

Weersverwachting : Produkt van internationale samenwerking

C. FLOOR
KNMI
De Bilt



C. FLOOR
« Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut » (KNMI)
De Bilt

Les prévisions météorologiques : produit de la coopération internationale

Weerberichtgeving is ondenkbaar zonder internationale samenwerking. Sinds in de tweede helft van de vorige eeuw de operationele meteorologie opkwam was de uitwisseling van weerwaarnemingen tussen verschillende landen de basis van het productieproces van weerberichten. Nu, meer dan 100 jaar later, geldt dat nog steeds, maar de internationale samenwerking stoelt thans mede op financiële motieven. Technische vooruitgang heeft weerwaarnemingen en atmosferpeilingen vanuit de ruimte mogelijk gemaakt. Het operationeel bedrijfsklaar houden van weersatellieten, zoals de Europese Meteosat, is echter een kostbare aangelegenheid, die noopt tot gezamenlijke financiering door landen, die van de ontwikkeling van de satelliet en van de meetgegevens profiteren. Wetenschappelijke vooruitgang, mogelijk gemaakt door de opkomst van de computer, leidde tot rekenmodellen van de atmosfeer, die vragen om gigantische mogelijkheden ten aanzien van het verwerken van gegevens en het uitvoeren van berekeningen. Het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECWMT, meestal aangeduid met de beginletters van de Engelse naam ECMWF), dat de bere-

Les prévisions météorologiques sont inconcevables sans coopération internationale. Depuis l'avènement de la météorologie opérationnelle, dans la seconde moitié du dix-neuvième siècle, l'échange d'observations météorologiques entre plusieurs pays servait de base à l'établissement des bulletins du temps. Aujourd'hui, plus de cent ans plus tard, il en est toujours ainsi, mais la coopération internationale repose également sur des considérations financières. Le progrès technique a permis des observations météorologiques et des sondages atmosphériques à partir de l'espace. Toutefois, le maintien en état de marche des satellites météorologiques tels que le Meteosat européen, est chose coûteuse et nécessite un financement commun par les pays qui bénéficient du perfectionnement des satellites et de leurs données. Le progrès scientifique, favorisé par la naissance des ordinateurs, a permis la mise en oeuvre de modèles d'atmosphère qui requièrent des moyens gigantesques pour le traitement des données et l'exécution des calculs. Le Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT), qui effectue les calculs servant de base aux prévisions à quelques jours d'échéance, notamment

keningen uitvoert waarop de meerdaagse verwachtingen van o.a. Nederland en België gebaseerd zijn, is mogelijk geworden door de wetenschappelijke en financiële inbreng van 17 lidstaten. Meteosat en ECMWF zijn twee voorbeelden van internationale meteorologische projecten, waarin België en Nederland participeren.

Weerwaarnemingen

De grondslag van de hedendaagse weersverwachtingen werd gelegd in de tweede helft van de vorige eeuw. Het basisprincipe was geleverd door Lavoisier en Lamarck in 1804. Zij stelden dat men het weer op een bepaalde plaats kan voorspellen als men het weer elders kent. Het weer verplaatst zich in eerste benadering van de ene plaats naar de andere met de wind mee. Om dit principe in praktijk te brengen zijn weerwaarnemingen nodig van veel verschillende plaatsen en van hetzelfde waarnemingstijdstip. Meteorologen spreken van synoptische waarnemingen. De waarnemingen moeten zo snel mogelijk uitgewisseld worden tussen de diverse meteorologische observatoria. De eerste weerkundige diensten die zich bezig hielden met het verrichten, inzamelen

en uitwisselen van weerwaarnemingen ten behoeve van het opstellen van weersverwachtingen werden opgericht halverwege de vorige eeuw. In België dateren deze van 1834, in Nederland van 1854 en in Luxemburg pas van het begin van de twintigste eeuw. Het wachten was toen nog op telegraaf-, later telexverbindingen en datalijnen om de weerrapporten binnen redelijke tijd op de plaats van bestemming te krijgen, maar rond de eeuwwisseling was dat al enigermate gerealiseerd. Inmiddels zijn de weerdiensten van alle landen ter wereld met elkaar verbonden via een internationaal meteorologisch telecommunicatienetwerk, het GTS (Global Telecommunication System). Via de lijnverbindingen die deel uitmaken van het GTS worden dagelijks talloze waarnemingen verzonden van landstations, schepen, radiosondes, weerballonnen, onbemande waarnemingsposten en weersatellieten. Daarnaast vinden rekenresultaten van computermodellen hun weg van rekencentrum naar weerdienst via het GTS. De coördinatie van het GTS berust bij de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO), een instelling van de Verenigde Naties.

Weersatellieten

Sinds op 1 april 1960 de eerste kunstmaan werd gelanceerd voor uitsluitend meteorologische toepassingen heeft de satellietmeteorologie een grote vlucht genomen. Nu, bijna 30 jaar later, houden weersatellieten het aardoppervlak en de dampkring daarboven onafgebroken in de gaten. In verschillende golflengtebereiken wordt de atmosfeer afgetast. Soms is het resultaat een satellietopname, zoals we die kennen van de weerpraatjes in de TV-journaals. In andere gevallen wordt het temperatuurverloop met de hoogte bepaald. Daarnaast behoren vochtprofielen en winden op verschillende hoogten tot de producten van weersatellieten. Een wereldomvattend waarnemingsnetwerk bestaat uit minimaal zes weersatellieten: vijf boven de evenaar en een in een baan over de poolstreken.

Een dergelijk waarnemingsnetwerk is thans dank zij internationale samenwerking nagenoeg gerealiseerd. De Europese bijdrage vormt de Meteosat. Hij staat op bijna 36.000 km hoogte boven de Golf van Guinee op het snijpunt van de evenaar en de meridiaan van Greenwich. Elk half uur zendt de satelliet beelden van de aarde naar een ontvangststation in

aux Pays-Bas et en Belgique, a pu être créé grâce à l'apport scientifique et financier de dix-sept Etats membres. Meteosat et le CEPMMT sont deux exemples de réalisations météorologiques internationales, auxquelles la Belgique et les Pays-Bas participent.

Les observations météorologiques

C'est dans la seconde moitié du dix-neuvième siècle qu'ont été posées les bases des prévisions météorologiques sous leur forme actuelle. Le principe fondamental avait été établi par Lavoisier et Lamarck en 1804. Selon eux, il était possible de prévoir le temps qu'il ferait à un endroit déterminé, à condition de connaître le temps ailleurs. En première approximation, le temps se déplace d'un endroit à un autre avec le vent. La mise en application de ce principe requiert que l'on effectue des observations météorologiques à de nombreux endroits différents et au même moment. C'est ce que les météorologues appellent des observations synoptiques. Les observations doivent être échangées le plus rapidement possible entre les divers observatoires météorologiques. Les premiers

services météo qui se sont occupés d'effectuer, de recueillir et d'échanger des observations météorologiques en vue de l'établissement de prévisions du temps ont été créés au milieu du dix-neuvième siècle. En Belgique, ils datent de 1834, aux Pays-Bas, de 1854 et au Grand-Duché de Luxembourg du début du vingtième siècle seulement. Il manquait encore, à l'époque, les communications télégraphiques et par télex, ainsi que les liaisons téléinformatiques pour faire parvenir les relevés de la situation météorologique à destination dans un délai raisonnable. Mais vers le début du siècle, quelques-unes de ces réalisations étaient déjà acquises. Entretemps, les services météo de tous les pays du monde ont été reliés entre eux par un réseau de télécommunication météorologique international, le GTS (Global Telecommunication System), dont les lignes assurent la communication journalière d'innombrables observations des stations terrestres, des navires, des radiosondes, emportées par ballon, des stations d'observation automatiques, et des satellites météorologiques. Le GTS permet en outre la transmission, des centres de calcul aux services météo, des résultats des modèles de prévisions numériques. La coordination du

GTS incombé à l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), une institution des Nations Unies.

Les satellites météorologiques

Depuis le lancement, le 1er avril 1960, du premier satellite à vocation exclusivement météorologique, la météorologie par satellite a pris un grand essor. A l'heure actuelle — près de trente ans plus tard — les satellites météorologiques observent sans arrêt la surface de la terre et l'atmosphère. L'atmosphère est sondée à diverses longueurs d'onde. Dans certains cas, on obtient ainsi une photo, comme celle que nous connaissons par les bulletins météorologiques des journaux télévisés. Dans d'autres cas, c'est le profil vertical de la température que l'on détermine. Les satellites permettent également de connaître l'humidité de l'air et les vents à diverses altitudes. Un réseau d'observation planétaire se compose d'au moins six satellites: cinq au-dessus de l'équateur et un sur une orbite polaire.

Darmstadt (West Duitsland). Daarnaast fungeert de Meteosat als meteorologische communicatiesatelliet. Hij verzendt bewerkte Meteosatopnamen, die met betrekkelijk eenvoudige apparatuur kunnen worden opgevangen en afgebeeld. Verder zamelt hij weerwaarnemingen in van onbemande stations en -platforms en verzendt hij deze naar grondstations op aarde die ze verder via het GTS verspreiden.

Het initiatief tot een Europese weersatelliet werd genomen in 1970 door ESA (European Space Agency) te Noordwijk. In dat jaar werd een Frans satellietproject omgezet in een Europees. De eerste satelliet ging in 1977 de ruimte in. In de jaren tachtig groeide het aantal landen dat deelneemt aan EUMETSAT, de organisatie die het Meteosatprogramma beheert, tot 15. Sinds deze uitbreiding draagt, — naast België, dat al vanaf het begin meedeed -, ook Nederland bij aan de Europese weersatellieten.

Computerprognoses (1)

Een andere organisatie waarin Belgische en Nederlandse afgevaardigden

(1) *Berekening van de ontwikkeling van de weersgesteldheid.*

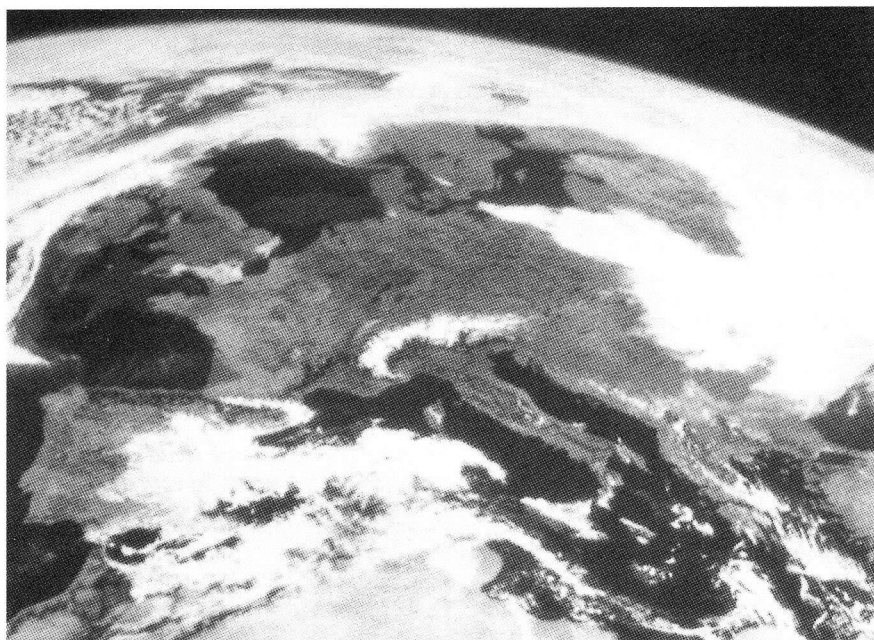


Meteosat – satellietopname, genomen op 29 juni 1988.

Photo prise par le Meteosat le 29 juin 1988.

Grâce à la coopération internationale, un tel réseau est en voie de réalisation. Le satellite Météosat constitue la contribution européenne. Il se trouve à une altitude d'environ 36.000 km au-dessus du golfe de Guinée, à l'intersection de l'équateur et du méridien de Greenwich. Toutes les demi-heures, il transmet des images de la terre à une station réceptrice à Darmstadt (Allemagne de l'Ouest). En outre, Meteosat fait fonction de satellite de communication météorologique. Il retransmet des observations primaires traitées qui, elles, peuvent être captées et représentées à l'aide d'un appareillage relativement simple. D'autre part, il recueille les observations météorologiques des stations et plates-formes automatiques et les transmet vers des stations au sol qui les redistribuent via le GTS.

C'est en 1970 que l'Agence spatiale européenne (ASE) à Noordwijk avait pris l'initiative de créer un satellite météorologique européen, par la conversion d'un projet français en un projet européen. Le premier satellite a été lancé dans l'espace en 1977. Dans les années quatre-vingt, le nombre de pays participant à EUMETSAT, l'organisation qui gère le programme



Satellietopname van Europa.

L'Europe vue par satellite.

elkaar ontmoeten is het Europese Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECWMT); Luxemburg neemt momenteel niet aan die werkzaamheden deel. Dit centrum levert computerprognoses, waarop de meerdaagse verwachting in talloze Europese landen is gebaseerd. De geschiedenis van het centrum gaat ruim 20 jaar terug; in oktober 1967 deed de Raad van Ministers van de Europese Gemeenschap voorstellen om tot meteorologische samenwerking te komen op wetenschappelijk en technisch gebied. Anderhalf jaar later lag er een voorstel van meteorologische deskundigen op tafel. Hierin werd o.a. gepleit voor het oprichten van een reken- en onderzoekscentrum met als doel het opstellen van verwachtingen voor de middellange termijn. Enkele maanden nadat het voorstel was aangenomen, werd besloten dat ook landen buiten de Europese Gemeenschap konden toetreden. In augustus 1971 verscheen een rapport, waarin alle voordelen en nadelen van een gezamenlijk meteorologisch centrum op een rij werden gezet. Met name werden de voordelen voor de landbouw, de bouwnijverheid, het verkeer, het vervoer en de nutsbedrijven benadrukt. De verhoudingskosten/baten werd geschat op

1:20. Laatstgenoemd rapport leidde tot de « Convention Establishing the European Centre for Medium Range Weather Forecasts ».

De conventie werd in oktober 1973 ondertekend en vermeldde als belangrijkste doel van het ECMWF: het ontwikkelen van computermodellen waarmee het gedrag van de atmosfeer nagebootst kan worden, zodat verwachtingen voor 7 à 10 dagen vooruit gemaakt kunnen worden. In 1975 werd de conventie van kracht. Er doen 17 landen mee; Engeland treedt op als gastland. Het permanente hoofdkwartier werd gevestigd te Reading, nabij Londen. Het centrum kreeg de beschikking over een zeer geavanceerd computersysteem. Reeds vóór de officiële opening in 1979 werkten er 130 mensen, waaronder veel hooggekwalificeerde wetenschappers en computerdeskundigen. Daarom konden de operationele verwachtingen van start gaan op 1 augustus 1979. Aanvankelijk werden de prognoses alleen op werkdagen gemaakt, maar sinds 1 augustus 1980 is het centrum volledig operationeel: de producten worden dagelijks gemaakt en verzonden.

Het huidige atmosfeermodel van het ECMWF wordt beschouwd als het meest succesvolle ter wereld. Het model bevat een verzameling van wetenschappelijke formulerings van natuurkundige wetten (bewegingswetten, behoudswetten, gaswet) en processen (zoals wrijving, verdamping, enzovoort). Doordat de bewegingsvergelijkingen worden toegepast op de dampkring, een dunne gasschil rond een draaiende bol, zijn de formules die gebruikt worden nogal ingewikkeld. Naast de zwaartekracht, de kracht die veroorzaakt wordt door luchtdrukverschillen en eventuele andere « echte » krachten (bijvoorbeeld de wrijving langs het aardoppervlak) komen in de vergelijkingen ook « schijnkrachten » voor, die nodig zijn omdat de bewegingswetten worden gebruikt in een draaiend systeem. Een extra complicatie is dat de vergelijkingen zonder verdere bewerking gelden voor een waarnemer die met de stromende lucht meebeweegt, terwijl de meteoroloog geïnteresseerd is in de eigenschappen van de atmosfeer op een bepaalde plaats, bijvoorbeeld ergens in Nederland of België.

Vergelijkingen die processen in de atmosfeer beschrijven, bieden weer

Meteosat, est passé à 15. Depuis cette extension, les Pays-Bas participent également aux satellites météorologiques européens, ayant ainsi rejoint la Belgique, qui était de la partie depuis le début.

Les prévisions numériques (1)

La Belgique et les Pays-Bas se rencontrent également au Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT); le Grand-Duché de Luxembourg ne participe pas pour le moment à ces travaux. Ce centre fournit des prévisions numériques sur lesquelles un très grand nombre de pays européens basent leurs prévisions à moyen terme. L'origine de ce centre remonte à plus de vingt ans. En octobre 1967, le Conseil des Ministres de la Communauté économique européenne faisait des propositions en vue de réaliser une coopération météorologique sur les plans scientifique et technique. Un an et demi plus tard, des experts météorologiques faisaient une proposition visant, entre autres, à créer un centre de calcul et de recherche pour

l'établissement de prévisions à moyen terme. Quelques mois après que la proposition avait été acceptée, le Conseil précité décidait de permettre également aux pays non membres de la Communauté européenne d'adhérer au centre. En août 1971, un rapport était publié, qui alignait tous les avantages et inconvénients d'un centre météorologique commun. L'accent était mis notamment sur les avantages d'un tel centre pour l'agriculture, l'industrie du bâtiment, les communications et transports, ainsi que pour les entreprises d'utilité publique. Le rapport coûts-bénéfices était évalué à 1:20. On en était arrivé ainsi à élaborer la « Convention établissant le Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme ».

La convention a été signée en octobre 1973; aux termes de celle-ci, le principal objectif du CEPMMT est le développement de modèles de prévisions numériques permettant de refléter le comportement de l'atmosphère de façon à pouvoir établir des prévisions de 7 à 10 jours d'échéance. La Convention est entrée en vigueur en 1975. Parmi les dix-sept pays signataires, l'Angleterre fait office de pays hôte, le Centre ayant été érigé à

Reading, près de Londres. Celui-ci a été doté d'un système informatique très avancé. Dès avant l'ouverture officielle, en 1979, il occupait 130 personnes, parmi lesquelles de nombreux scientifiques et informaticiens hautement qualifiés. De ce fait, les prévisions opérationnelles ont pu commencer le 1er août 1979. Au début, les prévisions étaient effectuées uniquement en semaine, mais depuis le 1er août 1980, le Centre est entièrement opérationnel: les prévisions sont établies et communiquées journalièrement.

L'actuel modèle d'atmosphère du CEPMMT est considéré comme le plus performant au monde. Il contient un ensemble de formulations mathématiques de lois physiques (équations du mouvement, équation de continuité, équation d'état et de processus (tels que la friction, l'évaporation, etc.). Les formules utilisées sont assez compliquées, du fait que les équations du mouvement sont appliquées à l'atmosphère, une mince couche de gaz autour d'un globe en rotation. Dans les équations figurent, outre la pesanteur, la force provoquée par les différences de pression atmosphérique, et d'éventuelles autres forces

(1) Calcul de l'évolution d'une situation atmosphérique.