagnetische informatie

Het Geofysisch Centrum van het KMI besteedt veel tijd aan directe en indirecte metingen van het geomagnetische veld en streeft naar een gemakkelijke toegang tot deze informatie voor de wetenschappelijke gemeenschap en voor klanten in de zeevaart, luchtvaart en cartografie.

Deze waarnemingen worden continu uitgevoerd, met een bemonstering van 1 meting per minuut, in de observatoria van Dourbes en Manhay. Talrijke meetcampagnes werden bovendien volbracht op het Belgische en Nederlandse grondgebied zodat rekening kan gehouden worden met veranderingen van het magneetveld die verschillen van deze in Dourbes en Manhay.

De toegang tot deze informatie gebeurt door middel van grafieken en kaarten, ofwel via informaticabestanden, (tijdreeksen en GIS). In 2004 werden investeringen in tijd en softwaremateriaal gedaan zodat meer gestandaardiseerde en meer toegankelijke producten kunnen aangeboden worden aan het publiek en de klanten. Het formaat van INTERMAGNET (International Real-Time Magnetic Observatory Network) wordt gebruikt voor alle geproduceerde tijdreeksen. Voor de magnetische cartografie wordt een "master file" aangeboden die de volledige ruimtelijke magnetische informatie bevat van de Benelux voor een gegeven tijdstip.

In het magnetisch repetitiestation "Het Zwin" werd een paneel opgesteld om de bezoeker van het natuurreservaat in te lichten over de magnetische metingen die er gebeuren.

3.1.2 Réduction du délai de fourniture des informations

Depuis la fin du 19^{ème} siècle, le réseau climatologique belge fournit des informations journalières sur les précipitations et les températures en de nombreux points du pays. Les observations de ce réseau ne sont transmises à l'IRM qu'une fois par mois, ce qui entraîne un délai important dans la mise à disposition de ces informations auprès du public. Le projet TELECLIM a été initié en 2001 dans le but de réduire ce délai en permettant le transfert quotidien des données par téléphone. Après la phase de mise en œuvre, la phase opérationnelle du projet a débuté fin 2004 avec l'introduction des deux premiers observateurs dans le nouveau système de transmission des données. Si tout se passe correctement, on compte introduire dans le nouveau système la moitié des observateurs d'ici fin 2005.

3.1.3 Accès à l'information géomagnétique

Le CPG consacre beaucoup de temps à mesurer le champ magnétique directement et indirectement et à rendre cette information aisément disponible pour la communauté scientifique ou pour ses clients du monde de la navigation maritime ou aéronautique ainsi que cartographique.

Ces observations sont faites de manière continue à la cadence de 1 mesure par minute dans les observatoires de Dourbes et de Manhay. De nombreuses campagnes de mesure sont en outre effectuées sur les territoires belge et hollandais afin de pouvoir tenir compte de variations du champ différentes de celles observées dans les observatoires.

L'accès à cette information se fait à Dourbes et à Manhay, soit par des graphiques ou cartes, soit par des fichiers informatiques (séries temporelles ou GIS). Des investissements en temps et en outils software ont été faits en 2004 pour pouvoir proposer des produits informatiques plus standardisés et plus accessibles aux clients. Le format INTERMAGNET (International Real-time Magnetic Observatory Network) a été adopté pour toutes les séries temporelles. Pour la cartographie magnétique, un "master file", contenant l'information magnétique spatiale complète sur le Benelux pour une époque donnée, est proposé aux clients.

Notons aussi que la station magnétique de répétition du Zwin a été équipée d'un panneau explicatif illustré afin d'informer correctement le visiteur du parc naturel.

3.2 Informatica-infrastructuur

De software voor de visualisatie van meteorologische producten werd in het weerbureau op Linux servers geïnstalleerd. Deze software, HAWK II, ontwikkeld door de Hongaarse meteorologische dienst, werd midden 2004 operationeel. De voorspellers beschikken nu over een grafische interface met de voorspellingen van verscheidene meteorologische modellen, satellietbeelden van de nieuwe generatie (meteosat-8), producten van de SAF Nowcasting, meteorologische waarnemingen, radar- en SAFIR- gegevens.

De capaciteit van het RMDCN netwerk dat de uitwisseling van meteorologische gegevens regelt en onder toezicht staat van het WMO, werd verhoogd. In het bijzonder werd de connectie tussen het KMI en Météo France verhoogd om een backup voor de transfer van de gegevens van het ALADIN model toe te laten.

3.3 Informatietechnologie

Het jaar 2004 was een van de belangrijkste op het gebied van Informatietechnologie. We vernoemen hierbij het herwerken van het intranet en het ontwikkelen van een web-toepassing die zowel de workflow als de elektronische documenten beheert.

3.3.1 Intranet

In 2004 werd het intranet volledig herwerkt, zowel op technologisch gebied als op gebied van het beheer van de inhoud. Het intranet van het KMI was toen reeds dynamisch: de pagina's en hun inhoud werden reeds online aangemaakt en aangepast aan de vraag van de gebruikers. De onderliggende software hiervoor was geschreven in PHP. Deze software werd volledig herschreven en is nu gebaseerd op Java technologie. Deze aanpassing was nodig om een betere evolutie van het intranet te garanderen. Ook het grafisch design van het intranet werd herzien. De ruimte voor de informatie werd geoptimaliseerd en de ergonomie werd vereenvoudigd (zie Figuur 3.3).

3.2 Infrastructure informatique

Le logiciel de visualisation des produits météorologiques Hawk II, développé par le service météorologique hongrois, a été installé au Bureau du Temps sur des serveurs Linux. Ce système est opérationnel depuis le mi 2004 et permet aux prévisionnistes de disposer des prévisions de différents modèles au moyen d'une interface unique. Il fournit aussi des images satellites de la nouvelle génération (Meteosat-8) et des produits de la SAF Nowcasting, des données des radars météorologiques et du système SAFIR ainsi que les observations météorologiques.

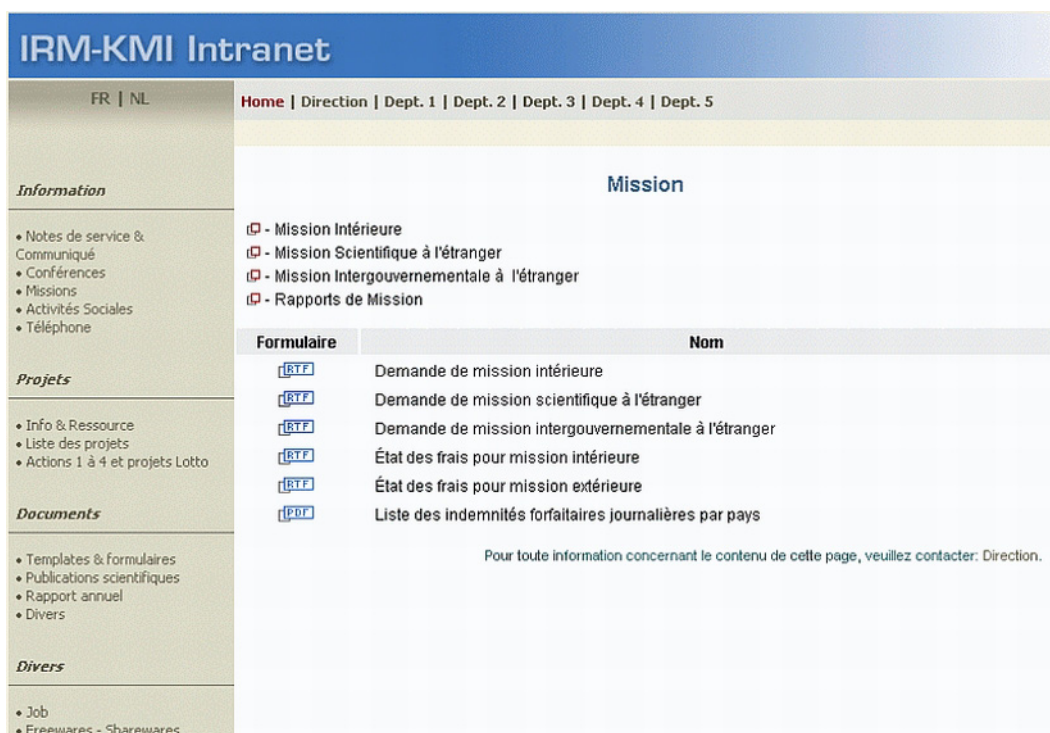
Le réseau RMDCN (Regional Meteorological Data Communication Network) d'échange de données météorologiques chapeauté par l'OMM, a subi une augmentation de sa capacité. En particulier, la connexion de l'IRM avec Météo France a été adaptée pour permettre une doublure opérationnelle du transfert des données de couplage du modèle Aladin.

3.3 Technologie de l'information

L'année 2004 a été fort active pour l'IRM en ce qui concerne le domaine de la technologie de l'information. Quelques points à mentionner: la mise à jour de l'intranet, l'introduction et le développement du serveur d'applications web intégrant les systèmes de gestion des processus et des documents électroniques.

3.3.1 Intranet

En 2004, l'intranet a été remanié de fond en comble, tant au niveau technologique qu'au niveau de la gestion de son contenu. Rappelons qu'avant le remaniement, l'intranet de l'IRM était déjà du type dynamique, c'est-à-dire que ses pages et leur contenu n'étaient pas préconstruits mais générés sur le vif à la demande de l'utilisateur. Le moteur qui prenait en charge la génération des pages a été construit en langage Php. Ce moteur a été redessiné et est basé maintenant sur la technologie dite Java. Cette transition technologique est nécessaire pour assurer une meilleure évolution du système intranet. Dans la même foulée, le design graphique de l'intranet a été revu; l'espace réservé à l'information est optimisé avec une ergonomie encore plus simplifiée (voir Figure 3.3).



Figuur 3.3. Nieuwe design van intranet.

Figure 3.3. Nouveau design de l'intranet

Ook het dynamisch beheer van documenten en inhoud van het intranet werd herwerkt. In het begin waren de bouwstenen van de intranet pagina's in XHTML (Extensible HyperText Markup Language) formaat. Deze elementen, evenals de elektronische documenten, werden gestockeerd in een bestandensysteem op de harde schijf. Deze methode heeft een groot nadeel: er is geen beheer van meta-data van de elektronische documenten noch van de inhoud van het intranet. Om hieraan te verhelpen wordt nu gebruik gemaakt van de WebDAV (Web-based Distributed Authoring and Versioning) standaard. Met deze standaard en met behulp van enkele open-source utilities worden de informatie-eenheden nu "ingepakt" in hun meta-data en wordt alles beheerd met behulp van een relationele databank. De inhoud van het intranet is nu in het XML (Extensible Markup Language) formaat.

La gestion dynamique des documents et du contenu de l'intranet a été également repensée. Initialement, les éléments d'information servant à la construction d'une page de l'intranet étaient en format XHTML (Extensible Hypertext Markup Language). Ces éléments, tout comme les documents électroniques, étaient stockés dans un système de gestion de fichiers (le disque dur). Ce mode de fonctionnement a un grand défaut : l'absence d'une gestion des méta-données intégrées aux documents électroniques et du contenu de l'intranet lui-même.

Pour solutionner cette problématique, le nouvel intranet fait appel au standard WebDAV (Web-based Distributed Authoring and Versioning). Avec ce nouveau standard et à l'aide de quelques outils open-source, les objets d'information sont maintenant "enveloppés" dans leurs méta-données et le tout est géré entièrement à l'aide d'une base de données relationnelle. Il est à noter que le contenu de l'intranet est aujourd'hui sous le format XML (Extensible Markup Language).

3.3.2 Geïntegreerd systeem van informatiebeheer

3.3.2 Système intégré de gestion d'information

Bij het ontwikkelen van een geïntegreerd systeem voor informatiebeheer werd vooral gewerkt aan het systeem voor beheer van processen (workflows) en het beheer van elektronische documenten.

Deux composantes du système intégré de gestion de l'information ont fait l'objet de travaux majeurs: le système de gestion des processus (workflow) et celui de la gestion des documents électroniques.

Bij het ontwikkelen van het systeem voor procesbeheer werd het belang van volgende 2 punten duidelijk:

- Een procesbeheer kan niet onafhankelijk zijn van het beheer van de documenten en van het beheer van de gebruikers. Een automatisering van de taken die geen rekening houdt met het beheer van de bouwstenen van de informatie, met zijn levensduur en zijn manier van bewaren, of die geen rekening houdt met de mensen en hun positie in de organisatie, is geen leefbare oplossing.
- De gegevens die het proces definiëren moeten beheerd en beschermd worden. De duurzaamheid van deze gegevens vereist een volledige onafhankelijkheid van het systeem. Ze moeten dus voldoen aan de XPDL (XML Process Definition Language) standaard.

Ook kwamen tijdens het ontwikkelen van het procesbeheer verscheidene technische moeilijkheden aan de oppervlakte. Deze werden opgelost met "home-aid" oplossingen.

Parallel aan het werk voor procesbeheer werd verder gewerkt aan een systeem voor het beheer van elektronische documenten. Dit gebeurde in het kader van het DISSCO (Document management Integrated System for Scientific Organisations) project. In 2004 gaf Wetenschapsbeleid groen licht voor de voortzetting van dit project. Een tweede fase die 2 jaar zal duren, werd gestart.

De DISSCO oplossing onderscheidt zich van andere bestaande systemen door:

- haar soepelheid: ze kan zich aanpassen aan om het even welke informatiestructuur,
- haar verenigbaarheid met de voornaamste archiveringsstandaarden; ze kan werken onder een archiveringssysteem van hoog niveau,
- het feit dat het een open source oplossing is die de samenwerking met de internationale gemeenschap van software-ontwikkelaars bevordert.

De oplossing zelf is een web-toepassing onder de mainframe Java 2 Enterprise edition (J2EE).

C'est au cours des travaux de déploiement du système de gestion des processus que l'IRM a noté l'importance des points suivants:

- Un système de gestion des processus ne peut être indépendant des systèmes de gestion des documents et de gestion des " utilisateurs ". Une simple automatisation des tâches, sans tenir compte de la gestion de l'objet de l'information, de sa durée de vie et de sa conservation, et sans tenir compte des acteurs humains et de leur position dans la structure organisationnelle, n'est pas une solution viable.
- Les données définissant le processus doivent être gérées et préservées. La pérennité de ces données requiert une indépendance complète du système, c'est-à-dire qu'elles doivent être dans le format standardisé XPDL (XML Process Definition Language).

Le déploiement du système de gestion des processus dans son serveur d'applications web proprement dit a apporté son lot de défis et de difficultés techniques qui ont été surmontées à l'aide de solutions " maison ".

Parallèlement au travail sur le système de gestion des processus, le développement du système de gestion des documents électroniques s'est poursuivi dans le cadre du projet DISSCO (Document management Integrated System for Scientific Organisations). Au début de 2004, la Politique Scientifique a donné son accord pour la poursuite du projet. Une deuxième phase a été lancée et elle sera d'une durée de deux ans.

La solution DISSCO se distingue des autres solutions existantes par :

- sa souplesse. Elle peut s'adapter à n'importe quelle structure d'information;
- sa compatibilité avec les principaux standards d'archivage. Elle a la capacité de travailler de concert avec un système d'archivage de haut niveau;
- sa nature qui est open-source et qui favorise la communication avec la communauté internationale de développeurs.

La solution elle-même est de type d'application web fonctionnant sous le mainframe Java 2, Enterprise Edition (J2EE).



Diensten en Producten voor de Verschillende Gebruikersgroepen

Services et Produits pour les Différents Groupes d'Utilisateurs

4.1 Overheden

Bij het aanbieden van producten en diensten van het KMI lag het accent in 2004 bij het verhogen van de veiligheid voor de bevolking. Zo heeft het KMI contracten afgesloten met de drie gewesten in verband met de luchtverontreiniging. Het KMI meldt aan de gewesten wanneer er zich een bepaalde ongunstige weersituatie voordoet. Hierdoor kunnen de gewesten dan adequate maatregelen nemen om het pollutiebeleid te optimaliseren. (Zie ook 2.1.1)

Het Brussels Gewest heeft radarproducten ontvangen voor hun "Strooidiensten", die de dienst toelieten de weersituatie in reële tijd te volgen en de nodige beslissingen te treffen. Hierdoor werd hun strooi-beleid geoptimaliseerd.

Opdat de Brusselse overheid zou kunnen beslissen over de toegankelijkheid van de verschillende bossen te Brussel, werden de voorspellingsproducten in verband met rukwinden voor hen geactualiseerd.

In het kader van een samenwerking met het Waals Gewest controleert het KMI sinds april 2004 de kwaliteit van de metingen van een honderdtal automatische stations in het Waals Gewest. Dagelijks worden de verschillende meetnetten met elkaar vergeleken (zie Figuur 4.1). Het betreft hier het neerslagmeetnet van het KMI, dat van het Waals Gewest en de radar van Wideumont. Door deze continue vergelijking kunnen we de betrouwbaarheid van de gemeten neerslagdata beter garanderen. Deze gegevens zijn belangrijk om de hydrologische modellen van het Waals Gewest te voeden.

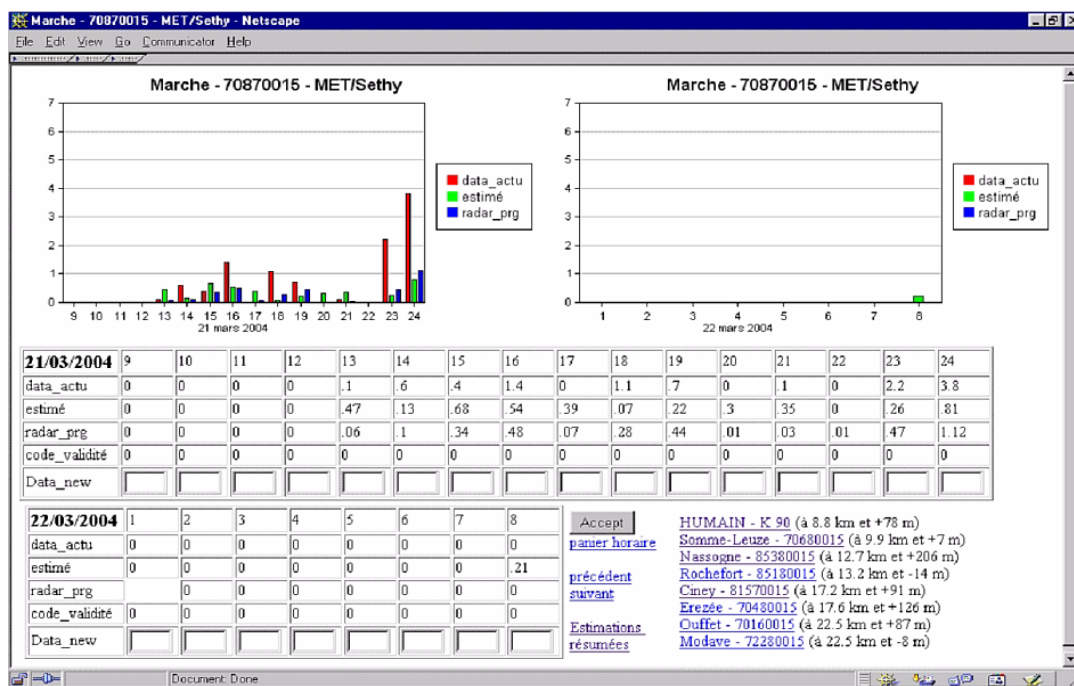
4.1 Les autorités

En élargissant l'offre de ses services et de ses produits, l'IRM mettait l'accent en 2004 sur la préoccupation grandissante relative à la sécurité de la population. Dans cet esprit, l'IRM a conclu avec les trois régions du pays des contrats se rapportant à la pollution de l'air. L'IRM avertit les régions d'une situation météorologique défavorable chaque fois qu'elle s'annonce. A charge des autorités régionales de prendre certaines mesures en conséquence afin de prévenir les taux de pollution. (voir 2.1.1)

La Région de Bruxelles-Capitale a commandé, à destination de ses services d'épandage, des produits-radar développés à l'IRM qui leur permettent de suivre la situation en temps réel afin de prendre les décisions qui s'imposent.

Ainsi, l'accessibilité des différentes zones boisées de la Région est-elle régulée grâce à des produits de prévision météorologiques actualisés spécifiquement pour cette application.

Depuis 2004, dans le cadre d'une collaboration avec un département du Ministère de l'Équipement et des Transports de la Région wallonne, l'IRM contrôle la qualité des mesures d'une centaine de pluviomètres. (Figure 4.1) Les données issues de différents réseaux de mesures sont comparées quotidiennement. Il s'agit du réseau pluviométrique de l'IRM, de celui de la Région wallonne ainsi que des données du radar de Wideumont. Cette comparaison permet d'assurer une meilleure fiabilité des données pluviométriques. Ces données validées sont utilisées par la Région wallonne pour nourrir les modèles hydrologiques.



Figuur 4.1. Software om de neerslagmetingen te valideren. De data van verschillende stations worden vergeleken met deze van de radar.

Figure 4.1. Logiciel utilisé à l'IRM pour valider les données pluviométriques. Les données de différentes stations sont confrontées aux données du radar.

Bijna alle overheden in België doen beroep op de klimatologische dienst van het KMI om relevante beslissingen te treffen. Zo heeft in 2004 de overheid (ministeries van Binnenlandse Zaken en Economie) een tiental keer beroep gedaan op de diensten van het KMI omtrent het uitzonderlijke karakter van bepaalde meteorologische situaties. Het betreft hier hoofdzakelijk overvloedige neerslag, die resulteerde in lokale overstromingen of hagel en hevige wind die belangrijke of minder belangrijke schade veroorzaakten in het land.

Met de verantwoordelijke van de Waalse wegen werd in 2004 contact opgenomen om een eventueel samenwerkingsverband uit te werken om hen in de toekomst meteorologisch te begeleiden, zowel op centraal vlak als voor de verschillende districten. Op basis van deze hulp zouden ze adequate beslissingen kunnen nemen voor de strooidiensten in het Waals Gewest. Deze onderhandelingen zijn nog niet afgesloten.

Met het Ministerie van Volksgezondheid werd een overeenkomst afgesloten om de nodige parameters ter beschikking te stellen, zodat zij de bevolking, ziekenhuizen, rusthuizen en andere instellingen kunnen waarschuwen indien er een hittegolf wordt voorspeld. Hierdoor kunnen de betrokken personen op voorhand maatregelen nemen. De parameters zijn in samenspraak met het Ministerie van Volksgezondheid opgesteld.

En pratique, toutes les autorités publiques de Belgique s'adressent occasionnellement aux Services de l'IRM pour prendre avec plus de pertinence certaines décisions. A titre d'exemple, le Ministère de l'Intérieur, le Ministère des Affaires Economiques et quelques autres ont fait appel pas moins de 7 fois, en 2004, aux Services de l'IRM pour évaluer le caractère plus ou moins exceptionnel de certaines situations météorologiques. Il s'agit, en l'occurrence, de précipitations exceptionnellement abondantes qui occasionnèrent des inondations à échelle locale, de grêles et de vents violents qui avaient provoqué des dommages plus ou moins importants à différents endroits du pays.

Des contacts ont été pris avec les responsables du service routier de la Région wallonne pour envisager une collaboration dans l'accompagnement météorologique des travaux tant à l'échelle centrale qu'à l'échelle des districts. Sur base de cette aide, les décisions adéquates pourraient être prises en matière d'épandage par les autorités régionales wallonnes.

Avec le Ministère de la Santé Publique, une convention a été conclue afin de fixer des paramètres utiles à prévoir pour veiller à la protection de la population, en particulier dans les hôpitaux ou dans les maisons de repos, lors de vagues de chaleur. Ces prévisions permettent, ici aussi, aux personnes concernées de prendre des mesures de prévention. La pertinence des paramètres en cause a été examinée en concertation avec le Ministère de la Santé Publique.

4.2 Het grote publiek

4.2.1 TV

Voor de VRT heeft het KMI een nieuw product ontwikkeld. Sinds september 2004 levert het KMI beelden van bewegende fronten op een achtergrond van isobaren, berekend met het ECMWF-model. Tweemaal per dag wordt het aanbod door de voorspellers geactualiseerd. Hierdoor hebben de kijkers een beter zicht op de bewegingen van de fronten over Europa. De weerpresentator kan op gelijk welk ogenblik de animatie, geleverd door het KMI, stopzetten en met een vast beeld de uitleg geven over de weersituatie.

Een gespecialiseerde website werd ontwikkeld om de media, via internet, gemakkelijk toegang te verschaffen tot de voor hen bestemde, meest recente informatie.

4.2.2 GSM

Het aanbod van SMS'en werd uitgebreid naar een dienst voor bliksemwaarschuwing. Ook hier staat het thema veiligheid centraal. Het KMI heeft de bliksemwaarschuwingen in 2004 operationeel in zijn productengamma opgenomen. De module waarschuwt de gebruiker dat er onweer, met mogelijke blikseminslagen, in aantocht is. Als het gevaar geweken is, krijgt hij een SMS met de aankondiging van het einde van de waarschuwing. Deze dienst is in de drie landstalen beschikbaar en tevens in het Engels.

4.2.3 Internet

De internetsite van het KMI is een blijvend succes om onze meest recente meteorologische gegevens kenbaar te maken aan het grote publiek. De site wordt minstens om de drie uur geactualiseerd met de laatste gegevens. De internetsite heeft gemiddeld 60.000 bezoekers per dag, met een gemiddelde van 4 pagina's die geraadpleegd worden.

In 2004 werden de nodige voorzieningen getroffen om in de loop van 2005 met een commerciële website te beginnen. De doelstelling is onze klanten op een accurate manier hun producten ter beschikking te stellen. Ook de lay-out van de producten zal klantvriendelijker voorgesteld worden. De klanten zullen hun producten zowel kunnen visualiseren als kunnen downloaden per FTP van deze site.

4.2 Le grand public

4.2.1 La Télévision

L'IRM a développé de nouveaux produits à la demande de la VRT. Depuis septembre 2004, l'IRM livre les images des fronts mobiles, sur un arrière-fond d'isobares, extraites du modèle numérique du Centre Européen. L'actualisation est réalisée deux fois par jour par les prévisionnistes. Ainsi, les téléspectateurs ont une bien meilleure vue des déplacements des fronts sur l'Europe. Les présentateurs, quant à eux, peuvent choisir de s'arrêter sur une des images livrées par l'IRM de sorte qu'une explication plus spécifique peut être donnée sur la situation synoptique à un moment précis.

La RTBF a lancé un appel d'offres au cours de l'année 2004. Son souhait est de faire appel à un seul prestataire de services météorologiques pour alimenter les différents médias de la chaîne publique (télévision, radio, télétexte et nouveaux médias). Après examen des différentes offres dont celle de l'IRM, la RTBF a décidé de maintenir la situation inchangée.

4.2.2 Les GSM

L'offre de service par sms s'est élargie aux avertissements d'orage. Ici aussi, la sécurité est au centre de nos préoccupations. L'IRM a rendu les avertissements d'orage opérationnels, les intégrant dans sa gamme des produits offerts. Le module avertit l'utilisateur dès l'annonce qu'un orage menace et risque de provoquer des coups de foudre. L'utilisateur est prévenu également par sms de la fin de l'alerte. Ce service est disponible au choix dans une des trois langues nationales ainsi qu'en anglais.

4.2.3 Internet

Notre site internet confirme son succès pour faire connaître au grand public nos données météorologiques les plus récentes. Il est, en effet, au minimum, réactualisé toutes les trois heures. Il atteint la moyenne de 60.000 visiteurs par jour qui consultent en moyenne 4 pages.

Au cours de l'année 2004, des contacts ont été établis afin d'ouvrir prochainement un site strictement commercial. L'objectif est de permettre à nos clients d'accéder plus facilement aux différents produits que nous diffusons. Ceux-ci vont par ailleurs connaître une refonte dans leur présentation de manière à les rendre plus conviviaux. Les clients pourront les visualiser ou les télécharger par FTP.

4.2.4 Kranten

Het KMI is actief geweest om een speciale bijlage voor de krant "Het Laatste Nieuws" te ontwikkelen. De bijlage "Atlas van het weer" zal in het begin van 2005 verschijnen. De reeks bestaat uit 14 bijlagen. Deze actie zal zeker de zichtbaarheid van het KMI verhogen.

In de loop van 2004 werden alle activiteiten voor de nationale kranten stopgezet. Er worden alleen nog een aantal regionale kranten door het KMI bediend.

4.2.5 Boeken

In de loop van 2004 verscheen "Weer of geen weer", een boek dat de meest markante weergebeurtenissen aanhaalt van de 20ste eeuw. Deze uitgave is te verkrijgen in de boekhandel.



Figuur 4.2. Omslag van het boek dat alle opmerkelijke meteorologische gebeurtenissen van de 20ste eeuw omvat.

4.3 Socio-economische entiteiten

De bedrijfszekerheid van het rollend materiaal van de NMBS komt in gevaar wanneer specifieke meteorologische omstandigheden zich voordoen. Dit werd onderzocht en het KMI waarschuwt de NMBS wanneer dergelijke omstandigheden verwacht worden. De nodige maatregelen worden dan genomen door de NMBS.

De producten die we leveren voor de energiesector werden geoptimaliseerd. Hierdoor hebben we de kwaliteit en betrouwbaarheid van onze voorspellingen opgedreven.

4.2.3.1 Les journaux

L'IRM a développé, en collaboration avec le journal "Het Laatste Nieuws", une annexe pédagogique intitulée "l'Atlas du temps" qui sera éditée au début 2005. La série s'étalera sur une période de 14 jours. Cette action assurera une grande visibilité à l'IRM.

Au cours de l'année 2004, toutes les relations quotidiennes de l'IRM avec les journaux nationaux ont pris fin. Nous n'avons plus que des relations avec des titres régionaux.

4.2.4 Edition

Dans le courant de l'année 2004 est parue l'édition en néerlandais de "La Belgique au fil du temps", "Weer of geen weer", disponible en librairie.

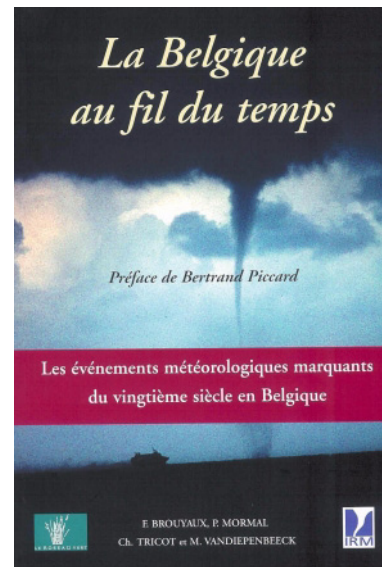


Figure 4.2. Couverture du livre reprenant les événements météorologiques marquants du 20ème siècle.

4.3 Les entités socio-économiques

Une nouvelle collaboration avec la SNCB a vu le jour. Connaissant régulièrement quelques difficultés pour faire démarrer ses moteurs diesel dans certaines circonstances météorologiques, la SNCB a souhaité faire appel à nos services. A l'origine de ce problème, on soupçonne un phénomène de condensation provoqué par l'apparition d'un air doux succédant à une période de grand froid. Une étude a été entamée pour préciser les circonstances dans lesquelles seraient incriminées de telles conditions météorologiques. Elle conduira au développement d'un produit météorologique spécifique permettant à la SNCB de prendre anticipativement

De overheid heeft beslist dat een aantal risico's ten laste van de verzekeringsmaatschappijen zullen worden overgedragen. Meteorologische weersituaties spelen een grote rol in deze risico's. De verzekeringsmaatschappijen hebben nood aan klimatologische gegevens om hun premies te kunnen berekenen. Daarnaast levert het KMI de nodige know-how om deze gegevens te kunnen interpreteren. Mede dankzij het KMI worden de premieberekeningen zo correct mogelijk uitgevoerd.

4.4 Commerciële entiteiten

Op aanvraag van het cliënteel werden zowel standaardproducten geleverd als producten op maat.

In 2004 werden de voorbereidingen getroffen om de commerciële entiteiten (occasioneel ook de andere doelgroepen) op een moderne manier in 2005 te bedienen. Hiervoor werd een commerciële website ontwikkeld. Deze zou in de loop van 2005 operationeel worden.

certaines mesures afin d'éviter les incidents les plus sévères mis en cause.

Les produits que nous livrons au secteur énergétique ont été optimisés. De la sorte, c'est la fiabilité et la pertinence de ceux-ci qui sont rehaussées.

Le gouvernement a décidé qu'une partie des risques devaient être supportés désormais par le secteur des assurances ce qui signifie qu'ils n'incomberont plus exclusivement au Fonds des Calamités.

Les conditions météorologiques constituent une grande part des risques naturels. Les compagnies d'assurance ont dès lors besoin de données climatologiques afin d'évaluer la couverture qu'elles assument. De plus, l'IRM leur fournit une certaine expertise dans l'interprétation des données. C'est grâce à cela que les primes d'assurance peuvent être correctement calculées.

4.4 Les entités commerciales

A la demande des clients, certains produits développés sur mesure ont été livrés.

En 2004, on s'est préparé à aborder le secteur d'une façon plus moderne. C'est pourquoi, le site web commercial est en développement. Il devrait voir le jour et devenir opérationnel en 2005.



Het Weer in 2004

Le Temps en 2004

Te Ukkel was de enige bijzonderheid van het jaar 2004 de hoge gemiddelde temperatuur en de lage gemiddelde windsnelheid. Vergeleken met de "normale waarde" (gemiddelde waarde berekend over een lange periode), kunnen deze jaarwaarden respectievelijk als "zeer abnormaal" en "uitzonderlijk" worden gekarakteriseerd (zie tabel 5.1 en 5.2). De jaarwaarden van het neerslagtotaal en de relatieve luchtvochtigheid waren "abnormaal" ; de waarden van de andere parameters waren "normaal" (zie tabel 5.2).

À Uccle, les particularités climatiques remarquables de l'année 2004 dans son ensemble concernent la faible vitesse du vent et l'excès de la température moyenne. Comparées aux "normales" (valeurs moyennes calculées sur une longue période), leurs valeurs en 2004 sont caractérisées respectivement d'"exceptionnelle" et de "très anormale" (voir tableaux 5.1 et 5.2). Le total des précipitations et l'humidité relative moyenne sont "anormales"; les valeurs des autres paramètres sont "normales" (voir tableau 5.2).

Tabel-Tableau 5.1: Valeurs pour l'année 2004 et normales de différents paramètres météorologiques mesurés à Uccle.

	2004	Niveaux d'anormalité Drempel van abnormaliteit	Normales Normalen	Périodes de référence pour les normales Refentieperiode voor de normalen
Pression atmosphérique moyenne (niveau de la mer) (hPa) Gemiddelde luchtdruk (zeeniveau) (hPa)	1016,6	n	1015,6	1833-2004
Vitesse moyenne du vent (m/s) Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,2	e(-) u(-)	3,7	1879-2004
Durée d'ensoleillement (h) Zonneschijnduur (u)	1536	n	1547	1887-2004
Température moyenne " vraie " (°C) Gemiddelde temperatuur (°C)	10,7	ta(+) za(+)	9,3	1833-2004
Température maximale moyenne (°C) Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	14,3	n	3,9	1968-2004
Température minimale moyenne (°C) Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7,1	n	6,7	1968-2004

Tabel-Tableau 5.1: Valeurs pour l'année 2004 et normales de différents paramètres météorologiques mesurés à Uccle.

	2004	Niveaux d'anormalité Drempel van abnormaliteit	Normales Normalen	Périodes de référence pour les normales Refentieperiode voor de normalen
Température maximale absolue (°C) Absolute maximumtemperatuur (°C)	30,2	n	31.5	1968-2004
Température minimale absolue (°C) Absolute minimumtemperatuur (°C)	-6,8	n	-8,7	1968-2004
Nombre de jours de gel (min < 0°C) Aantal vorstdagen (min < 0°C)	48	n	46.1	1968-2004
Nombre de jours d'hiver (max < 0°C) Aantal winterse dagen (max < 0°C)	3	n	8.0	1968-2004
Nombre de jours d'été (max >= 25°C) Aantal zomerse dagen (max >= 25°C)	24	n	24,3	1968-2004
Nombre de jours de forte chaleur (max >= 30°C) Aantal tropische dagen (max >= 30°C)	1	n	3,4	1968-2004
Humidité relative moyenne de l'air (%) Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	80	a(-)	82	1833-2004
Total des précipitations (mm) Neerslagtotaal (mm)	913,7	a(-)	791.0	1833-2004
Nombre de jours de précipitations (>= 0,1 mm) Aantal dagen met neerslag (>= 0,1 mm)	198	n	201	1833-2004

Tabel 5.2: Définitions van de indeling van klimatologische gebeurtenissen.

Indelling	Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld één keer alle
Normaal (n)	
Abnormaal (a)	6 jaar
Zeer abnormaal (za)	10 jaar
Uitzonderlijk (u)	30 jaar
Zeer uitzonderlijk (zu)	100 jaar

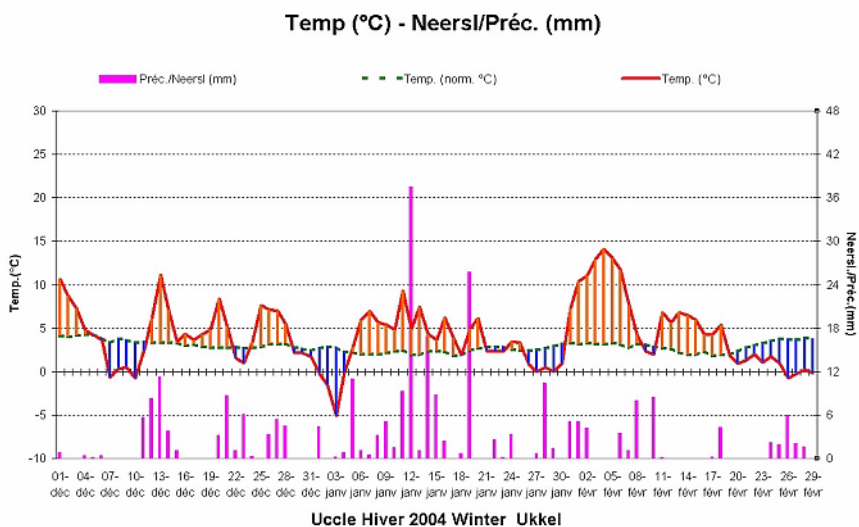
Tableau 5.2: Définition des classes des phénomènes climatologiques

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

De meteorologische winter 2004 (zie figuur 5.1) was zacht en nat. Het zeer abnormaal hoge neerslagtotaal was te wijten aan de neerslaghoeveelheden tijdens de maand januari. De neerslag was bijzonder overvloedig tijdens de tweede week van deze maand, waardoor het totaal als "zeer uitzonderlijk" kon worden bestempeld. De tweede week van januari was de natste sinds 1901 met 102,4 mm. Het vorige record dateerde uit 1938, met 69,7 mm. Wat de wintertemperaturen betreft, werd dit seizoen gekenmerkt door afwisselend warme en koude perioden

L'hiver météorologique 2004 (voir figure 5.1) a été doux et pluvieux. L'excès très anormal des précipitations est dû au mois de janvier. Les précipitations furent particulièrement abondantes au cours de la deuxième décennie de ce mois, avec un excès caractérisé de "très exceptionnel". Cette deuxième décennie fut la deuxième décennie de janvier la plus arrosée depuis 1901, avec 102,4 mm. Le précédent record datait de 1938, avec 69,7 mm. Au niveau des températures, l'hiver a été marqué par une alternance de périodes chaudes et froides, avec une période particulièrement douce en février.

met een bijzonder zachte periode tijdens de maand februari.

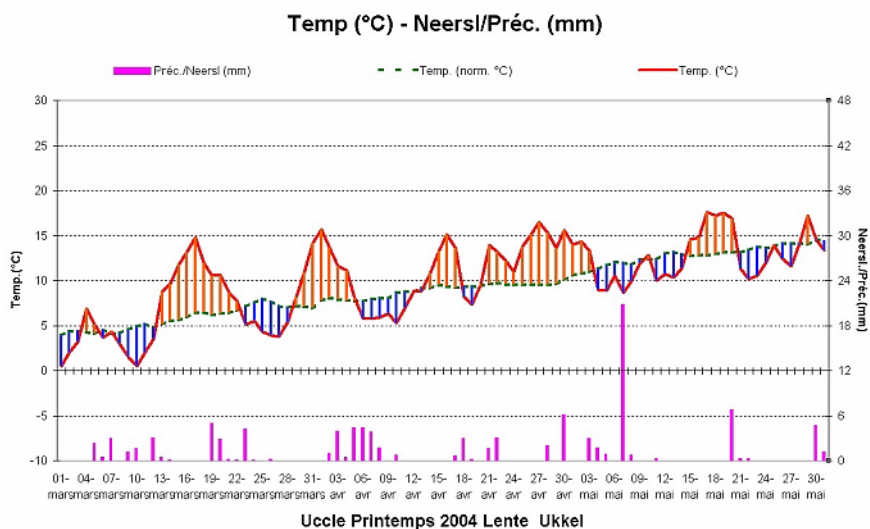


Figuur 5.1. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de winter 2004 (december 2003 tot februari 2004).

Figure 5.1. Température et précipitations journalières à Uccle au cours de l'hiver 2004 (décembre 2003 à février 2004).

Globaal bekeken was de lente (zie figuur 5.2), net zoals de winter, relatief zacht. Daar tegenover staat dat de neerslaghoeveelheden laag waren, waardoor het seizoenstotaal van de lente als "zeer abnormaal" kon worden beschouwd. Tijdens de 41 neerslagdagen, geregistreerd te Ukkel, waren er slechts 4 dagen waarop er meer dan 5 mm werd gemeten.

Globalement, le printemps fut, tout comme l'hiver, relativement doux (voir figure 5.2). En revanche, les précipitations ont été peu importantes et le déficit saisonnier est caractérisé de "très anormal". Au cours des 41 jours de précipitations à Uccle, on a eu seulement 4 jours avec plus de 5 mm d'eau recueillie.



Figuur 5.2. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de lente 2004 (maart tot mei).

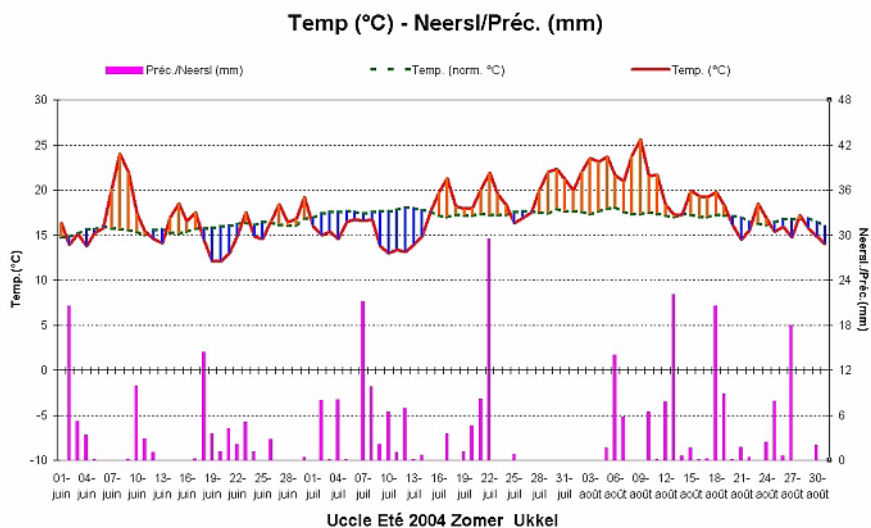
Figure 5.2. Température et précipitations journalières à Uccle au cours du printemps 2004 (mars à mai).

De zomer (zie figuur 5.3) werd gekenmerkt door "zeer abnormaal" hoge waarden van de temperatuur en het neerslagtotaal. De te hoge temperatuurswaarden waren

L'été fut caractérisé par des excès "très anormaux" de la température et du total des précipitations (voir figure 5.3). L'excès des températures fut particulièrement marqué

vooral opmerkelijk tijdens twee perioden: één bij het begin van de maand juni en de andere van half juli tot half augustus. Nochtans werden de opvallende waarden van de zomer van 2003 niet meer bereikt. Tijdens de maand augustus werd een opmerkelijk hoog aantal onweersdagen geregistreerd : 23 dagen tegenover een "normale" waarde van 11.1 dagen. Tot hertoe was de opmerkelijkste waarde voor een augustusmaand 17 dagen in 1939.

durant deux périodes: l'une au début du mois de juin et l'autre de la mi-juillet à la mi-août. On n'a cependant plus atteint les valeurs remarquables qui avaient été observées au cours de l'été 2003. En août, un nombre de jours d'orage remarquable fut enregistré dans le pays : 23 jours d'orage pour une valeur moyenne ou " normale " de 11,1 jours. La valeur la plus remarquable pour un mois d'août était jusqu'ici de 17 jours, en 1939.

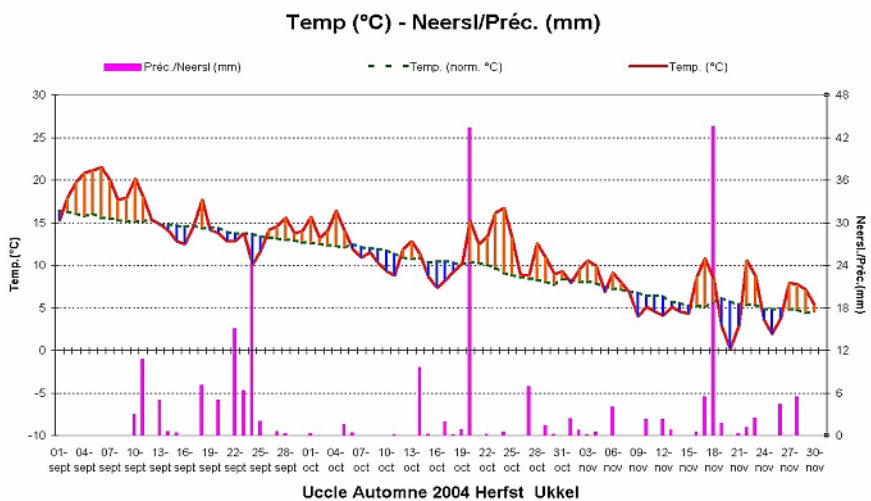


Figuur 5.3. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de zomer 2004 (juni tot augustus).

Figure 5.3. Température et précipitations journalières à Uccle au cours de l'été 2004 (juin à août).

De herfst 2004 (zie figuur 5.4) was "zeer abnormaal" zacht en dit niettegenstaande het feit dat elk van de drie maanden van dit seizoen (september tot november) als " normaal " werd gekarakteriseerd. Te Ukkel was de gemiddelde temperatuur van dit seizoen 0,9°C hoger dan de normale waarde.

L'automne 2004 fut "très anormalement" doux (voir figure 5.4), et ce malgré que chacun des trois mois de la saison (septembre à novembre) soit caractérisé de "normal". À Uccle, on a observé un excès de 0,9°C pour la température moyenne par rapport à la normale pour cette saison.



Figuur 5.4. Dagelijkse temperaturen en neerslag te Ukkel tijdens de herfst 2004 (september tot november).

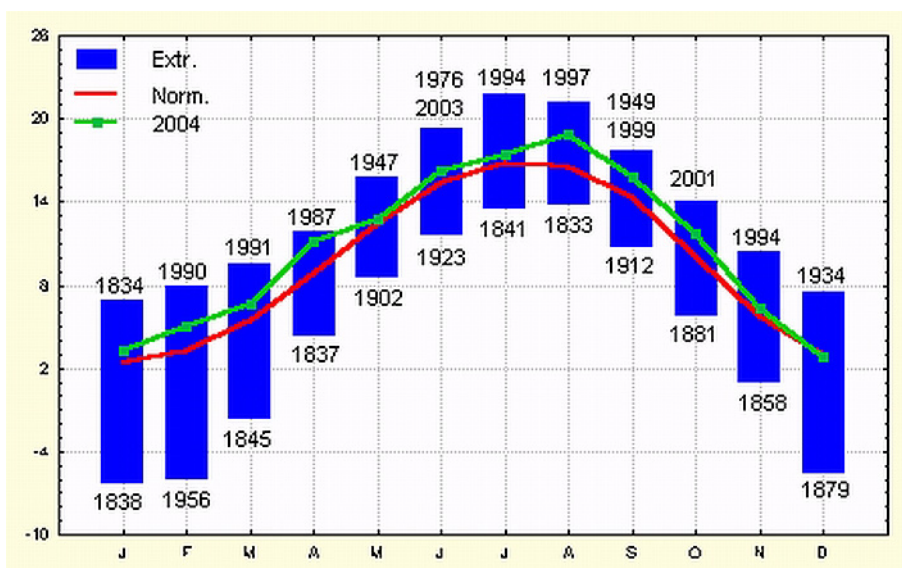
Figure 5.4. Température et précipitations journalières à Uccle au cours de l'automne 2004 (septembre à novembre).

December vertoonde geen enkele opmerkelijke waarde. Nochtans was dit in 2004 de enige maand waarin de gemiddelde maandtemperatuur onder de normaalwaarde bleef.

Décembre n'a présenté aucune valeur remarquable. Il faut remarquer cependant que ce fut le seul mois de l'année où la température moyenne mensuelle fut inférieure à la valeur normale.

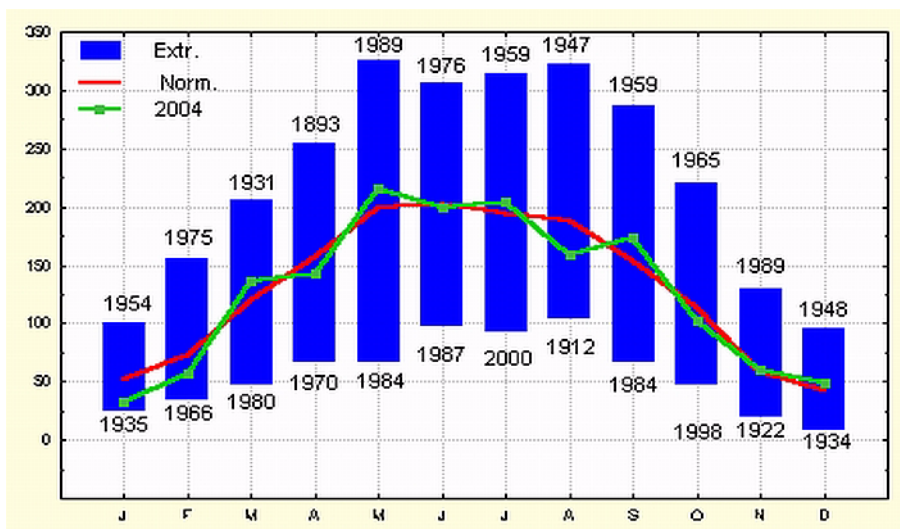
De figuren 5.5 tot 5.8 vergelijken de maandwaarden gemeten voor 4 belangrijke klimatologische parameters te Ukkel in 2004 met de normalen en de uitersten: de gemiddelde temperatuur (figuur 5.5), de zonnenschijnduur (figuur 5.6), de neerslaghoeveelheid (figuur 5.7) en het aantal neerslagdagen (figuur 5.8). De groene lijnen verbinden de waarden in 2004 en de rode lijn geeft de evolutie van de normale waarde weer. De blauwe staafjes duiden het interval aan binnen dewelke de geobserveerde maandwaarden varieerden tijdens de afgelopen jaren (het jaartal met de hoogste waarde wordt bovenaan het staafje aangeduid en het jaartal met de laagste waarde onderaan).

Les figures 5.5 à 5.8 comparent les valeurs mensuelles mesurées à Uccle en 2004 avec les normales et les extrêmes mensuels pour quatre paramètres climatiques importants: la température moyenne (figure 5.5), la durée d'ensoleillement (figure 5.6), la quantité de précipitations (figure 5.7) et le nombre de jours avec précipitations (figure 5.8). Les lignes vertes relient les valeurs mesurées en 2004 et les lignes rouges donnent l'évolution annuelle des normales. Les bâtonnets bleus donnent l'intervalle à l'intérieur duquel les valeurs mensuelles observées ont varié au cours des années (l'année de la valeur la plus élevée est indiquée au-dessus du bord supérieur de chaque bâtonnet et la valeur la plus faible sous le bord inférieur).



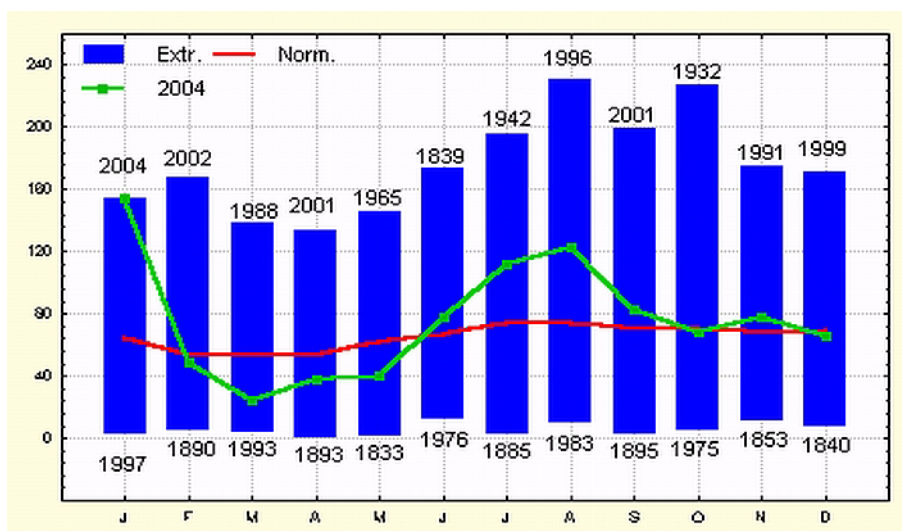
Figuur 5.5. Maandelijkse gemiddelde temperaturen te Ukkel (in °C). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.

Figure 5.5. Moyennes mensuelles de la température de l'air à Uccle (°C). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.



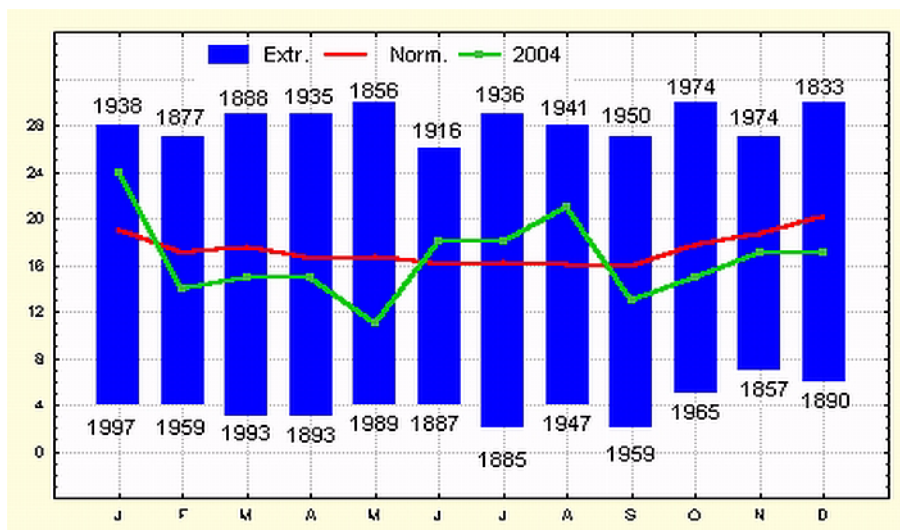
Figuur 5.6. Maandelijkse zonneshijnduur te Ukkel (in uren). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.

Figure 5.6. Totaux mensuels de la durée d'ensoleillement à Uccle (heures). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.



Figuur 5.7. Maandelijkse neerslagtotalen te Ukkel (in mm). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.

Figure 5.7. Totaux mensuels des précipitations à Uccle (mm). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.



Figuur 5.8. Maandelijks aantal neerslagdagen te Ukkel (in dagen). Waarden voor 2004, normalen en absolute uitersten sinds 1833.

Figure 5.8. Nombres mensuels de jours avec précipitations à Uccle (jours). Valeurs pour 2004, normales et extrêmes absolus depuis 1833.

Als besluit kunnen wij stellen dat 2004 een weinig winderig en relatief warm jaar was. Deze laatste klimatologische karakteristiek is sinds het begin van de jaren 80 een courant gegeven geworden. In 2004 was december de enige maand tijdens dewelke de gemiddelde maandtemperatuur lager was dan de "normale waarde". Op maandelijks niveau hebben wij, afgezien van een uiterst natte maand januari en een zéér onweerachtige maand augustus, in 2004 geen bijzondere klimatologische omstandigheden gekend.

En conclusion, l'année 2004 fut une année peu venteuse et relativement chaude. Cette dernière caractéristique climatique est courante depuis la fin des années 1980. En 2004, décembre fut le seul mois où la moyenne mensuelle de la température fut inférieure à la valeur normale. A l'échelle mensuelle, à l'exception d'un mois de janvier record au niveau des précipitations et d'un mois d'août très orageux, nous n'avons pas connu de conditions climatiques particulièrement remarquables en 2004.



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.-C. Jodogne

Dr. A. Quinet

Dr. G. Demarée

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

Prof. H. Declair

Prof. H. De Jonghe

Prof. Chr. De Mol

Prof. F. Ronday

6.2 Beheerscommissie / Commission de Gestion

- *Stemgerechtigde leden / Avec voix délibérative:*

De heer W. De Smet, voorzitter

Dr. H. Malcorps, ondervoorzitter

Dr. R. Verbeiren, ondervoorzitter

Dr. P. Simon, ondervoorzitter

De heer Ph. Wéry

Mevr. M. Baudot

De heer N. Parmentier

De heer M. Praet

De heer Cl. Bolette

De heer J. Peeters

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

- *Voorzitter / Président:*

De heer 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 / Personalités scientifiques choisies en dehors de l'établissement:*

Prof. S. Dautrebande

Prof. Chr. Leclercq-Willain

Prof. J. Paredaens



Wetenschappelijke Publicaties en Conferenties

Publications Scientifiques et Conférences

Publicaties met lectrurcomité / Publications avec comité de lecture

- Alexandrov, E.B., Balabas, M.V., Kulyasov, V.N., Ivanov, A.E., Pazgalev, A.S., Rasson, J.L., Vershovski, A.K., Yakobson, N.N. ,Three-component variometer based on a scalar potassium sensor, *Measurement Science and Technology*, 15, 918 - 922
- Bellier-Castella, L., Caprion, D., Ryckaert, J.-P., "Surface ordering of discotik liquid crystals". *J. Chem. Phys* 121, 4874 (2004). "
- Bertrand, C. ,Les derniers 1000 ans/The last 1000 years. *Comptes Rendus Geoscience*, 336(7-8):741-750.
- Bertrand, C., Royer, A.,Aerosol optical depth spatio-temporal characterization over the Canadian BOREAS domain. *International Journal of Remote Sensing*, 25(15):2903-2917.
- Brouyaux, F., Mormal, P., Tricot, Ch., Vandiepenbeeck, M., Verheyden, R. ,Weer of geen weer (een eeuw natuurgeweld in België). *KMI en Uitgeverij Van Halewyck* (eds), 232 p.
- Brouyaux, F., Mormal, P., Tricot, Ch., Vandiepenbeeck, M.,La Belgique au fil du temps (les événements météorologiques marquants du vingtième siècle en Belgique). *IRM et Le Roseau Vert* (eds), 223 p.
- Demarée, G.,La canicule de 1743 à Pékin, *Pour la Science* (édition française de Scientific American), Dossier No 42: Le temps des datations, p. 102
- De Meyer, F.,Probing the radius of the Earth's core with geomagnetic field models, *Koninklijk Meteorologisch Instituut, Wetenschappelijke en technische publicatie* 34, 42 p.
- Dewitte, S., Crommelynck, D., Joukoff, A.,""Total solar irradiance observations from DIARAD/IRGO"", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109 A2, 2004"
- Dewitte, S., Crommelynck, D., Mekaoui, S., Joukoff, A. ,Measurement and uncertainty of the long term total solar irradiance trend", *Sol Phys*, Vol 224, 209-216, 2004.
- Gallée, H., Moufouma-Oka, W., Bechtold, P., Brasseur, O., Dupays, I., Marbaix, P., Messenger, C., Ramel, R., Lebel, T.,"A high-resolution simulation of a West African rainy season using a regional climate model", *Journal of Geophysical Research*, 109, D05108.
- Galmarini, S., Bianconi, R., Addis, R., Andronopoulos, S., Astrup, P., Bartzis, J.-C., Bellasio, R., Buckley, R., Champion, H., Chino, M., Amours, R. D., Davakis, E., Eleveld, H., Glaab, H., Manning, A., Mikkelsen, T., Pechinger, U., Polreich, E., Prodanova, M., Slaper, H., Syrakov, D., Terada, H., Van der Auwera, L.,Ensemble dispersion forecasting, Part II: Application and Evaluation, *Atmospheric Environment*,38,28,4619-4632.
- Galmarini, S., Bianconi, R., Klug, W., Mikkelsen, T., Addis, R., Andronopoulos, S., Astrup, P., Baklanov, A., Bartnicki, J., Bartzis, J.C., Bellasio, R., Bompay, F., Buckley, R., Bouzom, M., Champion, H., Amours, R.D., Davakis, E., Eleveld, H., Geertsema, G.T., Glaab, H., Kollax, M., Ilvonen, M., Manning, A., Pechinger, U., Persson, C., Polreich, E., Potemski, S., Prodanova, M., Saltbones, J., Slaper, H., Sofiev, M.A., Syrakov, D., Sorensen, J.H., Van der Auwera, L., Valkama, I., Zelazny, R.,Can the confidence in long range Atmospheric transport models be increased? The pan-European experience of Ensemble, *Radiation Protection Dosimetry* (2004) Vol 109,Nos 1-2,pp19-24.

- Galmarini, S., Bianconi, R., Klug, W., Mikkelsen, T., Addis, R., Andronopoulos, S., Astrup, P., Baklanov, A., Bartnicki, J., Bartzis, J.C., Bellasio, R., Bompay, F., Buckley, R., Bouzom, M., Champion, H., Amours, R.D., Davakis, E., Eleveld, H., Geertsema, G.T., Glaab, H., Kollax, M., Ilvonen, M., Manning, A., Pechinger, U., Persson, C., Polreich, E., Potemski, S., Prodanova, M., Saltbones, J., Slaper, H., Sofiev, M.A., Syrakov, D., Sorensen, J.H., Van der Auwera, L., Valkama, I., Zelazny, R., Ensemble dispersion forecasting, Part I: Concept, approach and indicators, *Atmospheric Environment*, 38, 28, 4607-4617.
- Gröbner, J., Kazadzis, S., Schreder, J., Bolsée, D., Brogniez, C., De Backer, H., di Sarra, A.G., Feister, U., Görts, P., Henriques, D., Jaroslowski, J., Simic, S., Stanec, M., Steinmetz, M., Tax, R., Villaplana Guerrero, J.M., Report of Site visits Round 2004, European Commission, Joint Research Centre, EUR 21398 EN, 171-182
- Hus, J., Geeraerts, R., Plumier, J., On the suitability of refractory bricks from a mediaeval brass melting & working site near Dinant (Belgium) as geomagnetic field recorders. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 103-116.
- Hus, J., Geeraerts, R., Plumier, J., Origin of deviations between the remanent magnetization and inducing geomagnetic field direction in kilns and implications on archaeomagnetic dating. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, Geophysical Institute Slovak Academy of Sciences, 34, 63-64.
- Ipe, A., Bertrand, C., Clerbaux, N., Dewitte, S., Gonzalez, L., Validation and homogenization of cloud optical depth and cloud fraction retrievals for GERB/SEVIRI scene identification using Meteosat-7 data. *Atmospheric Research*, 72:17-37.
- Jodogne, J.-C., Nebdi, H., Warnant, R., GPS TEC and ITEC from digisonde data compared with NeQuick model. *Adv. in Radio Science* (2004) 2:269-273.
- Lagrou, D., Vandenberghe, N., Van Simaey, S., Hus, J., Magnetostratigraphy and rock magnetism of the Boom Clay (Rupelian stratotype) in Belgium. *Netherlands Journal of Geosciences*, 83, 3, 209-225.
- Lait, L., Newman, P., Schoeberl, M., McGee, T., Twigg, L., Browell, E., Fenn, M., Grant, W., Butler, C., Bevilacqua, R., Davies, J., De Backer, H., Andersen, S., Kyrö, E., Kivi, R., von der Gathen, P., Claude, H., Benesova, A., Skrivanova, P., Dorokhov, V., Zaitcev, I., Braathen, G., Gil, M., Litynska, Z., Moore, D., Gerding, M., Non-coincident inter-instrument comparisons of ozone measurements using quasi-conservative coordinates, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 4, pp 2345-2352, 2004. <http://www.copernicus.org/EGU/acp/4/2345/acp-4-2345.pdf>
- Lemoine, R., Secondary maxima in ozone profiles, *Atmos. Chem. And Phys.*, 4, 1085-1096, 2004.
- Meijer, Y.J.; Swart, D.P.J.; Allaart, M.; Andersen, S.B.; Bodeker, G.; Boyd, I.; Braathen, G.; Calisesi, Y.; Claude, H.; Dorokhov, V.; von der Gathen, P.; Gil, M.; Godin-Beekmann, S.; Goutail, F.; Hansen, G.; Karpetchko, A.; Keckhut, P.; Kelder, H.M.; Koelemeijer, R.; Kois, B.; Koopman, R.M.; Kopp, G.; Lambert, J.-C.; Leblanc, T.; McDermid, I. S.; Pal, S.; Schets, H.; Stubi, R.; Suortti, T.; Visconti, G.; Yela, M., Pole-To-Pole Validation of Envisat GOMOS Ozone Profiles Using Data from Ground-Based and Balloon Sonde Measurements, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, December 9, 2004 (Vol. 109, No. D23, D23305, Paper No. 10.1029/2004JD004834).
- Mekaoui, S., Dewitte, S., Crommelynck, D., Joukoff, A., Absolute accuracy and repeatability of the RMIB radiometers for TSI measurements, *Sol Phys*, Vol 224, 237-246, 2004.
- Messenger, C., Gallée, H., Brasseur, O., "Precipitation sensitivity to regional SST in a regional climate simulation during the West African Monsoon for two dry years", *Climate Dynamics*, 22, 249-266.
- Moberg, A., Demarée, G., "Ce que nous apprennent les thermomètres. ""Le risque climatique""", *Les dossiers de la recherche*, No 17, novembre 2004, p. 42 - 45"
- Mohyont, B., Demarée, G., Faka, D.N., Establishment of IDF-curves for precipitation in the tropical area of Central Africa – comparison of techniques and results, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, 375-387, 2004
- Nicolis, C., Dynamics of model error : the role of unresolved scales revisited. *J. Atmos. Sci.*, 61, 1740 – 1753.
- Nicolis, C., Noisy limit point bifurcation with a slowly increasing parameter, *Europhys. Lett.*, 66, 185 – 191.
- Nicolis, G., Basios, V., Nicolis, C., Pattern formation and fluctuation-induced transitions in protein crystallization. *J. Chem. Phys.*, 120, 7708 – 7719.
- Polders, C., De Backer, H., Van Laer, J., Aantasting van de ozonlaag, Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen, MIRA-T 2002, eindredactie M. Van Steertegem, VMM/Lannoo-Campus, ISBN 90 209 5918 2, 271-284
- Termonia, P., Monitoring the Coupling - Update Frequency of a Limited - Area Model by Means of a Recursive Digital Recursive Filter, *Mon. Wea. Rev.*, 132, 2130-2141

- Termonia, P., Roulin, E., Numerieke modellering ten behoeve van neerslagvoorspellingen en hydrologische toepassingen, KMI Wetenschappelijke en Technische Publicatie, Nr. 035, 15pp.
- Termonia, P., Quinet, A., A New Transport Index for Predicting Episodes of Extreme Air Pollution, *J. Appl. Meteor.*, 43, 631-640
- Tricot, C., Mormal, P., Aperçu climatique des Hautes-Fagnes, KMI Wetenschappelijke en Technische Publicatie No 36, 32 pp.
- Zhang, D., Demarée, G., Northern China maximum temperature in the summer of 1743: A historical event of burning summer in a relatively warm climate background. *Chinese Science Bulletin*, Vol. 49, No. 23, p. 2508-2514 (in English); Vol. 49, 21, p. 2204-2210 (in Chinese).

Proceedings

- Andonov, B., Kutiev, I., Warnant, R., Nebdi, H., Rasson, J., Bavier, M., Forecasting the Dourbes K index by using solar wind parameters. *Beacon Satellite Symposium*, 18-22 October 2004, Trieste, Italy.
- Bertrand, C., Caprion, D., Clerbaux, N., Dewitte, S., Gonzalez, L., Ipe, A., First TOA fluxes from the Geostationary Earth Radiation Budget (GERB) instrument. In *Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere IX*, K.P. Schäfer, A. comerón, M.R. Carleer, R.H. Picard, N.I. Sifakis (Editors). *SPIE Proceedings Series*, Vol. 5571, pp. 67-77.
- Bertrand, C., Clerbaux, N., Ipe, A., Dewitte, S., Gonzalez, L., Regional biases in the retrieved instantaneous reflected short wave fluxes at the top of the atmosphere. In *P.41 Proceedings of the 2004 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference*, Prague, Czech Republic, 31 May – 4 June 2004, pp. 533-540.
- Bertrand, C., Clerbaux, N., Ipe, A., Gonzalez, L., Corrigendum to "Estimation of the 2002 Mount Etna eruption cloud radiative forcing from Meteosat-7 data. *Remote Sensing of Environment*, 90:135.
- Blumenstock, T., Mikuteit, S., Hase, F., Boyd, I., Calisesi, Y., DeClercq, C., Lambert, J.-C., Koopman, R., McDermid, S., Oltmans, S., Swart, D., Raffalski, U., Schets, H., De Muer, D., Steinbrecht, W., Stubi, R., Wood, S., "COMPARISONS OF MIPAS O3 PROFILES WITH GROUND-BASED MEASUREMENTS", *Proceedings of the Second Workshop on the Atmospheric Validation of ENVISAT (ACVE-2)*, 3-7 May 2004, ESA SP-562."
- Cheymol, A., De Backer, H., Lemoine, R., Delcloo, A., Relation between the aerosol optical depth in the UV at Uccle and the quantity of UV from Brewer ozone measurements, *Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium*, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 1070-1071, 2004
- Christensen, T., Knudsen, B.M., Andersen, S.B., Benesova, A., Bojkov, B.R., Claude, H., Davies, J., De Backer, H., Dier, H., Dorokhov, V., Gerding, M., Gil, M., Henchoz, B., Kelder, H., Kivi, R., Kyrö, E., Litynska, Z., Peters, G., Shearman, R.J., Skrivankova, P., Stübi, R., Turunen, T., Vaughan, G., Viatte, P., von der Gathen, P., Zaitcev, I., Vortex-averaged ozone losses in the winter 2002/2003, *Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium*, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 59-60, 2004
- De Backer, H., Cheymol, A., Lemoine, R., Delcloo, A., Spectral UV observation at the Royal Meteorological Institute in Uccle (Belgium), *Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium*, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 1075-1076, 2004.
- Delcloo, A., De Backer, H., Lemoine, R., Cheymol, A., Modelling ozone concentrations within the planetary boundary layer at Uccle, using meteorological parameters, *Abstract EGU04-A-03127*, EGU General Assembly, Nice, France, *Geophysical Research Abstracts*, Volume 6, ISSN 1029-7006, 2004.
- Delcloo, A., De Backer, H., Lemoine, R., Cheymol, A., Modelling planetary boundary layer ozone, using ozone sounding data at Uccle, *Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium*, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 847-848, 2004.
- Delobbe, L., Holleman, I., Quality of echotop products and derived probability of hail as a function of range. In *Proc. ERAD (2004)*, Copernicus GmbH, 87-90.
- Delobbe, L., Crabbé, M., Hamid, K., Weather radar and lightning detection systems as complementary tools for hail thunderstorm detection. In *Proc. of the 18th International Lightning Detection Conference*, Helsinki, Finland.
- Demarée, G., Intensity-Duration-Frequency (IDF) curves for Yangambi, Congo, based upon long-term high-frequency Precipitation Data Set. Part I: The History of the Observations and the Data. *Proceedings of the Int. Conference Tropical Climatology, Meteorology and Hydrology TCMH-2001*, KMI-KAOW, p. 245-252.

- Demarée, G., The Ancien Régime Instrumental Meteorological Observations in Belgium or the Physician with Lancet and Thermometer in the wake of Hippocrates, *Sartoniana*, Vol. 17, Ghent, 2004, pp. 13-41
- Demarée, G., De Dapper, M. & Alexandre, J. (Guest Editors), Proceedings of the Second International Conference on Tropical Climatology, Meteorology and Hydrology – Climate-related Risk Analysis and Sustainable Development in Tropical Areas, Royal Meteorological Institute of Belgium – Royal Academy of Overseas Sciences, Brussels, 13-14 December, 2001, 357 p.
- Demarée, G., Nordli, O., On the Amount of Rain Fallen in Macau, China, in the year 1780. *Mededelingen der Zittingen Koninklijke Academie Overzeese Wetenschappen*, 49(4), p. 499-508.
- Dewitte, S., Clerbaux, N., Gonzalez, L., Ipe, A., Bertrand, C., Joukoff, A., Validation of TOA radiative fluxes from the GERB instrument. In P.41 Proceedings of the 2004 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Prague, Czech Republic, 31 May – 4 June 2004, pp. 498-504.
- Fricke, K.H., Blum, U., Baumgarten, G., Congeduti, F., Cuomo, V., Hansen, G., Mona, L., Schets, H., Stebel, K., Stübi, R., "MIPAS TEMPERATURE VALIDATION BY RADIOSONDE AND LIDAR", Proceedings of the Second Workshop on the Atmospheric Validation of ENVISAT (ACVE-2), 3-7 May 2004, ESA SP-562."
- Hus, J., Magnetic Susceptibility: a Proxy of the Palaeoenvironment and Palaeoclimate in Sediments. Proceedings of the Int. Conference Tropical Climatology, Meteorology and Hydrology TCMH-2001, KMI-KAOW. Editors: G. Demarée, M. De Dapper, J. Alexandre p. 81-94.
- Lambert, J.-C., Allaart, M., Andersen, S.B., Blumenstock, T., Bodeker, G., Brinksma, E., Cambridge, C., De Mazière, M., Demoulin, P., Gerard, P., Gil, M., Goutail, F., Granville, J., Ionov, D.V., Kyrö, E., Navarro-Comas, M., PETERS, A., Pommereau, J.-P., Richter, A., Roscoe, H.K., Schets, H., Shanklin, J.D., Suortti, T., Sussmann, R., Van Roozendaal, M., Varotsos, C., Wagner, T., Wood, S., Yela, M., "FIRST GROUND-BASED VALIDATION OF SCIAMACHY V5.01 OZONE COLUMN", Proceedings of the Second Workshop on the Atmospheric Validation of ENVISAT (ACVE-2), 3-7 May 2004, ESA SP-562."
- Lemoine, R., De Backer, H., Cheymol, A., Delcloo, A., Strong ozone lamination events in the lower stratosphere, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 392, 2004.
- Lemoine, R., De Backer, H., Cheymol, A., Delcloo, A., Secondary maxima in ozone profiles, Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 392, 2004.
- Meijer, Y.J., Swart, D.P.J., Allaart, M., Andersen, S.B., Bodeker, G., Boyd, I., Braathen, G., Calisesi, Y., Claude, H., Dorokhov, V., von der Gathen, P., Gil, M., Godin-Beekmann, S., Goutail, F., Hansen, G., Karpetchko, A., Keckhut, P., Kelder, H.M., Koelemeijer, R., Kois, B., Koopman, R.M., Lambert, J.-C., Leblanc, T., McDermid, I.S., Pal, S., Kopp, G., Schets, H., Stübi, R., Suortti, T., Visconti, G., Yela, M., "GOMOS OZONE PROFILE VALIDATION USING DATA FROM GROUND-BASED AND BALLOONSONDE MEASUREMENTS", Proceedings of the Second Workshop on the Atmospheric Validation of ENVISAT (ACVE-2), 3-7 May 2004, ESA SP-562."
- Roulin, E., Hydrological ensemble forecasts for Belgium. Présentation au Workshop: Hydrological Ensemble Prediction Experiment (HEPEX), 8-10 mars, CEPMMT, Reading: http://www.ecmwf.int/newsevents/meetings/workshops/2004/HEPEX/Roulin_group2.pdf
- Russell, J.E., Futyan, J.M., Allan, R.P., Harries, J.E., Slingo, A., Dewitte, S., Clerbaux, N., "Strategies for determining clear sky fluxes from GERB data", Proceedings of the EUMETSAT users conference, pp. 489-496, 2004."
- Smith, G.L., Szewczyk, Z.P., Mlynczak, P.E., Lee, R.B., Wielicki, B.A., Priestley, K.J., Harries, J.E., Dewitte, S., Clerbaux, N., Method for comparison of GERB and CERES radiances. In Proceedings of the SPIE 8th conference on Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites, volume 5234, pages 423-432, 2004.
- Streibel, M., von der Gathen, P., Rex, M., Deckelmann, H., Harris, N.R.P., Braathen, G.O., Chipperfield, M.P., Millard, G., Reimer, E., Alfier, R., Allaart, M., Andersen, S.B., Araujo, J., Balis, D., Billet, O., Cambridge, C., Claude, H., Colwell, S.R., Davis, J., De Backer, H., Deshler, T., Dier, H., Dorokhov, V., Easson, J., Fast, H., Gerding, M., Ginzburg, M., Godin-Beekmann, S., Johnson, B., Karhu, J.A., Klekociuk, A., Kyrö, E., Moore, D., Moran, E., Nagai, T., Nakane, H., Parrondo, C., Ravegnani, F., Roscoe, H.K., Sato, K., Shanklin, J.D., Skrivankova, P., Stübi, R., Tripathi, O.P., Varotsos, C., Vialle, C., Viatte, P., Yamanouchi, T., Yela, M., Yoshizawa, N., Yushkov, V., Zerefos, C.S., Ozone loss rates over the Arctic 2002/03 and Antarctic 2003 measured with the Match approach, Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 55, 2004.
- Sugita, T., Kanzawa, H., Nakajima, H., Yokota, T., Gernandt, H., Herber, A., von der Gathen, P., König-linglo, G., Murayama, Y., Sato, K., Yushov, V.A., Dorokhov, V., Allaart, M., Litynska, Z., Braathen, G.O., Kyrö, E., De Backer, H.,

Yela, M., Klekociuk, A., Goutail, F., Godin-Beekmann, S., Taalas, P., Deshler, T., Roscoe, H.K., Oltmans, S.J., Johnson, B., Koayashi, H., Sasano, Y., Assessment of the Version 1.3 ILAS-II ozone data quality in the high latitude lower stratosphere, Ozone, Proceedings of the XX Quadrennial Ozone Symposium, 1-8 June 2004, Kos, Greece, Edt. C.S. Zerefos, ISBN 960-630-103-6, ISBN 960-630-101-1, ISBN 960-630-105-2, 614-615, 2004

- Van der Linden, R., Berghmans, D., Robbrecht, E., Vanlommel, P., Clette, F., Nicula, B., Zhukov, A., Wauters, L., Warnant, R., Pottiaux, E., Lejeune, S., Barre, A., Bavier, M., Nebdi, H., Jodogne, J.-C., Rasson, J., Stegen, K., Heynderickx, D., Roth, M., De Keyser, J., Kruglanski, M., Henry, J.-P., Marche, J.F., The SIDC project: a comprehensive operational space weather service in Belgium. First European Space Weather Week, 29 November-3 December 2004, Noordwijk, Netherlands.
- Vannitsem, S., Nicolis, C., Statistics and dynamics of the lightning activity over Belgium. International Conference on Lightning Protection, Avignon, France, p. 253 - 258
- Warnant, R., Bavier, M., Lejeune, S., Pottiaux, E., Andonov, B., Kutiev, I., Barré, A., Nebdi, H., Rasson, J., Van der Linden, R., Development of Space Weather related services for real-time GPS applications in the frame of the SIDC Space Weather Pilot Project, First European Space Weather Week, 29 November-3 December 2004, Noordwijk, Netherlands.

Externe rapporten / Rapports externes

- Deckmyn, A., Etude d'une méthodologie de contrôle de qualité de données pluviométriques. Rapport final du marché de services MS/212/2001/04 pour le Ministère wallon de l'Équipement et des Transports. 72 p. (+ annexes).
- Deckmyn, A., Wavelet Representation of Background Error Covariances, ALADIN Newsletter 25, April 2004
- Dehem, D., Tricot, Ch., Operational version in Belgium, ALADIN Newsletter 26, 2004
- Hollingsworth, A. (Chairman), Roulin, E. (member of the working group), Final Report of the SAF Hydrology Framework Working Group. Summary Report available as EUM/PPS/REP/01/0002, 49 pp.
- Nebdi, H., Warnant, R., Lejeune, S., Hydrological ensemble predictions - tools and files. Note technique, 23 pp.
- Roulin, E., Radar techniques for identifying precipitation type and estimating quantity of precipitation. COST 717 Working Document WDF_01_200407_1 (51 pp.).
- Salek, M., Cheze, J.-L., Handwerker, J., Delobbe, L., Uijlenhoet, R., Monitoring the Coupling - Update Frequency (MCUF): implementation in cy28t2, ARPEGE/ALADIN, technical documentation
- Termonia, P., Bijdrage tot de vorming van Assistent-Meteoroloog op het KMI, 47 pp.
- Van der Auwera, L., Bijdrage tot de vorming van Assistent-Meteoroloog op het KMI, 47 pp.
- Van der Auwera, L., Study of the correlation between small-scale TEC variability and geomagnetic activity, Technical report and internal note of Work Package 222, Solar Influences Data Centre Space Weather Pilot Project, ESA contract 16913/03/NL/LvH.
- Warnant, R., Nebdi, H., Pottiaux, E., Forecasts of black and red conditions for RTK users, Technical report and internal note of Work Package 223, Solar Influences Data Centre Space Weather Pilot Project, ESA contract 16913/03/NL/LvH.
- Warnant, R., Lejeune, S., Nebdi, H., Study of the correlation between small-scale TEC variability and geomagnetic activity, Technical report and internal note of Work Package 222, Solar Influences Data Centre Space Weather Pilot Project, ESA contract 16913/03/NL/LvH. 8 pp.
- Warnant, R., Lejeune, S., Nebdi, H., Near real-time validation of GPS-TEC using ionosonde TEC at Dourbes, Technical report and internal note of Work Package 212, Solar Influences Data Centre Space Weather Pilot Project, ESA contract 16913/03/NL/LvH. 5 pp.
- Warnant, R., Lejeune, S., Nebdi, H., Forecasts of black and red conditions for RTK users, Technical report and internal note of Work Package 223, Solar Influences Data Centre Space Weather Pilot Project, ESA contract 16913/03/NL/LvH.

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

- Demarée, G., Soldiers, Missionaries and Merchants on the Road – Early instrumental meteorological Observations carried out by Westerners in China. International Commission on the History of Meteorology (ICHM), Polling, Beieren (D), 5-9 juli 2004, 2 p.
- Hus, J., From Loess Magnetism to Environmental Magnetism: A tribute to Friedrich, Heller, 1st general Assembly European Geosciences, 26-30 April 2004, Nice, France.
- Termonia, P., The Physics-dynamics interface: stability and accuracy, 14th ALADIN workshop, 1-5 June 2004, Innsbruck, Austria
- Vannitsem, S., Nicolis, C., Statistics and dynamics of the lightning activity over Belgium, ICLP 2004, 253-258, 2004.

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

- Brasseur, O., Prévision des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants dans les grandes villes, KMI seminarie/Séminaire IRM, 2004-11-24
- De Keyser, M., Leven en werken op een Antarctische basis, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-06-23
- De Witte, S., De SEVIRI beelden beschikbaar op het KMI/Les images SEVIRI disponibles à l'IRM, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-03-10
- Deckmyn, A., Gebruik van wavelets in data assimilatie/Utilisation des ondelettes pour l'assimilation de données, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-09-22
- Dehem, D., Een operationeel werktuig, inclusief de radar, voor de kwaliteitscontrole van de uurlijkse neerslagen/Un outil intégré radar/pluviomètre pour un contrôle de qualité opérationnel, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-09-29
- Dehenauw, D., Enkele case studies van gevaarlijke weersituaties/Des études concernant les conditions atmosphériques dangereuses, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-10-20
- Demarée, G., El pluviógrafo centenario de la estación de Uccle, Bruselas: su historia, sus instrumentos, sus datos y sus aplicaciones. Red Ibérica Mediterránea sobre riesgos climáticos. Universitat de Barcelona, Barcelona, 15 januari 2004.
- Demarée, G., Historical Climatology: data sources and validation. HOLIVAR Training Course "Quantitative climate reconstruction and data-model comparisons. Universiteit Gent, Gent, 21 juni – 2 juli 2004.
- Demarée, G., Intensity-Duration-Frequency Curves for Precipitation at Uccle – Past, Present and Future. Hulde emeritaat Prof. Dr. ir. André Van der Beken, VUB, Brussel, 30 september 2004.
- Demarée, G., De langdurige homogene dagelijkse temperatuurreeks van Brussel-Ukkel tussen hockey stick curve en urban heat island – een klimatologische stijloefening op de slappe koord. Hulde aan Prof. Dr. Alfred Quinet, KMI, 7 mei 2004.
- Gellens, D., Kan men oppervlaktegebonden reductiefactoren toepassen op de extreme neerslagwaarden in België?/ Peut-on appliquer les facteurs de réduction surfacique aux précipitations extrêmes en Belgique ?, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-03-24
- Ipe, A., Schatting van onbewolkte SEVIRI beelden/Estimation d'images ciel clair avec SEVIRI, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-10-27
- Latinne, O., De operationele ALADIN voorspellingen/Prévisions opérationnelles ALADIN, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-12-15
- Meulenberghs, F., Perspectieven voor de operationele schatting van turbulente oppervlaktefluxen en van de reële evapotranspiratie in de automatische stations/Perspectives pour l'estimation opérationnelle des flux turbulents de surface et de l'évapotranspiration réelle aux stations automatiques, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-03-03
- Mohymont, B., Karakteristieke IDF-curven van de neerslag in België/Courbes IDF caractéristiques des précipitations en Belgique, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-04-21
- Nebdi, H., Ruimtemeteorologie: bijdrage van het KMI in het pilootproject van de ESA/Météorologie de l'espace : Contribution de l'IRM au Projet Pilot de l'ESA, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-11-17
- Nordli, O., Demarée, G., On the Amount of Rain Fallen in Macau, China, in the year 1780. "Climate Variations in Sweden During the Past 2000 Years", Earth Sciences Department, Göteborg University, 25-26 oktober 2004

- Roulin, E., De ensemblevoorspellingen van het Europees Centrum en hun toepassing voor hydrologische voorspellingen/Prévisions d'ensemble du Centre Européen et leur application à la prévision hydrologique, KMI Seminarie/Séminaire IRM, 2004-03-17.

Papers of note

- Papers of note, "Het artikel van Piet Termonia en Alfred Quinet "A New Transport Index for Predicting Episodes of Extreme Air Pollution" gepubliceerd in de Journal of Applied Meteorology (2004) werd in het gezaghebbende Bulletin of the American Meteorological Society geselecteerd als een "paper of note"/L'article de Piet Termonia et Alfred Quinet ""A New Transport Index for Predicting Episodes of Extreme Air Pollution", publié dans le Journal of Applied Meteorology (2004), a été sélectionné dans le magazine de référence Bulletin of the American Meteorological Society comme un ""paper of note"



Lijst van Afkortingen

Liste des Acronymes et Abréviations

AARCH:	Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage
ALADIN	Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational
AOD:	Aerosol Optical Depth
AUTODIF:	Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite
AWZ:	Administratie Waterwegen en Zeewezen
BIM:	Brussels Instituut voor Milieubeheer
BIRA:	Belgisch Instituut voor Ruimte Aeronomie
CELINE :	Cellule Interrégionale de l'Environnement
CEPMMT :	Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme
CERES:	Clouds and Earth's Radiant Energy System
COSMO	Consortium for Small-scale Modeling
COST:	European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research
CPG:	Centre de Physique du Globe de l'IRM à Dourbes (Viroinval)
CRENEGON:	Creation of a Renewed Network of Basic Geomagnetic Observatories of NIS Countries, financé par INTAS
DGVH:	Direction générale des Voies hydrauliques
DIARAD:	Differential Absolute Radiometer
DISSCO:	Document management Integrated System for Scientific Organisations
ECMWF:	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EMMA:	European Multiservice Meteorological Awareness
EPS:	Ensemble Prediction System
ESA :	European Space Agency
EU:	European Union
EUMETSAT :	European Meteorological Satellites

GERB:	Geostationary Earth Radiation Budget
GIS	Geographical Information System
GMT:	Greenwich Mean Time
GPS :	Global Positioning System
Hirlam	High Resolution Limited Area Model
IAS:	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
IBGE :	Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement
IDF:	Intensity - Duration - Frequency
IEC :	Ionospheric Electron Content
IGRF:	International Geomagnetic Reference Field
INTAS:	EU International Association acting to preserve and promote the valuable scientific potential of the NIS partner countries
INTERMAGNET:	International Real-time Magnetic Observatory Network
IRCEL:	Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu
IRM :	Institut Royal Météorologique de Belgique
ITEC	Ionospheric Total Electron Content
J2EE:	Java 2nd Enterprise Edition
JRC	Joint Research Center
KMI:	Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
KNMI:	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KSB:	Koninklijke Sterrenwacht van België
LSA	Land Surface Application
MET:	Ministère de l'Équipement et des Transports
METOP :	Polar orbiting meteorological satellites
MIGRAN :	Magnetic Induction in the Geomagnetic Range
MIPAS :	Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding
MSG:	Meteosat Second Generation
MUREX	Monitoring the Usable soil Reservoir EXperimentally
NCEP:	National Centres for Environmental Prediction
NDSC:	Network for the Detection of Stratospheric Change
NIS:	New Independent States (of former USSR)
OMM :	Organisation Météorologique Mondiale
OMS:	Océanographique Meteorologisch Station
ORB:	Observatoire Royal de Belgique
POD :	Programmatorische Overheidsdienst

RIVM :	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMDCN:	Regional Meteorological Data Communication Network
RMSD :	Root Mean Square Distance
RTBF :	Radio Télévision Belge Francophone
RTL :	Radio Télévision Luxembourgeoise
SAF:	Satellite Applications Facilities
SCIAMACHY :	Scanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmopsheric CHartography
SETHY:	Service d'Études Hydrologiques
SEVIRI:	Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager
SIDC :	Solar Influences Data Center
SOHO:	Solar and Heliospheric Observatory
SOLCON:	Solar Constant
SOVIM	Solar Variability and Irradiance Monitor
SPP:	Service Public de Programmation
SQL:	Structured Query Language
SQUID	Superconducting Quantum Interference Device
SRM	Superconducting Rock Magnetometer
SVAT	Sol - Végétation - Atmosphère
TEC :	Total Electronic Content
UE:	Union Européenne
ULB :	Université Libre de Bruxelles
USSR:	Unie van Socialistische Sovjet - Republieken
UTC:	Universal Time
UV-B:	Ultraviolet-B
VNIIM:	All Russian Scientific Research Institute for Metrology D.I. Mendeleyev
VRT :	Vlaamse Radio Televisie
VUB:	Vrije Universiteit Brussel
WebDAV	Web-based Distributed Authoring and Versioning4
WMO:	Wereld Meteorologisch Organisatie
WOUDC:	World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre
WP:	Work Package
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XPDL	XML Process Definition Language

