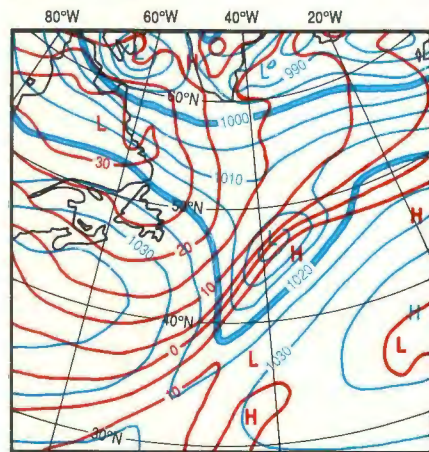


ECMWF Report 1987.1988

Bericht des EZMW 1987.1988

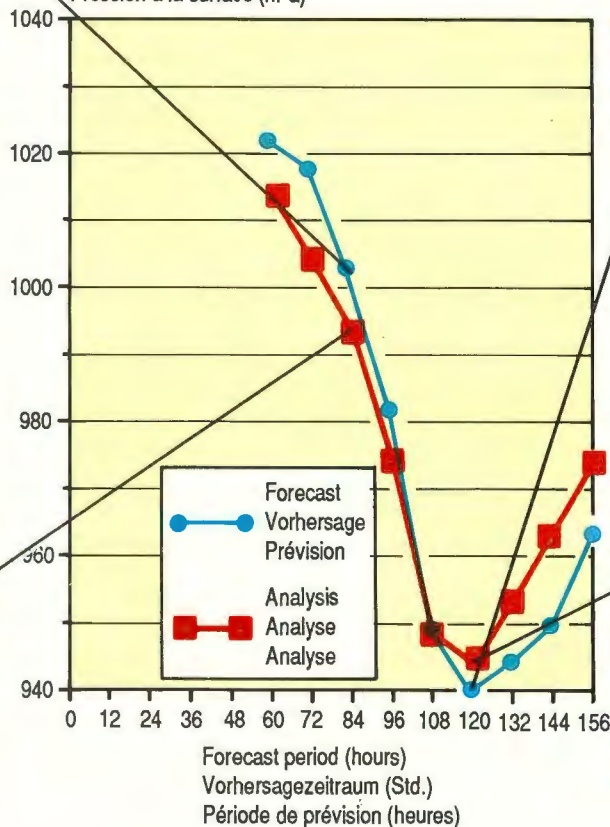
Rapport du CEPMMT 1987.1988

T+84 Forecast
Vorhersage T+84 Std.
Prévision J+84 h

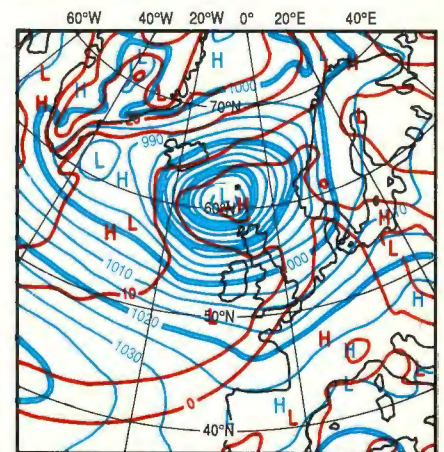


Medium-range forecast of intense cyclogenesis
Forecast from 4 February 1988
Mittelfristige Vorhersage starker Zyklonense
vom 4. Februar 1988
Prévision à moyenne échéance d'une cyclogénèse intense
4 février 1988

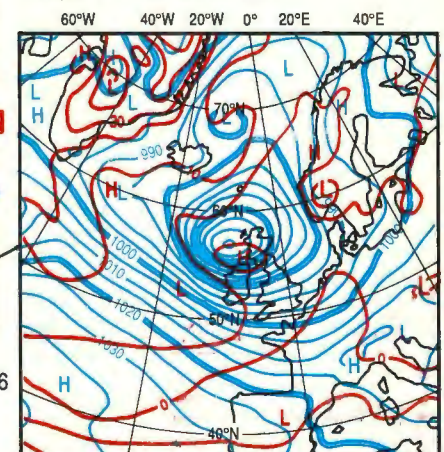
Surface Pressure (hPa)
Bodendruck (hPa)
Pression à la surface (hPa)



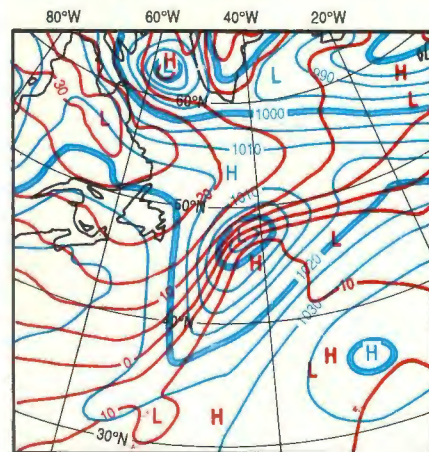
T+120 Forecast
Vorhersage T+120 Std.
Prévision J+120 h



T+120 Verification analysis
Kontrollanalyse T+120 Std.
Analyse de vérification J+120 h



T+84 Verification analysis
Kontrollanalyse T+84 Std.
Analyse de vérification J+84 h



European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage

Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme

ECMWF Report 1987.1988

Bericht des EZMW 1987.1988

Rapport du CEPMMT 1987.1988

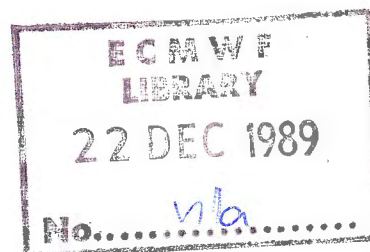


Dr. L. Bengtsson, Director
Direktor
Directeur

About ECMWF

Das EZMW im Überblick

Le CEPMMT en quelques mots



The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) is an international organisation established by a convention signed in October 1973 and now supported by the following Member States:

Belgium
Denmark
Federal Republic of Germany
Spain
France
Greece
Ireland
Italy
Yugoslavia
The Netherlands
Norway
Austria
Portugal
Switzerland
Finland
Sweden
Turkey
United Kingdom

In addition, there is a Co-operation Agreement between the Government of Iceland and the Centre.

The Centre's principal objectives are:

the development of numerical methods for medium-range weather forecasting;

the preparation, on a regular basis, of medium-range weather forecasts for distribution to the meteorological services of the Member States;

scientific and technical research directed to the improvement of these forecasts;

collection and storage of appropriate meteorological data.

In addition, the Centre is charged with making available a proportion of its computing capabilities to the Member States for their research, with assisting in implementing the programmes of the World Meteorological Organisation and with assisting the advanced training of the scientific staff of the Member States in the field of numerical weather prediction.

The ruling body is the Council formed of two representatives from each Member State. The Council appoints the Director who is responsible for ensuring that the Centre's objectives are pursued. Under the Director there are three Departments - Operations, Research and Administration.

ECMWF
Shinfield Park, Reading,
Berkshire, RG2 9AX
England
Telephone: UK (0734) 499000
International: (+44734) 499000
Telex: 847908
Facsimile: (0734) 869450
Director: Dr. L. Bengtsson

Das Europäische Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) ist eine internationale Organisation, die durch ein im Oktober 1973 unterzeichnetes Übereinkommen gegründet wurde und jetzt durch folgende Mitgliedstaaten getragen wird:

Belgien
Dänemark
Bundesrepublik Deutschland
Spanien
Frankreich
Griechenland
Irland
Italien
Jugoslawien
Niederlande
Norwegen
Österreich
Portugal
Schweiz
Finnland
Schweden
Türkei
Vereinigtes Königreich

Darüber hinaus besteht zwischen der Regierung Islands und dem Zentrum ein Kooperationsabkommen.

Die wichtigsten Ziele des Zentrums sind:

Entwicklung numerischer Verfahren für mittelfristige Wettervorhersagen;
Routinemässige Erstellung und Verbreitung von mittelfristigen Wettervorhersagen für die Wetterdienste der Mitgliedstaaten;
Wissenschaftliche und technische Forschung zur Verbesserung der Vorhersagen;
Sammlung und Speicherung meteorologischer Daten.

Das Zentrum hat ferner die Aufgabe, einen bestimmten Prozentsatz seiner Rechenkapazität den Mitgliedstaaten für ihre Forschungsarbeiten zur Verfügung zu stellen, die Programme der Weltorganisation für Meteorologie zu unterstützen und bei der Fortbildung des wissenschaftlichen Personals der Mitgliedstaaten auf dem Gebiet der numerischen Wettervorhersage mitzuwirken.

Das leitende Gremium des Zentrums ist der Rat, dem zwei Vertreter eines jeden Mitgliedstaats angehören. Der Rat ernennt den Direktor, der zu gewährleisten hat, dass die Ziele des Zentrums verfolgt werden. Dem Direktor unterstehen drei Abteilungen, nämlich Betriebsabteilung, Forschungsabteilung und Verwaltungsabteilung.

Le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme est une organisation internationale créée par une Convention signée en octobre 1973 et, dès lors, financée par les Etats membres suivants:

Belgique
Danemark
République fédérale d'Allemagne
Espagne
France
Grèce
Irlande
Italie
Yougoslavie
Pays-Bas
Norvège
Autriche
Portugal
Suisse
Finlande
Suède
Turquie
Royaume-Uni

En outre, un accord de coopération a été conclu entre le gouvernement de l'Islande et le Centre.

Le Centre a pour objectifs principaux:

de développer des méthodes numériques pour la prévision du temps à moyenne échéance, c'est-à-dire jusqu'à dix jours à l'avance;

de préparer régulièrement des prévisions du temps à moyenne échéance et de les diffuser aux services météorologiques des Etats membres;

d'effectuer des recherches scientifiques et techniques tendant à améliorer la qualité de ces prévisions;

de rassembler et de stocker les données météorologiques appropriées.

En outre, le Centre est chargé de mettre à la disposition des Etats membres, pour leurs propres recherches, une proportion de ses capacités de calcul ainsi que de contribuer à la mise en oeuvre de programmes de l'Organisation météorologique mondiale et au perfectionnement du personnel scientifique des centres météorologiques des Etats membres, dans le domaine des prévisions météorologiques numériques.

L'organe suprême du Centre est le Conseil. Il se compose de deux représentants de chaque Etat membre. C'est au Conseil qu'incombe la tâche de nommer le Directeur qui, lui, est chargé d'assurer la réalisation des tâches confiées au Centre. Sous son autorité sont placés trois départements : opérations, recherche et administration.

ECMWF HISTORICAL SUMMARY**BACKGROUND**

- 1967 European Council of Ministers propose co-operation in science and technology
- 1969 Expert group in meteorology propose joint meteorological computing and research centre
- 1971 Report on "European Meteorological Computing Centre": net benefit of £100m estimated per annum at 1971 prices

ESTABLISHMENT

- 1973 ECMWF Convention signed
- 1975 ECMWF Convention into force
- 1978 Headquarters building completed

OPERATIONAL ACTIVITIES

- 1978 Installation of first computer system: CRAY 1-A mainframe, CYBER front end, RC telecommunications
- 1979 Start of operations 5 days/week using N48 grid point model
- 1980 Full operational production, forecasting daily to 10 days ahead
- 1981 Dissemination on Global Telecommunications System of the World Meteorological Organisation
- 1983 16-level T63 spectral operational model introduced
- 1983-1984 Installation of CRAY X-MP/22 mainframe and IBM data storage system
- 1985 T106 spectral operational model introduced. Installation of CRAY X-MP/48 mainframe and Dec telecommunications system (VAX)
- 1986 19-level model introduced
- 1987 Improved treatment of land surface processes
- 1988 High-resolution analyses implemented

ZUSAMMENFASSENDER ÜBERBLICK**RÜCKBLICK**

- 1967 Der Europäische Ministerrat schlägt die Zusammenarbeit auf den Gebieten der Wissenschaft und Technologie vor
- 1969 Eine Expertengruppe für Meteorologie schlägt ein gemeinsames Meteorologisches Rechen- und Forschungszentrum vor
- 1971 Bericht über das "Europäische Meteorologische Rechenzentrum": Der jährliche Nutzen nach dem Preisstand von 1971 wird auf netto £100 Millionen Pfund Sterling veranschlagt

ERRICHTUNG DES ZENTRUMS

- 1973 Unterzeichnung des Übereinkommens des EZMW
- 1975 Inkrafttreten des Übereinkommens des EZMW
- 1978 Fertigstellung des Sitzes des EZMW

ROUTINEMÄSSIGE AKTIVITÄTEN

- 1978 Installation der ersten Rechenanlage: Hauptrechner CRAY 1-A, CYBER-VORRECHNER, RC-Telekommunikationssystem
- 1979 Beginn der Vorhersagen für 5 Tage pro Woche mit dem Gitterpunktmodell N48
- 1980 Routinemäßige Erstellung von täglichen Vorhersagen für zehn Tage
- 1981 Verbreitung der Vorhersagedaten über das Globale Telekommunikationsnetz der Weltorganisation für Meteorologie
- 1983 Einführung des Spektralmodells für routinemäßige Vorhersagen T63 mit 16 Schichten
- 1983-1984 Installation des Hauptrechners CRAY X-MP/22 und des IBM-Datenspeichersystems
- 1985 Einführung des Spektralmodells T106 für Routinevorhersagen, Installation des Hauptrechners CRAY X-MP/48 und des DEC-Telekommunikationsnetzes (VAX)
- 1986 Einführung des Modells mit 19 Schichten
- 1987 Verbesserte Behandlung von Prozessen in Bodennähe
- 1988 Einführung einer hochauflösenden Analyse

RESUME HISTORIQUE DU CEPMMT**DETAILS DE FOND**

- 1967 Le Conseil des Ministres Européen propose qu'il y ait coopération dans les domaines de la science et la technologie
- 1969 Un groupe d'experts en météorologie propose la création d'un centre commun d'informatique et de recherche en météorologie
- 1971 Rapport sur "le Centre européen d'informatique en météorologie": bénéfice annuel net de 100 millions de livres sterling estimé aux prix de 1971

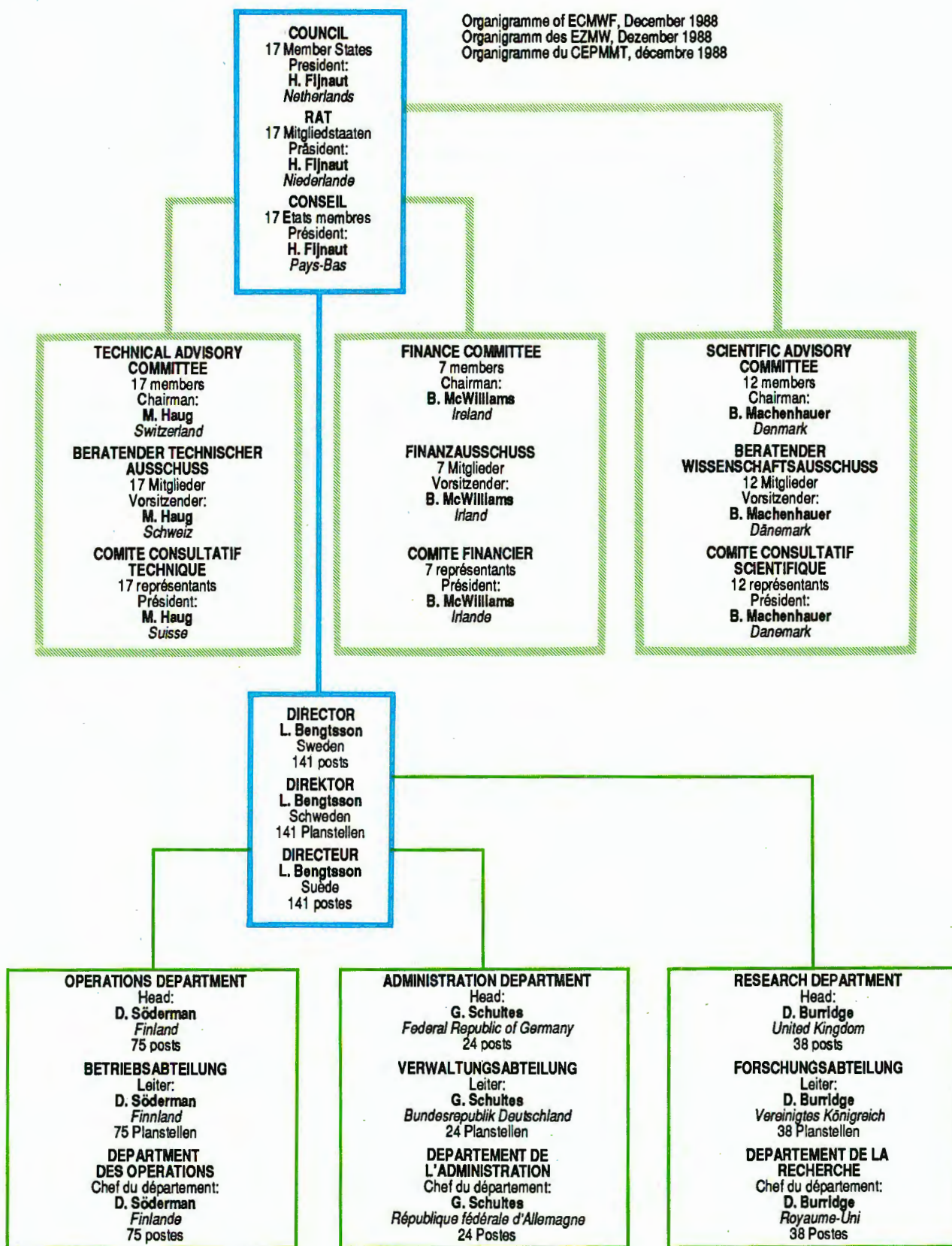
CREATION

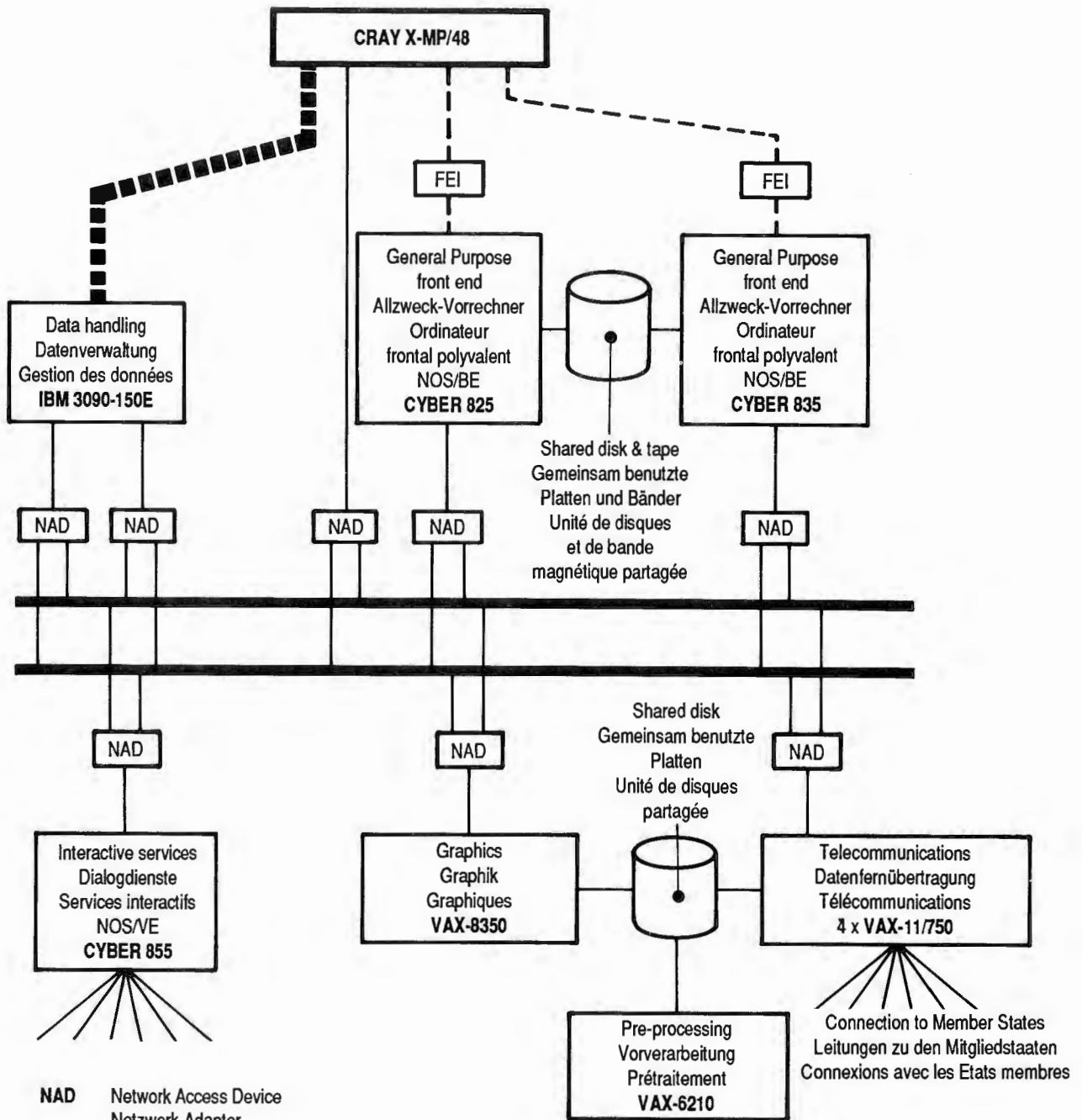
- 1973 Signature de la Convention du CEPMMT
- 1975 Entrée en vigueur de la Convention du CEPMMT
- 1978 Achèvement de la construction du Centre

ACTIVITES OPERATIONNELLES

- 1978 Installation du premier système de calcul: ordinateur principal CRAY 1-A, ordinateur frontal CYBER, et ordinateur de télécommunications RC
- 1979 Début des opérations 5 jours par semaine, avec utilisation du modèle à points en grille N48
- 1980 Exploration intégrale, et prévisions journalières jusqu'à 10 jours à l'avance
- 1981 Diffusion sur le système de télécommunications global de l'Organisation météorologique mondiale
- 1983 Introduction du modèle d'exploitation spectral T63 à 16 niveaux
- 1983-1984 Installation de l'ordinateur principal CRAY X-MP/22 et du système de support d'information IBM
- 1985 Introduction du modèle d'exploitation spectral T106. Installation de l'ordinateur principal CRAY X-MP/48 et du système de télécommunications DEC (VAX)
- 1986 Introduction du modèle à 19 Niveaux
- 1987 Amélioration du traitement des processus au sol
- 1988 Introduction du système d'analyse à haute résolution

Organigramme of ECMWF, December 1988
 Organigramm des EZMW, Dezember 1988
 Organigramme du CEPMMT, décembre 1988





NAD Network Access Device
 Netzwerk-Adapter
 Dispositif d'accès au réseau

FEI Front End Interface
 Vorrechner-Schnittstelle
 Interface frontale

———— High speed data highway (Control Data LCN)
 Hochgeschwindigkeits-Rechnerverbundnetz (Control Data LCN)
 Hypercanal des données (LCN Control Data)

---- Dedicated channel connections
 Datenkanal-Kopplungen
 Connexions spécialisées

■ ■ ■ Superlink high speed dedicated channel
 Reservierter Hochgeschwindigkeits kanal "Superlink"
 Hypercanal spécialisé "Superlink"

CONTENTS	3	INHALT	3	TABLE DES MATIERES	3
FOREWORD	4	VORWORT	4	AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	5	ENLEITUNG	5	INTRODUCTION	5
OPERATIONAL FORECASTING SYSTEM	7	ROUTINEVORHERSAGESYSTEM	7	SYSTEME PREVISIONNEL OPERATIONNEL	7
Data acquisition and pre-processing		Datenbeschaffung und -vorverarbeitung		Acquisition et pré-traitement des données	
Analysis		Analyse		Analyse	
Model		Modell		Modèle	
Verification		Überprüfung		Vérification	
Dissemination		Verbreitung		Diffusion	
Archives and data services		Archiv- und Datendienste		Service d'archivage et de données	
RESEARCH IN MODELLING AND DATA ASSIMILATION	17	FORSCHUNG IN MODELLARBEIT UND DATENASSIMILATION	17	RECHERCHE EN MODELISATION ET ASSIMILATION DE DONNEES	17
Analysis		Analyse		Analyse	
Model		Modell		Modèle	
RESEARCH INTO THE PREDICTABILITY OF THE ATMOSPHERE	22	FORSCHUNG ZUR VORHERSAGBARKEIT DER ATMOSPHERE	22	RECHERCHE EN PREDICIBILITE DE L'ATMOSPHERE	22
Extended-range forecasting		Langfristige Vorhersagen		Prévisions à échéance étendue	
Predicting forecast skill		Vorhersage der Vorhersagegüte		Prévisions de l'aptitude prévisionnelle	
OTHER RESEARCH AT THE CENTRE	25	ANDERE FORSCHUNGSARBEIT AM ZENTRUM	25	AUTRES ACTIVITES DE RECHERCHE AU CENTRE	25
Global wave model		Globales Wellenmodell		Modèle d'ondes global	
ERS-1 and SEASAT-A Wind Scatterometer Study		Wind-Scatterometerstudie von ERS-1 und SEASAT A		Etudes sur ERS-1 et le diffusiomètre de vent SEASAT-A	
Co-operative research projects		Gemeinsame Forschungsprojekte		Projets de recherche en coopération	
THE ECMWF COMPUTER SYSTEM	28	DAS RECHNERSYSTEM DES EZMW	28	LE SYSTEME INFORMATIQUE DU CENTRE	28
Overall system and performance		Gesamtanlage und Leistung		Le système d'ensemble et sa performance	
New telecommunications system		Das neue Fernmeldesystem		Nouveau système de télécommunications	
National Telecommunications System		Nationales Fernmeldesystem		Le système national de télécommunications	
MAGICS		MAGICS		MAGICS	
Data handling		Datenverwaltung		Gestion des données	
EDUCATION, TRAINING AND MEETINGS	31	AUS- UND WEITERBILDUNG UND TAGUNGEN	31	ENSEIGNEMENT, FORMATION ET REUNIONS	31
Training courses		Ausbildungskurse		Cours de formation	
Seminars		Seminare		Séminaires	
Workshops		Workshops		Journées de travail	
Other meetings		Andere Tagungen		Autres réunions	
ADMINISTRATION	32	VERWALTUNG	32	ADMINISTRATION	32
Personnel		Personal		Personnel	
Finance		Finanzen		Finances	
Financial control		Finanzkontrolle		Contrôle financier	
Buildings		Gebäude		Bâtiments	
Co-ordination		Koordinierung		Coordination	
THE COUNCIL AND ITS COMMITTEES	36	DER RAT UND SEINE AUSSCHÜSSE	36	LE CONSEIL ET SES COMITES	36
CONSULTANTS AND VISITING SCIENTISTS	38	BERATER UND GASTWISSENSCHAFTLER	38	CONSULTANTS ET SCIENTIFIQUES VISITEURS	38
PUBLICATIONS, 1987-1988	43	VERÖFFENTLICHUNGEN, 1987-1988	43	PUBLICATIONS, 1987-1988	43
ECMWF publications		Veröffentlichungen des EZMW		Ouvrages publiés par le CEPMMT	
External publications		Veröffentlichungen in der Fachliteratur		Ouvrages publiés à l'extérieur	

FOREWORD

I am most pleased to contribute to the Report of the activities of the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts for the period 1 January 1987 to 31 December 1988.

Reflecting back to the early 1970's, a time when the Centre was no more than a concept in the minds of a few enthusiastic people, there was a shadow of doubt for some as to whether this major undertaking should be attempted. During my term, first as Vice-President, then as President of the Council, I was proud to note that the Centre's achievements were recognised and envied throughout the world.

The links of mutual understanding, loyalty and co-operation between the national meteorological institutions in Europe were stronger; it is no exaggeration to state that the spirit of international co-operation is manifested in meteorology more than in any other discipline.

In this connection, the decision by Norway finally to join in this European co-operative venture was especially welcome.

Over the years, the value of weather forecasts has become more recognised - the atmosphere is considered almost as a resource - and the Centre's gains in forecasting accuracy for the medium-range are widely acknowledged.

The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts is a major asset which Europe must encourage to thrive. Looking to the future, it is my sincere hope that the atmosphere of genuine enthusiasm at the Centre can be maintained, allowing Europe to continue to enjoy the benefits of this major scientific and technical enterprise.

Professor S. Palmieri
President of the Council.

VORWORT

Ich freue mich sehr, zum Tätigkeitsbericht des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage über den Zeitraum 1. Januar 1987 bis 31. Dezember 1988 einen Beitrag zu leisten.

In den frühen siebziger Jahren, einer Zeit, als das Zentrum eine bloße Idee in den Köpfen einiger weniger begeisterungsfähiger Menschen war, hatten einige ihre Zweifel, ob dieses ehrgeizige Unternehmen versucht werden sollte. Während meiner Amtszeit erst als Vizepräsident, dann als Präsident des Rates, erfüllte es mich mit Stolz, festzustellen, daß die Erfolge des Zentrums auf der ganzen Welt anerkannt und beneidet wurden.

Die Bande gegenseitigen Verstehens, der Loyalität und Zusammenarbeit zwischen den nationalen Wetterdiensten in Europa waren stärker; es ist nicht übertrieben zu sagen, daß der Geist der internationalen Zusammenarbeit in der Meteorologie mehr zum Ausdruck kommt als in jeder anderen Disziplin.

In diesem Sinne war die Entscheidung Norwegens, diesem europäischen Abenteuer der Zusammenarbeit beizutreten, besonders willkommen.

Im Laufe der Jahre ist der Wert von Wettervorhersagen mehr anerkannt worden - die Atmosphäre wird fast als Produktionsfaktor angesehen - und die Fortschritte des Zentrums bei der Genauigkeit der Vorhersagen im mittelfristigen Bereich werden in weiten Kreisen anerkannt.

Das europäische Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage ist eine große Leistung, deren Blüte Europa weiterhin fördern muß. Im Ausblick auf die Zukunft hege ich die aufrichtige Hoffnung, daß die Atmosphäre echter Begeisterung am Zentrum andauern kann, so daß Europa weiterhin den Nutzen dieser bedeutenden wissenschaftlichen und technischen Unternehmung genießen kann.

Professor S. Palmieri
Präsident des Rates.

AVANT-PROPOS

Je suis très honoré de contribuer au rapport d'activités du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme sur la période du 1er janvier 1987 au 31 décembre 1988.

Un regard en arrière, au début des années 70 - une période où le Centre n'était qu'une idée dans l'esprit de quelques personnes enthousiastes - nous révèle que certains avaient des doutes si cette entreprise importante devrait être tentée. Pendant mes mandats de Vice-président d'abord, de Président du Conseil ensuite j'ai été fier de noter que les succès du Centre étaient reconnus et enviés partout dans le monde.

Les liens de compréhension mutuelle, de loyauté et de coopération entre les institutions météorologiques nationales en Europe étaient plus forts; il n'est pas exagéré de dire que l'esprit de coopération internationale se manifeste davantage en météorologie que dans toute autre discipline.

A ce titre la décision de la Norvège de se joindre finalement à cette aventure de la coopération européenne fut particulièrement bienvenue.

Au fil des ans la valeur des prévisions météorologiques a été de plus en plus reconnue - l'atmosphère est considérée presque comme une ressource - et les progrès qu'a faits le Centre en précision de ces prévisions à moyen terme sont largement reconnus.

Le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme est un atout important que l'Europe se doit de cultiver. En tournant le regard vers l'avenir j'ai l'espoir sincère que l'ambiance de réel enthousiasme au Centre pourra être maintenue, pour permettre à l'Europe de continuer à jouir des bénéfices de cette entreprise scientifique et technique importante.

Le Professeur S. Palmieri,
Président du Conseil.

INTRODUCTION

The two years covered by this Report were years of intense activity at the Centre.

The operational forecasting system benefitted from the Centre's dynamic research programme. The treatment of land surface processes in the forecasting model was made physically more sound during 1987. The data assimilation system was markedly enhanced with the introduction of a new operational analysis in July 1988.

The reduction in the forecast error since the start of the decade, including a substantial reduction in the systematic model error, is notable.

A more suitable system for dissemination of the Centre's forecasts to its Member States was introduced using a cluster of VAX computers. Several Member States co-operated in implementing a DECNET-based telecommunications system, allowing development costs to be shared.

The CRAY X-MP/48 computer continued to deliver a highly reliable service, although the increasing volume of work, especially research experiments, highlighted the need for a more powerful mainframe computer for the Centre in the coming years.

Development of a more accurate forecasting model, with higher resolution and improved parametrization of physical processes, was a major research effort during the period of the Report. Better use of the very large volume of data received from satellites was the focus of research in data assimilation.

The Council of the Centre considered important policy matters at its five sessions held during 1987-1988. The regular issue of medium-range forecasts to the meteorological offices of the Member States was confirmed as the main operational task of the Centre. The distribution of Centre products within and outside the Member States was considered. A supplementary health insurance scheme was approved for the staff of the Centre.

EINLEITUNG

Die zwei hier zu Bericht stehenden Jahre waren Jahre intensiver Tätigkeit am Zentrum.

Das Routinevorhersagesystem profitierte vom dynamischen Forschungsprogramm des Zentrums. Die Behandlung von Vorgängen am Boden im Vorhersagemodell wurde im Jahre 1987 physikalisch verbessert. Das Datenassimilationssystem wurde durch die Einführung einer neuen Routineanalyse im Juli 1988 merklich verbessert.

Die Verringerung des Vorhersagefehlers seit dem Beginn des Jahrzehnts, einschließlich einer wesentlichen Verringerung des systematischen Modellfehlers, ist bemerkenswert.

Unter Verwendung einer Gruppe von VAX-Rechnern wurde für die Verteilung der Vorhersagen des Zentrums an seine Mitgliedstaaten ein besseres System eingeführt. Verschiedene Mitgliedstaaten taten sich für die Einführung eines auf DECNET beruhenden Telekommunikationssystems zusammen, wodurch die Entwicklungskosten geteilt werden konnten.

Der Rechner CRAY X-MP/48 arbeitete weiterhin sehr zuverlässig, obwohl das zunehmende Arbeitsvolumen, insbesondere Forschungsexperimente, die Notwendigkeit eines stärkeren Hauptrechners für das Zentrum in kommenden Jahren sehr deutlich machte.

Die Entwicklung eines präziseren Vorhersagemodelles mit höherer Auflösung und besserer Parametrisierung physikalischer Vorgänge war im Berichtszeitraum ein Hauptforschungsbereich. Die Forschung in der Datenassimilation konzentrierte sich auf die bessere Verwendung der sehr großen Menge an Daten, die von Satelliten eingehen.

Der Rat des Zentrums erörterte an seinen fünf Tagungen in den beiden Jahren 1987 und 1988 grundsätzliche Fragen von Bedeutung. Die regelmäßige Abgabe mittelfristiger Vorhersagen an die Wetterdienste der Mitgliedstaaten wurde als hauptsächliche betriebliche Aufgabe des Zentrums bestätigt. Die Verbreitung von Produkten des Zentrums innerhalb und außerhalb der Mitgliedstaaten wurde erörtert. Für das Personal des Zentrums wurde eine Krankenzusatzversicherung genehmigt.

INTRODUCTION

Les deux années couvertes par le présent rapport ont été des années d'activité intense au Centre.

Le système de prévision opérationnel a bénéficié du programme de recherche dynamique du Centre. Le traitement des processus au sol par le modèle prévisionnel a été rendu plus solide physiquement au cours de 1987. Le système d'assimilation de données a été notablement renforcé par l'introduction de la nouvelle analyse opérationnelle en juillet 1988.

La diminution de l'erreur prévisionnelle depuis le début de la décennie, y compris une réduction substantielle de l'erreur systématique du modèle, est notable.

Un système plus approprié de diffusion des prévisions du Centre à ses Etats membres a été introduit en utilisant un groupe d'ordinateurs VAX. Plusieurs Etats membres ont collaboré à la mise en oeuvre d'un système de télécommunications fondé sur DECNET, ce qui a permis de répartir les coûts de développement.

L'ordinateur CRAY X-MP/48 a continué à rendre un service hautement régulier, bien que la charge de travail croissante, surtout des expériences de recherche, a bien mis en relief la nécessité d'avoir un ordinateur principal plus puissant au Centre dans les années à venir.

Le développement d'un modèle prévisionnel plus précis, à résolution plus élevée et à meilleure paramétrisation de processus physiques, a été un des efforts de recherche majeur pendant la période sous rapport. En assimilation de données la recherche s'est concentrée sur une meilleure utilisation du très grand volume de données qui arrivent des satellites.

Le Conseil du Centre a examiné des questions importantes de politique générale à ses cinq sessions en 1987 et 1988. La livraison régulière de prévisions à moyen terme aux services météorologiques des Etats membres a été confirmée comme la tâche opérationnelle principale du Centre. La diffusion des produits du Centre à l'intérieur et à l'extérieur des Etats membres a été examinée. Une assurance-maladie complémentaire pour le personnel du Centre a été approuvée.

The creative and active environment of the Centre continued to stimulate its talented staff to produce a prodigious volume of work of the highest quality, and I am pleased to acknowledge the contribution of the Centre's staff to its progress. Also, I thank the members of the Council and its Committees for their support and encouragement.

Lennart Bengtsson
Director ECMWF

Die schöpferische und tätige Umgebung des Zentrums hat das begabte Personal weiterhin dazu angetrieben, eine überaus große Arbeit von allerhöchster Qualität zu bewältigen, und ich anerkenne gerne den Beitrag des Zentrumspersonals zum Fortschritt des Zentrums. Ebenfalls möchte ich den Mitgliedern des Rates und seiner Ausschüsse für ihre Unterstützung und Ermutigung danken.

Lennart Bengtsson
Direktor EZMW

L'environnement créateur et actif du Centre a encore stimulé ses agents talentueux à absorber un volume de travail prodigieux et de la plus haute qualité, et je me félicite de reconnaître la contribution du personnel du Centre à son progrès. J'aimerais également remercier les membres du Conseil et de ses Comités de leur soutien et encouragement.

Le Directeur
Lennart Bengtsson

OPERATIONAL FORECASTING SYSTEM

Data acquisition and pre-processing

Introduction

The main operational task of the Centre is the regular issue of medium-range forecasts to the meteorological offices of the Member States of the Centre.

Some of the changes made during 1987 and 1988 to the Centre's operational forecasting system, from data acquisition and pre-processing, to analysis and forecasting, to dissemination, archiving and data services, are summarised below.

Satellite data pre-processing

During the period of this Report, the Centre has devoted considerable efforts to developing improved procedures for using satellite data, including temperature and humidity retrievals and cloud motion winds. Major modifications to the operational analysis and model (see below) made the system more sensitive to the quality of satellite data. A comparison of different retrieval schemes indicated that data quality control is a crucial factor in the performance of the existing approaches.

ROUTINEVORHERSAGESYSTEM

Datenbeschaffung und -vorverarbeitung

Einleitung

Die hauptsächlich betriebliche Aufgabe des Zentrums ist die regelmäßige Ausgabe von mittelfristigen Wettervorhersagen an Wetterdienste der 18 Mitgliedstaaten des Zentrums.

Einige der 1987 und 1988 durchgeführten Änderungen am Routinevorhersagesystem des Zentrums, von Datenbeschaffung und -vorverarbeitung bis Analyse und Vorhersage, Verbreitung, Archivierung und Datendiensten sind im folgenden zusammengefaßt.

Vorverarbeitung von Satellitendaten

Im Berichtszeitraum hat sich das Zentrum sehr bemüht, verbesserte Verfahren für die Verwendung von Satellitendaten, einschließlich Temperatur- und Feuchteableitung und Wolkendriftwinde, zu entwickeln. Tiefgreifende Änderungen der Routineanalyse und des Modells (vgl. unten) machten das System für die Qualität von Satellitendaten empfindlicher. Ein Vergleich verschiedener Ableitungsmodelle zeigte, daß die Datenqualitätskontrolle für die Leistung der bestehenden Ansätze ein wesentlicher Faktor ist.

SYSTEME PREVISIONNEL OPERATIONNEL

Acquisition et pré-traitement des données

Introduction

La tâche opérationnelle principale du Centre est la distribution régulière de prévisions à moyen terme aux services météorologiques de ses Etats membres.

Quelques-uns des changements faits en 1987 et 1988 au système prévisionnel opérationnel du Centre, de l'acquisition et du pré-traitement des données à l'analyse et la prévision, la diffusion, l'archivage et le service de données, sont résumés par la suite.

Pré-traitement des données satellitaires

Pendant la période sous rapport le Centre a consacré des efforts considérables au développement de procédures améliorées d'utilisation de données satellitaires, y compris l'inversion de températures et d'humidité et les vents satellitaires. Les modifications importantes de l'analyse opérationnelle et du modèle opérationnel (voir ci-dessous) ont rendu le système plus sensible à la qualité des données satellitaires. Une comparaison entre divers schémas d'inversion donne à penser que le contrôle de qualité des données est un facteur capital pour l'efficacité des approches existantes.

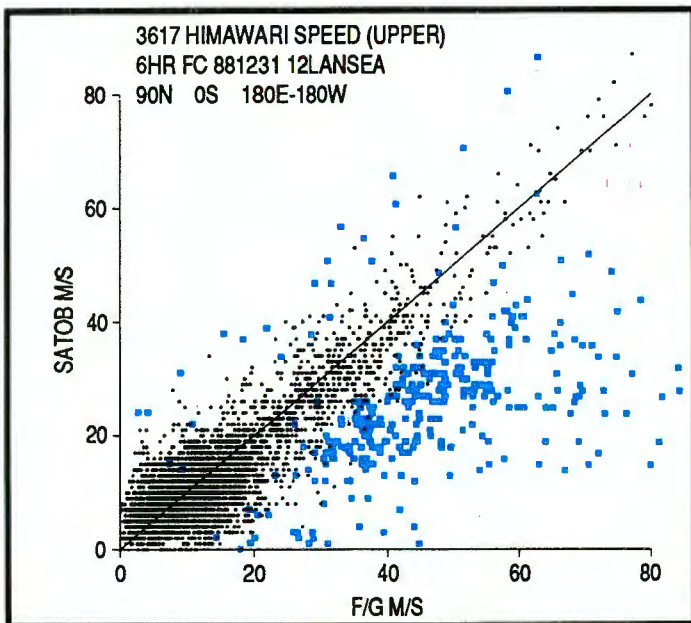


Fig. 1 Upper-level wind observations from the Japanese (HIMAWARI) satellite (left) and the European Space Agency (METEOSAT) satellite (right) accepted and rejected by the quality control of the ECMWF data assimilation system. Note that winds which deviated substantially from the first-guess were effectively rejected, while those close to the first-guess were retained for use in the final analysis. (blue = rejected)

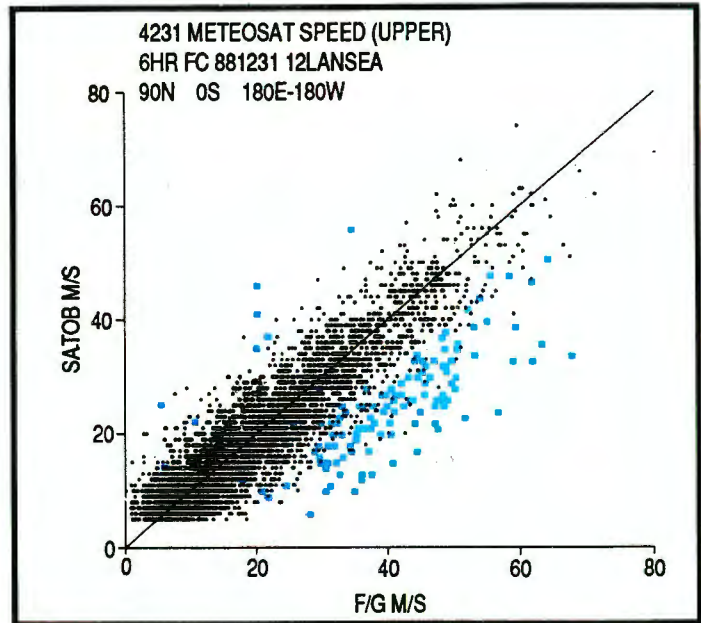


Abb. 1 Windbeobachtungen aus hohen Luftschichten vom japanischen Satelliten HIMAWARI (links) und dem Satelliten der Europäischen Weltraumorganisation METEOSAT (rechts) und ihre Annahme, bzw. Verwerfung durch die Qualitätskontrolle des Datenassimilationssystems des EZMW. Winde, die wesentlich von der ersten Näherung abwichen, wurden verworfen, während diejenigen, die nahe an der ersten Näherung lagen, für die Verwendung in der Analyse übernommen wurden. (blau = verworfen)

Fig. 1 Des observations de vent en altitude du satellite japonais (HIMAWARI, à gauche) et du satellite de l'Agence spatiale européenne (METEOSAT, à droite) acceptée et rejetée par le contrôle de qualité du système d'assimilation des données du CEPMMT. Noter que les vents s'écartant substantiellement de la première ébauche étaient effectivement rejetés tandis que ceux proches de la première ébauche étaient retenus pour utilisation dans l'analyse finale. (bleu = rejeté)

As an example of data quality control, Figure 1 shows that the data assimilation scheme successfully rejected cloud motion winds which differed excessively from the winds of the first guess field.

Monitoring of observational data

Monitoring the quality of observational data continues to be a most important aspect of the Centre's work. The Centre has invited all WMO members operating a radiosonde/pilot network to participate in a pilot study aimed at improving the quality of upper-air data received from all over the world. Figure 2 shows an example of a significant bias in stratospheric observational data from one station which was monitored at the Centre up to January 1987, and which was corrected from February 1987.

Als Beispiel für Datenqualitätskontrolle zeigt die Abb. 1, daß das Datenassimilationsmodell erfolgreich Wolkendriftwinde verwarf, die von den Winden des Feldes der ersten Näherung übertrieben abwichen.

Überwachung von Beobachtungsdaten

Die Überwachung der Qualität der Beobachtungsdaten ist weiterhin einer der wichtigsten Aspekte der Arbeit des Zentrums. Das Zentrum hat sämtliche WMO-Mitglieder, die ein Radiosonden-/Pilotnetz betreiben, eingeladen, an einer Pilotstudie teilzunehmen, die eine bessere Qualität der aus der ganzen Welt eingehenden Daten aus den hohen Luftschichten zum Ziel hat. Abb. 2 gibt ein Beispiel eines signifikanten systematischen Fehlers in stratosphärischen Beobachtungsdaten von einer Station, der am Zentrum bis Januar 1987 überwacht und ab Februar 1987 korrigiert wurde.

La figure 1 montre, comme exemple du contrôle de qualité des données, que le modèle d'assimilation de données a bien rejeté des vents satellitaires qui étaient excessivement différents des vents du champ de la première ébauche.

Contrôle des données d'observation

Le contrôle de la qualité des données d'observation est toujours un des aspects les plus importants du travail du Centre. Le Centre a invité tous les Etats membres de l'OMM qui exploitent un réseau de radiosonde/pilote à participer à une étude pilote visant à améliorer la qualité des données en altitude reçues de partout dans le monde. La Figure 2 donne un exemple d'une erreur systématique significative de données d'observation de la stratosphère de la part d'une certaine station; cette erreur surveillée par le Centre jusqu'en janvier 1987 a été corrigée à partir de février 1987.

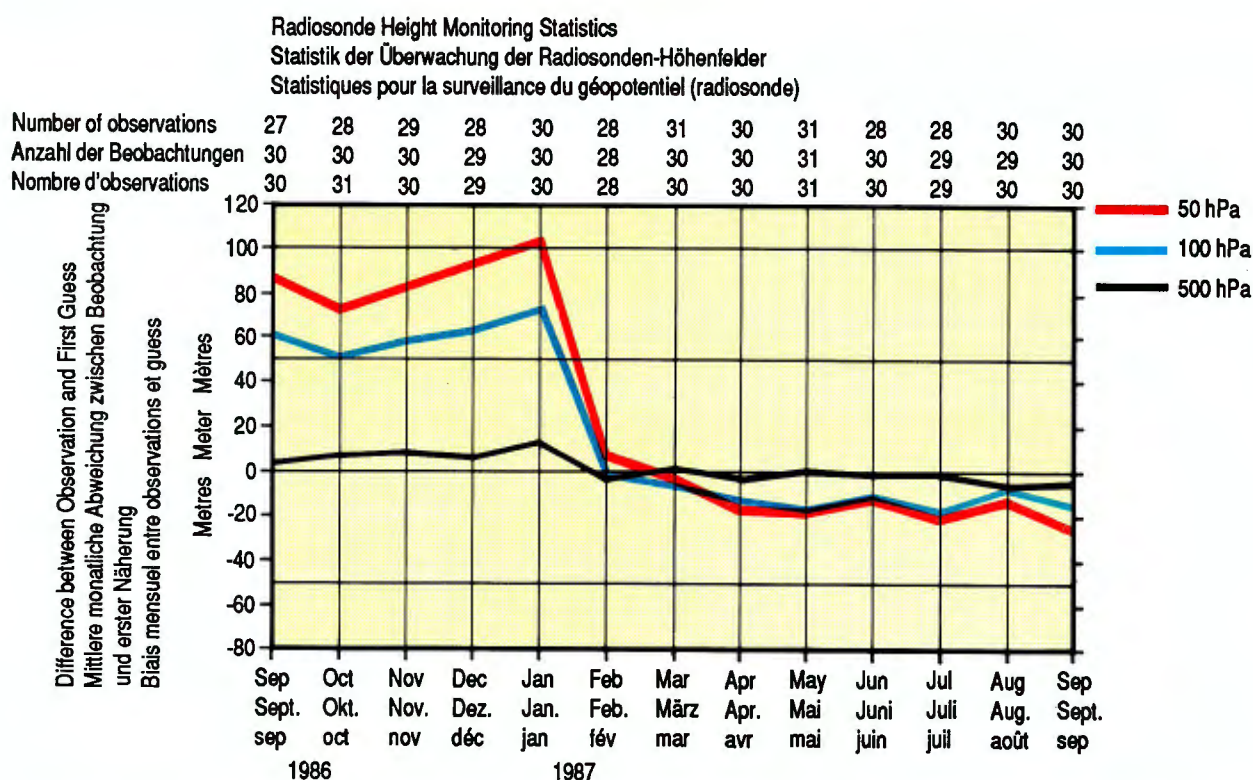


Fig. 2 Differences between the observed geopotential height and the value expected from the ECMWF first guess fields. Note that the observed height exceeded that expected by a significant amount before February 1987.

Analysis

New operational analysis July 1988

A more accurate analysis scheme was implemented operationally in July 1988. The new system had a number of features which enhanced the resolution and accuracy of the analysis: the analysis box structure was made much more flexible, and dependent on local data density, the structure functions

Abb. 2 Unterschiede zwischen der beobachteten Höhe des Geopotentials und der von der ersten Näherung des EZMW erwarteten Höhe. Die beobachtete Höhe überstieg die erwartete vor Februar 1987 beträchtlich.

Analyse

Neue Routineanalyse im Juli 1988

Ein genaueres Analysenmodell wurde im Juli 1988 in Betrieb genommen. Das neue System hatte eine Anzahl Merkmale, welche die Auflösung und Genauigkeit der Analyse verstärkten: Die Analysenboxstruktur wurde viel beweglicher und von örtlicher Datendichte abhängig gemacht, die

Fig. 2 Différences entre les hauteurs de géopotential observées et la valeur anticipée par les champs de première ébauche du CEPMMT. Noter que la hauteur observée dépasse celle anticipée de façon significative avant février 1987.

Analyse

Nouvelle analyse opérationnelle - juillet 1988

Une analyse plus exacte a été mise en service opérationnellement en juillet 1988. Le nouveau système avait un nombre de caractéristiques qui ont amélioré la résolution et l'exactitude de l'analyse; la structure de la boîte d'analyse a été rendue beaucoup plus souple et dépendante de la densité

were refined so that the effective resolution of the analyses increments became about 320 km in the Northern Hemisphere rather than the previous 570 km (Fig. 3) and the quality control was substantially improved.

With the new scheme, observations were more closely fitted in the analyses. Thus, distinguishing between accurate and erroneous observations became crucial, and an intense effort was required to develop a new operational quality control procedure for data, especially those which have a high probability of producing grossly incorrect or biased observations (cloud motion winds measured by satellite (see above), aircraft winds and satellite temperature soundings).

Strukturfunktionen wurde so verfeinert, daß die tatsächliche Auflösung der Analyseninkremente in der nördlichen Hemisphäre etwa 320 km wurde, und nicht, wie früher 570 km (Abb. 3), und die Qualitätskontrolle wurde wesentlich verbessert.

Mit dem neuen Modell wurden Beobachtungen in den Analysen viel besser angenähert. Damit wurde die Unterscheidung zwischen genauen und fehlerhaften Beobachtungen entscheidend, und es erforderte intensive Bemühungen, ein neues routinemäßiges Qualitätskontrollverfahren für Daten zu entwickeln, insbesondere für diejenigen Daten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit grob falsche oder systematische einseitige Beobachtungen produzieren (satellitenerhobene Wolken-driftwinde (siehe oben), Flugzeugwinde und Satellitentemperaturmessungen).

locale des données, les fonctions de structure ont été affinées de manière que la résolution effective des incréments analysés est devenue d'environ 320 km dans l'hémisphère Nord, plutôt que les 570 km précédents (Figure 3), et le contrôle de qualité a été amélioré substantiellement.

Dans le nouveau schéma, les observations ont eu moins d'écart aux analyses. Ainsi la distinction entre des observations exactes et erronées est devenue capitale et des efforts intensifs étaient nécessaires pour développer une nouvelle procédure opérationnelle de contrôle de qualité des données, en particulier celles très susceptibles de produire des observations grossièrement incorrectes ou à erreur systématique (vents satellitaires -voir ci-dessus-, vents d'avion et températures satellitaires).

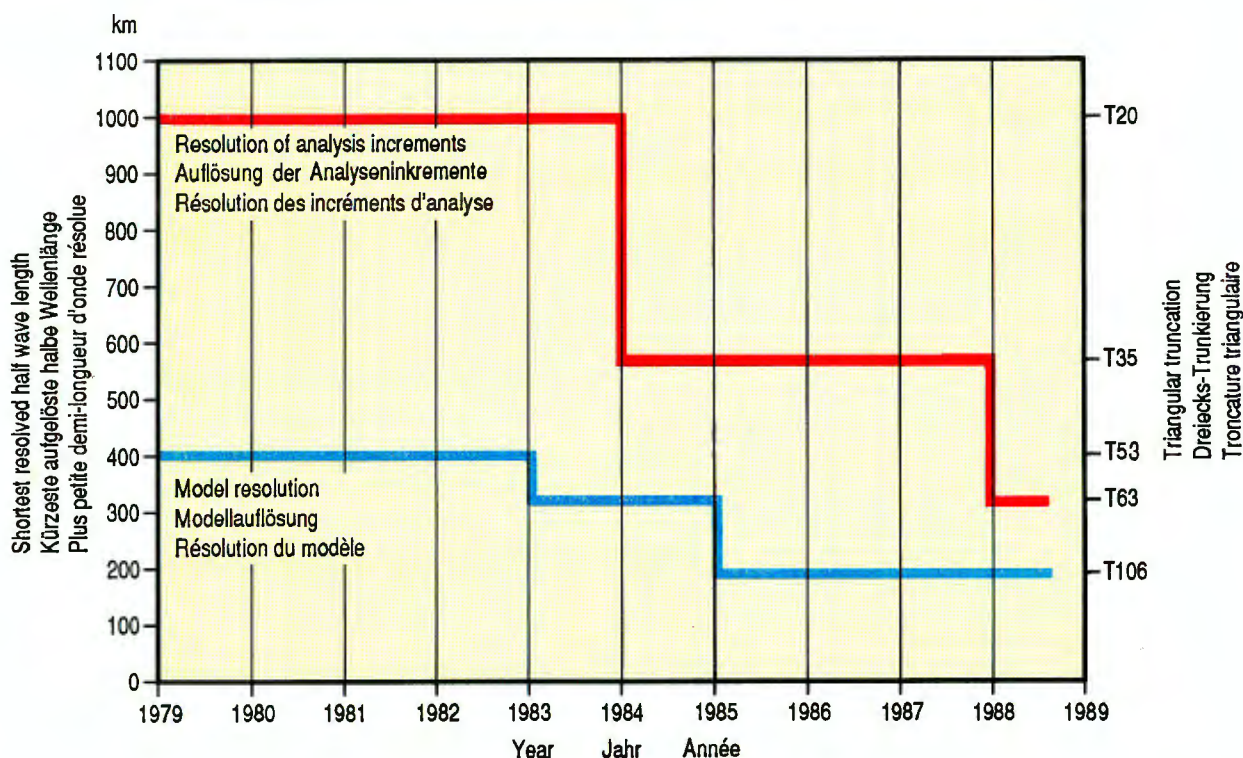


Fig. 3 The resolution of analysis increments in the Northern Hemisphere improved substantially from 1988, when the structure functions were refined. The resolution of the forecast model is also shown.

Abb. 3 Die Auflösung der Analyseninkremente in der nördlichen Hemisphäre verbesserte sich ab 1988 wesentlich, als die Strukturfunktionen verfeinert wurden. Die Auflösung des Vorhersagemodells ist ebenfalls dargestellt.

Fig. 3 La résolution des incréments d'analyse dans l'hémisphère Nord s'est considérablement améliorée à partir de 1988, lorsque les fonctions de structure ont été affinées. La résolution du modèle prévisionnel est également indiquée.

Model

Treatment of land surface process

The parametrization of land surface processes, that is the model's treatment of the effects of evaporation and evapo-transpiration, soil wetness, snow and ice in terms of their effect on the large scale flow, is an important factor in improving the quality of the Centre's medium-range forecasts. It also has an important effect on the generation of near-surface forecast products of direct interest to users of the

Modell

Behandlung von Vorgängen am Boden

Die Parametrisierung von Vorgängen am Boden, d.h. die Art und Weise, wie das Modell die Effekte von Verdunstung und Evapotranspiration, Bodenfeuchte, Schnee und Eis in Bezug auf ihre Auswirkung auf den großskaligen Fluß behandelt, ist ein wichtiger Faktor bei der Verbesserung der Qualität der mittelfristigen Vorhersagen des Zentrums. Sie hat auch bedeutsame Auswirkungen auf die Erzeugung von

Modèle

Traitement de processus au sol

La paramétrisation des processus de surface sur terre, à savoir le traitement, par le modèle, des effets d'évaporation et d'évapotranspiration, d'humidité du sol, de neige et de glace en termes de leurs répercussions sur la circulation de grande échelle, est un facteur important pour améliorer la qualité des prévisions à moyen terme du Centre. Elle a également un effet notable sur la génération de produits

forecasts. A new, physically more sound, treatment of these processes which removed some of the deficiencies of the earlier scheme was implemented operationally in April 1987 and its effects carefully evaluated thereafter.

The rate of evaporation from the surface was made dependent on the percentage of vegetation cover in each grid box. Aerodynamical (and stomatal) resistance were taken into account in calculating evapo-transpiration from vegetated areas.

Furthermore, a refined method was introduced to derive post-processed surface weather elements (two-metre temperature and dew point, and ten-metre winds). Figure 4 shows the effect of the new scheme on temperature forecasts.

Over Northern Europe and North America, it was found that the new scheme (in particular during spring and early summer) predicted a maximum surface temperature which was lower than that observed; the extraction of water from the model's sub-surface climate reservoir favoured high evaporation rates in dry surface conditions. To correct this, the acquisition of water from the subterranean climate reservoir by vegetation was removed.

bodennahen Vorhersageprodukten von unmittelbarem Interesse für die Benutzer der Vorhersagen. Eine neue, physikalisch bessere Behandlung dieser Vorgänge, die einige der Mängel des früheren Modells behob, wurde im April 1987 routinemäßig übernommen, und ihre Auswirkungen wurden danach sorgfältig beurteilt.

Die Verdunstungsrate vom Boden wurde von dem Prozentsatz der Vegetationsdecke in jeder Gitterbox abhängig gemacht. Ärodynamischer (und stomataler) Widerstand wurden bei der Berechnung der Evapotranspiration aus bewachsenen Gebieten berücksichtigt.

Überdies wurde für die Ableitung nachverarbeiteter Oberflächenwetterelemente (2-m-Temperatur und Taupunkt und 10-m-Winde) eine verfeinerte Methode eingeführt. Die Abb. 4 zeigt die Auswirkung des neuen Modells auf Temperaturvorhersagen.

Über Nordeuropa und Nordamerika stellte sich heraus, daß das neue Modell (insbesondere im Frühling und Frühsommer) eine maximale Oberflächentemperatur vorhersagte, die niedriger war als die beobachtete; der Abzug von Wasser aus dem Unterbodenklimareservoir des Modells favorisierte hohe Verdunstungsraten bei trockenen Bodenbedingungen. Um dies zu korrigieren, wurde die Wasserentnahme aus dem unterirdischen Klimareservoir durch die Vegetation abgestellt.

prévisionnels près de la surface, qui ont un intérêt direct pour les usagers des prévisions. Un nouveau traitement, meilleur du point de vue de la physique, de ces processus, qui a éliminé certaines des déficiences du modèle précédent, a été mis en oeuvre opérationnellement en avril 1987; ses effets ont été soigneusement évalués ensuite.

Le taux d'évaporation depuis la surface a été rendu dépendant du pourcentage de couverture végétale dans chaque case de la grille. La résistance aussi bien aérodynamique que stomatale a été prise en compte pour calculer l'évapotranspiration dans les zones où il y a de la végétation.

En outre une méthode affinée a été introduite pour obtenir des éléments météorologiques au sol post-traités (température à deux mètres et point de rosée, et vitesse du vent à dix mètres). La Figure 4 donne la répercussion du nouveau modèle sur les prévisions de température.

Au-dessus de l'Europe du Nord et de l'Amérique du Nord il a été constaté que le nouveau modèle (en particulier au printemps et au début de l'été) a prévu une température de surface maximale qui était plus basse que celle observée; l'extraction d'eau du réservoir climatique sous-terrain du modèle a favorisé des taux d'évaporation élevés dans des conditions de surface sèche. Pour corriger, la prise d'eau depuis le réservoir climatique sous-terrain par la végétation a été supprimée.

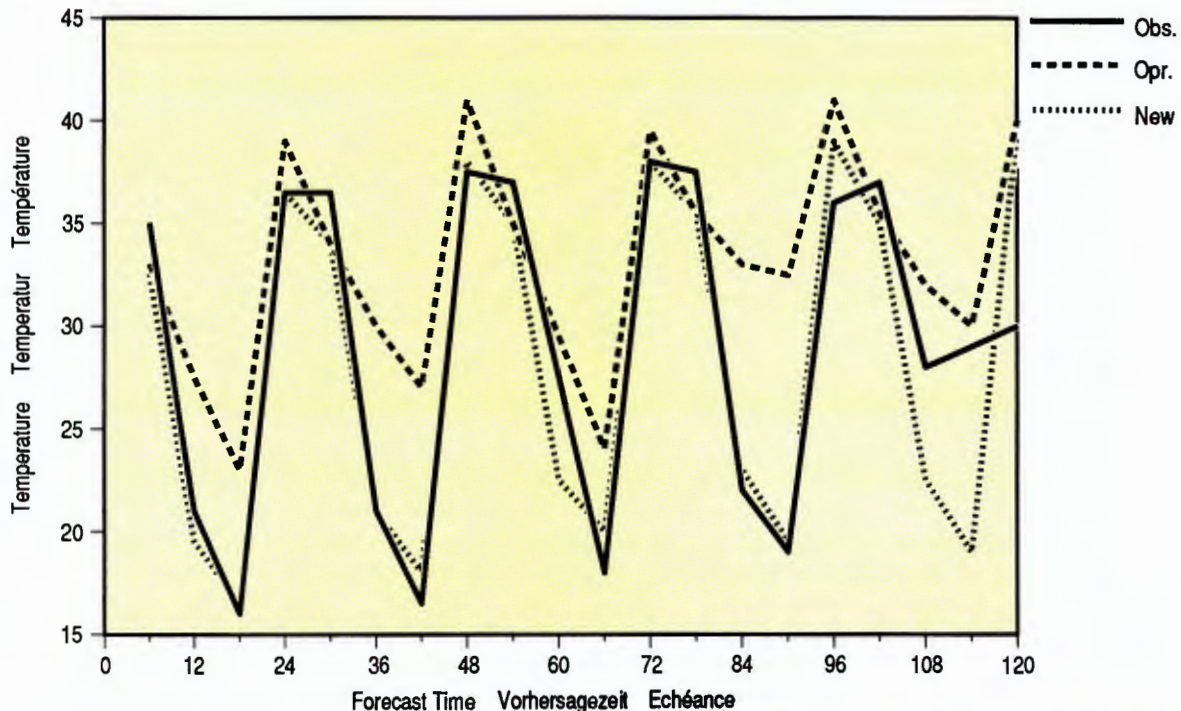


Fig. 4 Temperatures at the 2m level for forecasts to five days with the surface scheme which was operational prior to April 1987 (Opr) and with the new scheme (New). Observed temperatures are also plotted (Obs). Note how the nocturnal minima are well captured by the new scheme, leading to an improvement of 10°C or more in the forecasts. The station is in Salah.

Abb. 4 2m-Temperaturen aus Vorhersagen auf 5 Tage mit dem bis April 1987 verwandten Bodenschema (Opr) und mit dem neuen Schema (New). Beobachtete Temperaturen sind ebenfalls dargestellt (Obs). Die nächtlichen Tiefsttemperaturen werden vom neuen Schema gut erfaßt, was zu einer Verbesserung von 10° oder mehr in den Vorhersagen führt. Die Station ist in Salah.

Fig. 4 Température à deux mètres des prévisions à 5 jours d'échéance avec le schéma de surface opérationnel avant avril 1987 (Opr) et avec le nouveau schéma (New). Les températures observées sont également indiquées (Obs). Noter que le nouveau schéma prévoit bien les minima nocturnes, ce qui a conduit à une amélioration de 10°C ou plus dans les prévisions. La station est in Salah.

Gravity wave drag and vertical diffusion

Following a detailed investigation of the rôle of vertical diffusion in the free atmosphere, a revision to the parametrization scheme was developed, tested and implemented operationally in January 1988. The new scheme distinguished between diffusion within the boundary layer and diffusion in the free atmosphere. In the free atmosphere, vertical diffusion was modified, to take place only in areas of dry static instability. Sub-grid scale orographic effects continued to be included via the use of envelope orography and enhanced roughness lengths for momentum and heat fluxes. Further research including diagnostic studies led to a revised formulation of gravity wave drag taking into account additional orographic wave processes. These resulted in an increased drag at lower levels and reduced drag in the stratosphere, as illustrated in Figure 5 (cf. Annual Report 1986 cover).

Gebirgswellenwiderstand und vertikale Diffusion

Nach einer eingehenden Untersuchung der Rolle der vertikalen Diffusion in der freien Atmosphäre wurde im Januar 1988 eine Revision des Parametrisierungsmodells entwickelt, getestet und routinemäßig in Betrieb genommen. Das neue Modell unterscheidet zwischen Diffusion innerhalb der Grenzschicht und solcher in der freien Atmosphäre. In der freien Atmosphäre wurde die Diffusion abgeändert, so daß sie nur in Bereichen trockener statischer Instabilität stattfindet. Subskalige orographische Auswirkungen wurden weiterhin durch die Verwendung der Enveloppe-Orographie und verstärkter Rauigkeitslängen für Impuls- und Wärmeflüsse mit eingeschlossen. Weitere Forschung, einschließlich diagnostischer Studien, führte zu einer revidierten Formulierung des Gebirgswellenwiderstandes, die zusätzliche orographische Wellenvorgänge in Rechnung stellt. Das führte zu einem höheren Widerstand auf niedrigen Niveaus und verringerte den Widerstand in der Stratosphäre, wie in Abbildung 5 dargestellt (vgl. Jahresbericht 1986, Titelbild).

Trainée due à l'onde de gravité et diffusion verticale

Suite à une étude détaillée du rôle de la diffusion verticale dans l'atmosphère libre une révision du schéma de paramétrisation a été développée, testée et mise en service opérationnellement en janvier 1988. Le nouveau schéma a distingué entre la diffusion à l'intérieur de la couche limite et la diffusion dans l'atmosphère libre. Dans l'atmosphère libre, la diffusion verticale a été modifiée de sorte qu'elle a lieu seulement dans des zones d'instabilité statique sèche. Des effets orographiques à échelle inférieure à celle de la grille continuent à être inclus à travers l'utilisation de l'orographie enveloppe et des plus grandes longueurs de rugosité pour les flux de quantité de mouvement et de chaleur. Des recherches ultérieures, y compris des études de diagnostique ont conduit à une formulation révisée de la traînée due à l'onde de gravité, qui tient compte de processus additionnels d'ondes orographiques. Ceux-ci ont résulté en une traînée augmentée à bas niveau et une traînée réduite dans la stratosphère, comme illustré à la Figure 5 (cf. Couverture du rapport annuel 1986).

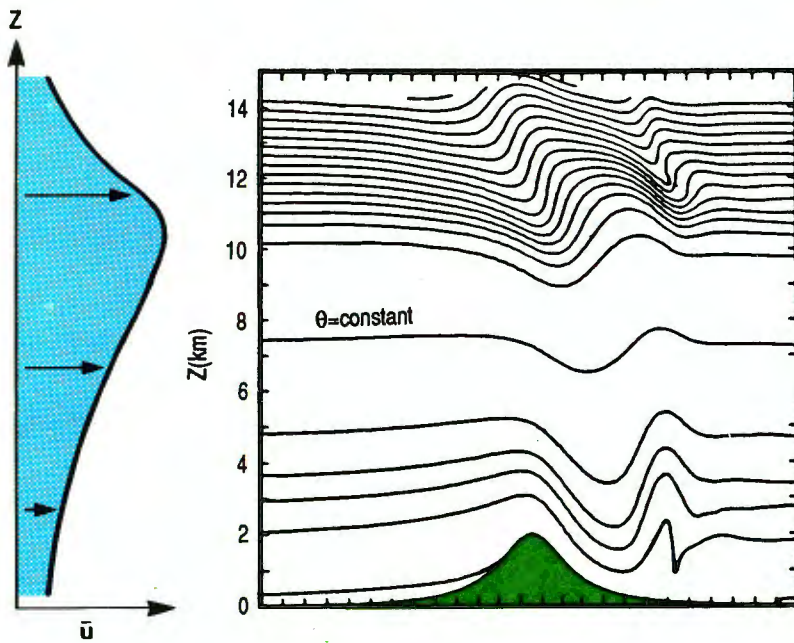


Fig. 5 A schematic illustration of the gravity wave drag (GWD) as revised, over and downwind of mountains. Compare the cover of the 1986 ECMWF Annual Report.

Verification

Model performance

Figure 6 shows the reduction in forecast error since 1980-1981.

Figure 7 shows standard deviation of the errors of 3-day forecasts from ECMWF and other large forecasting centres (as measured

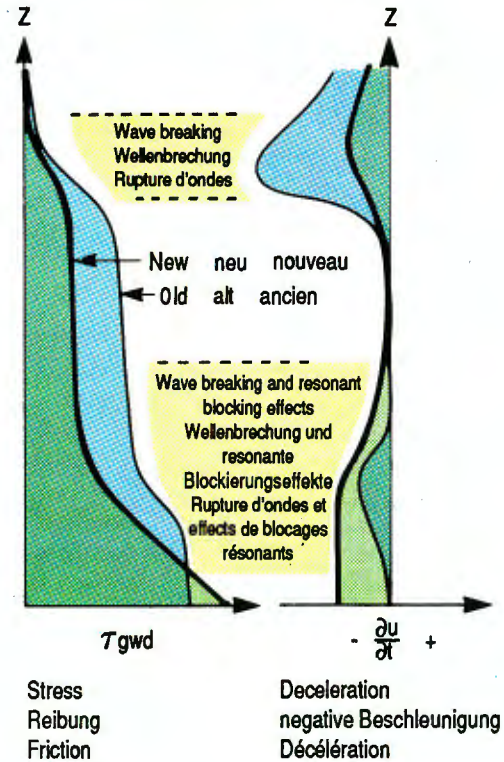


Abb. 5 Eine schematische Darstellung des revidierten Gebirgswellenwiderstandes über Gebirgsketten und in deren Windschatten. Man vergleiche mit dem Titelbild des EZMW-Jahresberichts 1986.

Überprüfung

Leistung des Modells

Abb. 6 zeigt die Abnahme des Vorhersagefehlers seit 1980/81.

Die Abb. 7 zeigt die Standardabweichung der Fehler von Dreitagevorhersagen des EZMW und anderer großer

Fig. 5 Illustration schématique de la traînée due à l'onde de gravité révisée, au-dessus et sous le vent des montagnes. Comparez avec la couverture du rapport annuel 1986 du CEPMMT.

Vérification

Performance du modèle

La Figure 6 illustre la réduction de l'erreur prévisionnelle depuis 1980/1981.

La Figure 7 donne la déviation standard des erreurs des prévisions à trois jours d'échéance du CEPMMT et d'autres grands

by the WMO/CAS Data Study and Inter-comparison Project) from 1979 to the end of 1988.

The cover figure shows an example of a medium-range forecast of intense cyclo-genesis over the North Atlantic in the forecast from 4 February 1988.

Vorhersagezentren, gemessen vom Datenstudien und -vergleichsprojekt der WMO/CAS von 1979 bis Ende 1988.

Das Titelbild zeigt das Beispiel einer mittelfristigen Vorhersage einer intensiven Zyklogenese über dem Nordatlantik in der Vorhersage vom 4. Februar 1988.

centres de prévision (mesurée par le projet d'études et de comparaison des données de la CSA de l'OMM) depuis 1979 jusqu'à fin 1988.

La figure en couverture donne un exemple de la prévision à moyen terme d'une cyclogénèse intense au-dessus de l'Atlantique Nord dans la prévision du 4 février 1988.

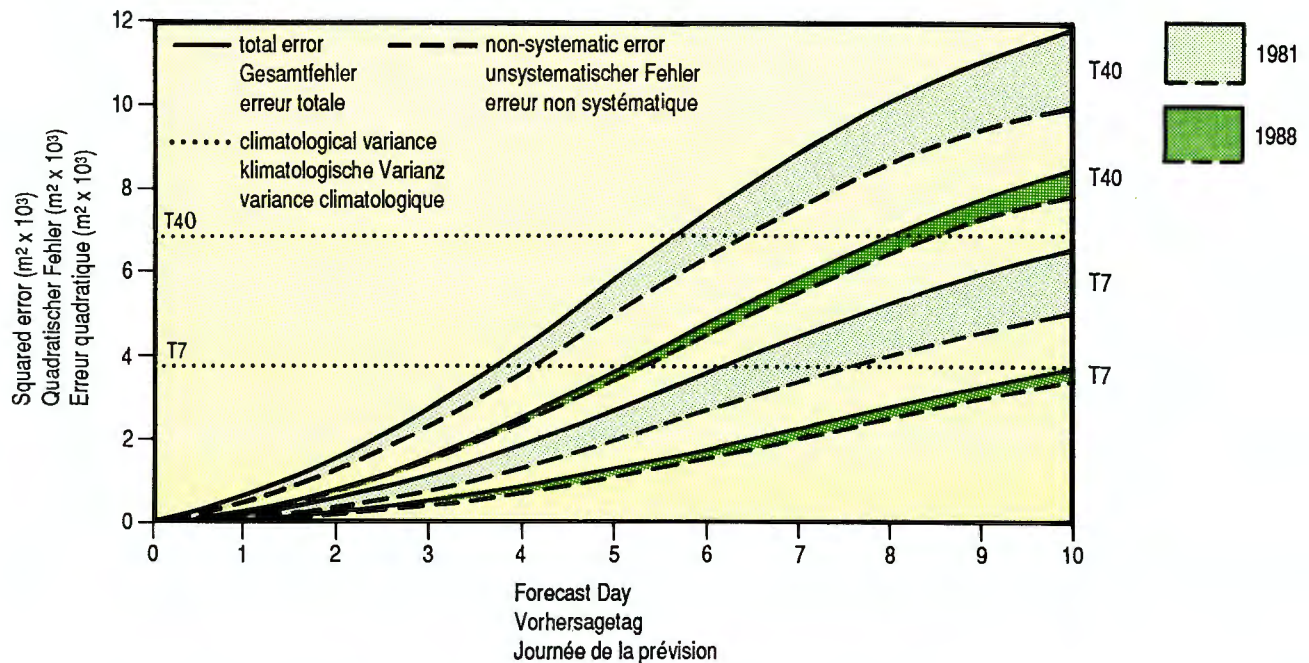


Fig. 6 Reduction in the error of the global forecast for the winter season from 1980/81 to 1987/88.

The errors from analysis to day 10 are shown for two scales of motion: T40 truncation (which contains all synoptic scales) and T7 truncation (planetary-scale waves).

The T40 forecast error reaches the level of the corresponding climatological variability after 5.5 days in 1989/81, but not until 8 days in 1987/88, a difference of 2.5 days.

The difference is even larger for the T7 planetary-scale waves, mainly due to a reduction in the systematic error of the model, which is a large-scale phenomenon. The hatched areas represent the systematic error; this has been reduced from about 15% to 5% of the total error since 1980/81.

Dissemination

Dissemination to Member States

A new and significantly enhanced dissemination scheme was gradually introduced during the period covered by this Report; all Member States had moved to the new scheme by October 1988. The new scheme was designed to accommodate any available meteorological parameter, any geographical area, any available level, and any grid-point system or spherical coefficients. The products to be disseminated were generated from global

Abb. 6 Verminderung des Fehlers der Globalvorhersage im Winterhalbjahr von 1980/81 bis 1987/88.

Die Fehler von der Analyse bis zum 10. Tag sind für zwei Maßstäbe dargestellt: Trunkierung T40 (die alle synoptischen Skalen enthält) und Trunkierung T7 (Wellen auf planetarischer Skala).

Der Vorhersagefehler T40 erreicht das Niveau der entsprechenden klimatologischen Variabilität nach 5½ Tagen im Jahre 1980/81, aber erst am 8. Tag im Jahre 1987/88, ein Unterschied von 2½ Tagen.

Für die planetarischen Wellen T7 ist der Unterschied sogar größer, hauptsächlich dank einer Verminderung des systematischen Fehlers des Modells, der ein großskaliges Phänomen ist. Die schraffierten Flächen repräsentieren den systematischen Fehler; dieser verminderte sich seit 1980/81 von etwa 15% auf 5% des Gesamtfehlers.

Verbreitung

Verteilung an die Mitgliedstaaten

Im Berichtszeitraum ist schrittweise ein neues und bedeutend besseres Verteilungsverfahren eingeführt worden; bis Oktober 1988 waren alle Mitgliedstaaten auf dieses neue Verfahren übergegangen. Es war darauf ausgerichtet, jeden verfügbaren meteorologischen Parameter, jeglichen geographischen Bereich, jede verfügbare Fläche und jedes Gitterpunkt-system oder sphärische Koeffizienten handhaben zu können. Die zu verteilenden Produkte wurden aus globalen Feldern

Fig. 6 Réduction de l'erreur de la prévision globale en hiver de 1980/81 à 1987/88.

Les erreurs de l'analyse au dixième jour sont indiquées pour deux échelles: troncature T40 (qui contient toutes les échelles synoptiques) et troncature T7 (ondes à l'échelle planétaire).

L'erreur prévisionnelle T40 atteint le niveau de la variabilité climatologique correspondante après 5 jours et demi en 1980/81, mais seulement après 8 jours en 1987/88, une différence de deux jours et demi.

La différence est même plus grande pour les ondes à l'échelle planétaire T7, ce qui est dû principalement à la réduction de l'erreur systématique du modèle, qui est un phénomène à grande échelle. Les surfaces hachurées représentent l'erreur systématique; elle a été réduite de 15% à 5% environ de l'erreur totale depuis 1980/81.

Diffusion

Distribution aux Etats membres

Un nouveau schéma de distribution considérablement amélioré a été introduit par étapes pendant la période couverte par ce rapport; tous les Etats membres s'étaient alignés sur le nouveau schéma jusqu'en octobre 1988. Il a été conçu de manière à pouvoir traiter tout paramètre météorologique disponible, toute aire géographique, tout niveau disponible, et tout système de point de grille ou tout coefficient sphérique. Les produits à distribuer sont créés à partir de champs globaux mémorisés dans une nouvelle

fields stored in a new fields database on the CRAY X-MP/48.

erzeugt, die in einer neuen Felderdatenbank auf der CRAY X-MP/48 gespeichert werden.

banque de données de champs sur le CRAY X-MP.

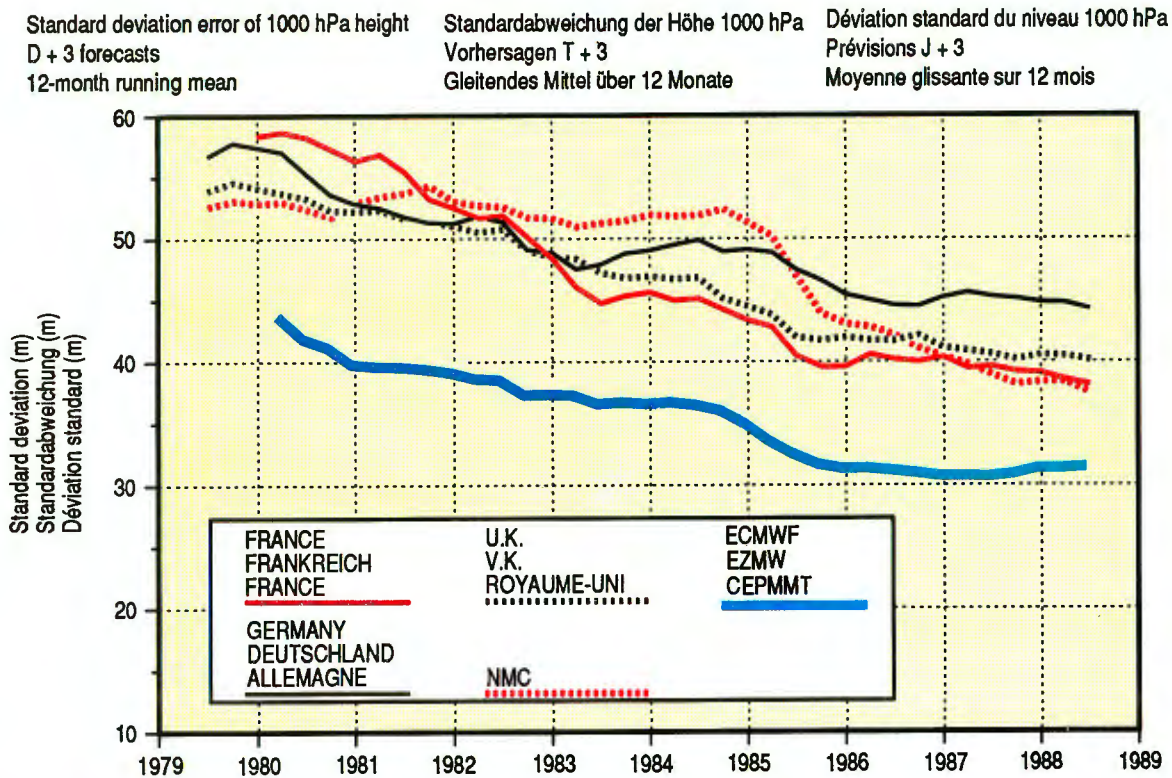


Fig. 7 Standard deviation of the forecast error of three-day forecasts of ECMWF and of the meteorological services of France, Federal Republic of Germany, NMC (United States) and the United Kingdom. The data are from the Data Study and Intercomparison Project of the Commission for Atmospheric Sciences of the World Meteorological Organisation.

Abb. 7 Standardabweichung des Vorhersagefehlers der 3-Tage-Vorhersagen des EZMW und der Wetterdienste Frankreichs, der Bundesrepublik Deutschland, der Vereinigten Staaten (NMC) und des Vereinigten Königreiches. Die Daten kommen vom Datenstudien- und Vergleichsprojekt der Kommission für atmosphärische Wissenschaften der Weltorganisation für Meteorologie.

Fig. 7 Déviations standard de l'erreur prévisionnelle des prévisions à trois jours d'échéance du CEPMMT et des services météorologiques de France, de la République fédérale d'Allemagne, des Etats-Unis (NMC) et du Royaume-Uni. Les données proviennent du Projet d'étude et de comparaison de données de la Commission des sciences de l'atmosphère de l'Organisation météorologique mondiale.

G.T.S. dissemination

The Centre continued distributing a selection of its forecasts (to six days in the Northern Hemisphere, five days in the Southern Hemisphere and three days in the Tropics, mean sea level pressure, 850 hPa temperature and 500 hPa height (extra-tropics) and 850 and 200 hPa winds (tropics)) via the Global Telecommunications System of WMO, thus making the Centre's forecasts available to all countries of the world. Following the formal approval by WMO of the binary GRIB code for use within the World Weather Watch as of 1 November 1987, this code was also used for dissemination of the Centre's products to Member States and distribution via the GTS.

Support for locust control

Following a request from Algeria in March 1988, the Centre supplied Algeria with forecast maps to five days ahead for surface temperature, precipitation and 850 hPa wind. The forecasts were used to control a locust plague which constituted a serious threat not only to Algeria but also to much of Northern Africa. Following a request

Verbreitung über das GTS

Das Zentrum hat weiterhin eine Auswahl seiner Vorhersagen (auf 6 Tage in der Nordhemisphäre, 5 Tage in der Südhemisphäre und 3 Tage in den Tropen, mittlerer Druck auf Meereshöhe, Temperatur auf 850 hPa und Höhenfeld 500 hPa (außertropisch) und 850- und 200-hPa-Winde (Tropen)) über das globale Telekommunikationssystem der WMO verbreitet, wodurch die Vorhersagen des Zentrums für alle Länder der Welt verfügbar wurden. Nach der offiziellen Billigung des binären GRIB-Codes durch die WMO für die Verwendung in der Weltwetterwacht ab 1. November 1987 wurde dieser Code ebenfalls für die Verbreitung der Produkte des Zentrums an die Mitgliedstaaten und über das GTS verwendet.

Unterstützung der Heuschreckenbekämpfung

Aufgrund eines Antrags Algeriens im März 1988 belieferte das Zentrum Algerien mit Vorhersagekarten auf 5 Tage für die Bodentemperatur, den Niederschlag und das 850-hPa-Windfeld. Die Vorhersagen wurden

Diffusion sur le SMT

Le Centre a poursuivi la diffusion d'une sélection de ses prévisions (à six jours d'échéance pour l'hémisphère nord, cinq jours pour l'hémisphère sud et trois jours d'échéance dans les tropiques, pression mer, température à 850 hPa et champ de hauteur 500 hPa (extra-tropical) et vents à 850 et 200 hPa (tropicaux)) sur le Système Mondial de télécommunications de l'OMM, rendant ainsi disponibles les prévisions du Centre à tous les pays du monde. Suite à l'approbation officielle par l'OMM du code binaire GRIB pour l'utilisation pour la Veille météorologique mondiale à partir du 1er novembre 1987, ce code a aussi été utilisé pour diffuser les produits du Centre aux Etats membres et via le SMT.

Assistance dans la lutte contre les criquets

Suite à une demande de l'Algérie en mars 1988 le Centre a commencé à fournir à l'Algérie des cartes de prévision à cinq jours d'échéance pour la température de surface, la précipitation et le champ de vent à 850 hPa. Les prévisions étaient utilisées pour

from Tunisia for assistance in locust control, 850 hPa wind forecasts were sent to the Tunisian National Institute of Meteorology for a limited period in mid-1988. Advance information on weather conditions enabled the two countries to assess the likely direction of swarming and to decide whether aerial or ground treatment was most appropriate. Both countries (and WMO) expressed their appreciation of the Centre's co-operation and stressed the usefulness of the information received.

The Arctic and Antarctic ozone projects

Following a request from the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) in May 1987, to provide support for a joint NASA/NOAA project based in Punta Arenas, Chile to investigate depletion of the ozone layer over the Antarctic, the Centre sent forecast products to Punta Arenas by telefax for the period early August to late September 1987. The forecasts were used for planning flight operations. A complex telecommunications network (Fig. 8) was installed to link the NASA Goddard Space Flight Center in Washington to Punta Arenas, ECMWF and the United Kingdom Meteorological Office. Maps of ozone from a model developed at Météorologie nationale, France, were also transmitted to Punta Arenas as an aid to flight planning.

During the winter 1987-1988, the Centre received two requests for stratospheric forecast guidance to be provided for research experiments in the Arctic stratosphere. The Atmospheric Environment Service of Canada was provided with 30 hPa forecasts for the period December 1987 - March 1988.

In February 1988, forecasts were provided to the NASA/Ames Research Center in California for planning flight trajectories in sampling air from the Arctic Polar Vortex.

Predicting the earth's rate of rotation

The rate of rotation of the earth (and hence the length of the day) is affected by a vertical exchange of momentum between the atmosphere and the surface of the earth. To assist in forecasting variations of the length of the day, the Centre has been disseminating components of the angular momentum of the model atmosphere to the International Earth Rotation Service in Paris. This has led to the identification of some systematic errors in the Centre's forecasts.

zur Überwachung einer Heuschreckenplage genutzt, die nicht nur für Algerien, sondern für einen großen Teil Nordafrikas eine ernsthafte Bedrohung darstellte. Aufgrund eines Antrags Tunesiens auf Hilfe bei der Heuschreckenbekämpfung wurden Mitte 1988 für einen begrenzten Zeitraum Vorhersagen des 850-hPa-Winds an das nationale Institut für Meteorologie Tunesiens gesandt. Die Vorabinformationen über die Wetterbedingungen ermöglichten den beiden Ländern, die wahrscheinliche Flugrichtung der Schwärme zu beurteilen und zu entscheiden, ob Boden- oder Luftbekämpfung geeigneter sei. Beide Länder (und die WMO) haben ihre Wertschätzung für die Zusammenarbeit des Zentrums zum Ausdruck gebracht und die Nützlichkeit der erhaltenen Informationen unterstrichen.

Die Ozonprojekte in der Arktis und Antarktis

Aufgrund eines Antrags der National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) im Mai 1987 auf Unterstützung für ein gemeinsames NASA/NOAA-Projekt in Punta Arenas, Chile, zur Untersuchung der Abnahme der Ozonschicht über der Antarktis sandte das Zentrum von Anfang August bis spät im September Vorhersagen per Telefax nach Punta Arenas. Die Vorhersagen wurden für die Planung der Flugzeugeinsätze benutzt. Um das NASA Goddard Space Flight Center in Washington mit Punta Arenas, dem EZMW und dem britischen Meteorological Office zu verbinden, wurde ein komplexes Fernmeldenetz aufgebaut (Abb. 8). Ozonkarten aufgrund eines von der Météorologie nationale, Frankreich, entwickelten Modells wurden als Hilfestellung für die Flugplanung ebenfalls nach Punta Arenas übermittelt.

Im Winter 1987/88 erhielt das Zentrum zwei Anträge für Stratosphärenvorhersagen für Forschungsexperimente in der arktischen Stratosphäre. Der Atmospheric Environment Service Kanadas erhielt von Dezember 1987 bis März 1988 30-hPa-Vorhersagen.

Im Februar 1988 wurden an das NASA/Ames-Forschungszentrum in Kalifornien Vorhersagen für die Planung der Flugbahnen von ER2 zur Entnahme von Luftproben aus dem arktischen Polarwirbel abgegeben.

Vorhersage der Erdrotation

Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde (und damit die Länge des Tages) wird von einem vertikalen Drehimpulsaustausch zwischen der Atmosphäre und der Erdoberfläche beeinflusst. Um bei der Vorhersage von Schwankungen der Tageslänge zu helfen, hat das Zentrum Komponenten des Drehimpulses der Modellatmosphäre an den Internationalen Dienst für Erdrotation in Paris abgegeben. Dies führte zur Erkennung

contrôler un fléau de criquets qui constituait une menace sérieuse non seulement pour l'Algérie, mais pour une grande partie de l'Afrique du Nord. Suite à une demande de la Tunisie de l'aider dans la lutte contre les criquets des vents à 850 hPa ont été transmis à l'Institut national de la météorologie de Tunisie pour une période limitée au milieu de 1988. Ces informations précoces sur les conditions météorologiques ont permis aux deux pays de juger de la direction probable des essais et de décider si le traitement aérien ou terrestre était plus approprié. Les deux pays (et l'OMM) ont exprimé leur appréciation de la coopération du Centre et souligné l'utilité des informations reçues.

Les projets d'ozone dans l'Arctique et l'Antarctique

Suite à une demande de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) en mai 1987 pour une action de soutien d'un projet NASA/NOAA commun basé à Punta Arenas au Chili, qui étudiait l'appauvrissement de la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique, le Centre a envoyé des produits prévisionnels à Punta Arenas par télécopieur entre le début d'août et la fin de septembre 1987. Les prévisions étaient utilisées pour planifier des vols dans le cadre de l'étude. Pour relier le Centre de vol spatial Goddard de la NASA à Washington avec le Chili, le CEPMMT et le service météorologique du Royaume-Uni, un réseau de télécommunications complexe a été installé (Figure 8). Des cartes d'ozone dérivées d'un modèle développé par la Météorologie nationale, France, ont également été transmises à Punta Arenas pour aider à planifier les vols.

En hiver 1987/1988 le Centre a reçu deux demandes pour des prévisions stratosphériques pour des essais de recherche dans la stratosphère arctique. Le Service de l'environnement atmosphérique du Canada a reçu des prévisions du géopotential 30 hPa entre décembre 1987 et mars 1988.

En février 1988 des prévisions étaient fournies au Centre de recherche NASA/Ames en Californie pour planifier les trajectoires des vols d'ER2, qui prélevait des échantillons d'air du vortex polaire arctique.

Prévision de la rotation terrestre

La vitesse de rotation de la terre (et donc la longueur du jour) est influencée par un échange vertical de quantité de mouvement entre l'atmosphère et la surface terrestre. Pour aider à prévoir des variations de la longueur du jour, le Centre a diffusé des composantes de la quantité de mouvement angulaire de l'atmosphère du modèle au Service international de la rotation terrestre à Paris. Cette activité a conduit à identifier quelques erreurs systématiques des prévisions du Centre.

einiger systematischer Fehler in den Vorhersagen des Zentrums.

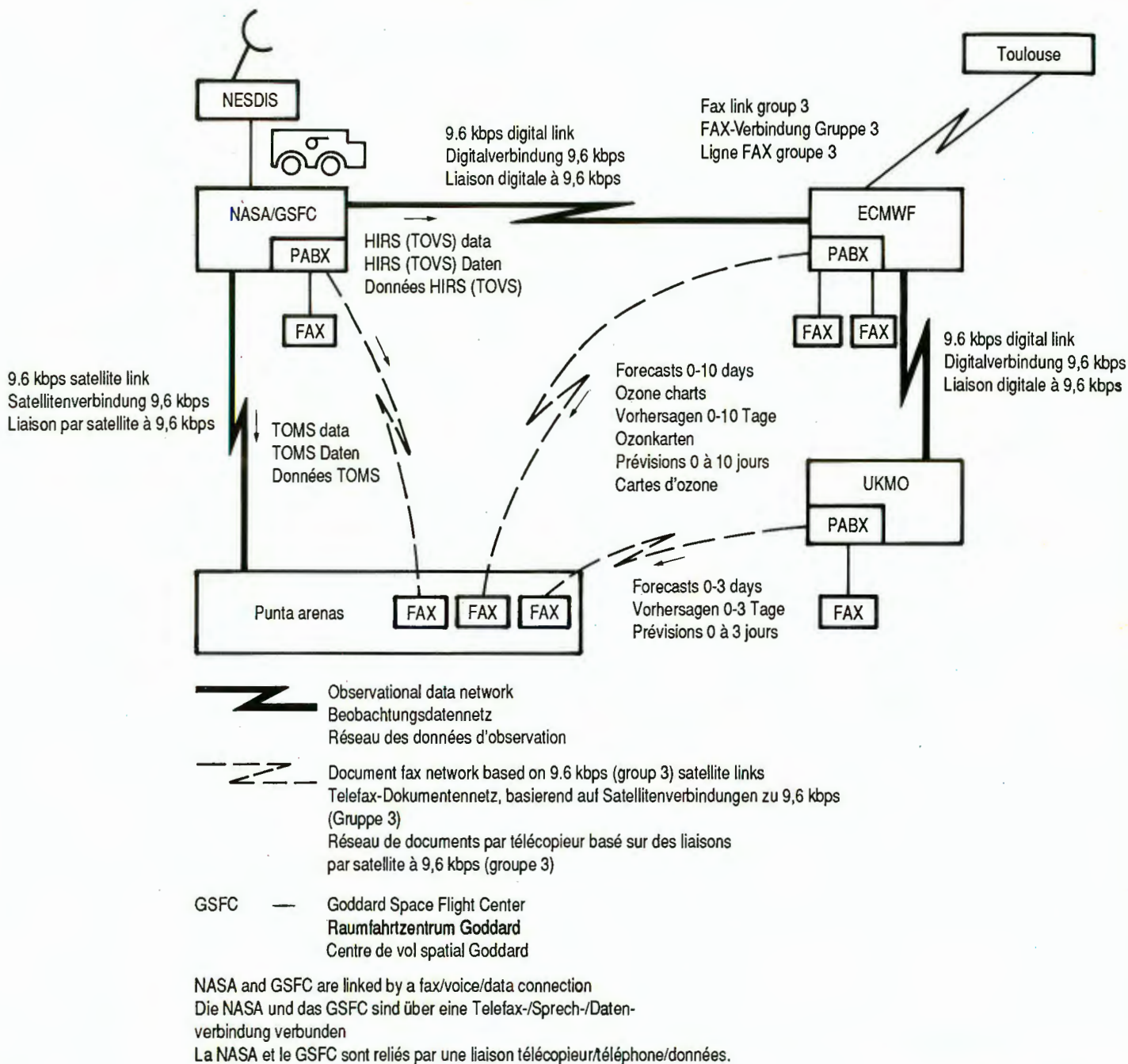
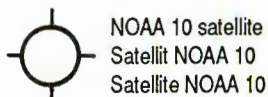


Fig. 8 Configuration of telecommunications network established for the ozone project.

Abb. 8 Gestalt des für das Ozonprojekt aufgebauten Fernmeldenetzes.

Fig. 8 Configuration du réseau de télécommunications mis en place pour le projet sur l'ozone.

Archives and data services

Development of the Centre's MARS (Meteorological Archival and Retrieval System) archive continued. The MARS archives include the daily operational fields data; it can also accommodate experimental results.

Archiv- und Datendienste

Die Entwicklung des meteorologischen Archivierungs- und Wiedergewinnungssystems des Zentrums - MARS - lief weiter. Die MARS-Archive umfassen die täglichen, routinemäßig anfallenden Felddaten und können auch Versuchsergebnisse aufnehmen.

Service d'archivage et de données

Le développement de l'archive MARS du Centre (système d'archivage et de désarchivage des données météorologiques) s'est poursuivi. Les archives MARS comprennent les données opérationnelles quotidiennes de champ et peuvent accepter aussi des résultats d'essais.

Figure 9 shows the flow and processing of data between the mass storage system via the Common File System (CFS) through MARS to the user programme.

The Centre's data services responded to requests not only from institutions within the Member States, but also from many sources in non-Member States.

Die Abb. 9 zeigt den Durchsatz und die Verarbeitung von Daten zwischen dem Massenspeichersystem über das Common File System (CFS) durch MARS zum Anwenderprogramm.

Die Datendienste des Zentrums bedienen nicht nur Anträge von Stellen innerhalb der Mitgliedstaaten, sondern auch seitens vieler Stellen in Nichtmitgliedstaaten.

La Figure 9 illustre le courant et le traitement de données entre le système de stockage de masse via le Common File System (CFS) à travers MARS vers le programme d'utilisateur.

Les services de données du Centre ont répondu à des demandes émanant non seulement d'institutions dans les Etats membres, mais aussi de beaucoup de sources parmi des Etats non-membres.

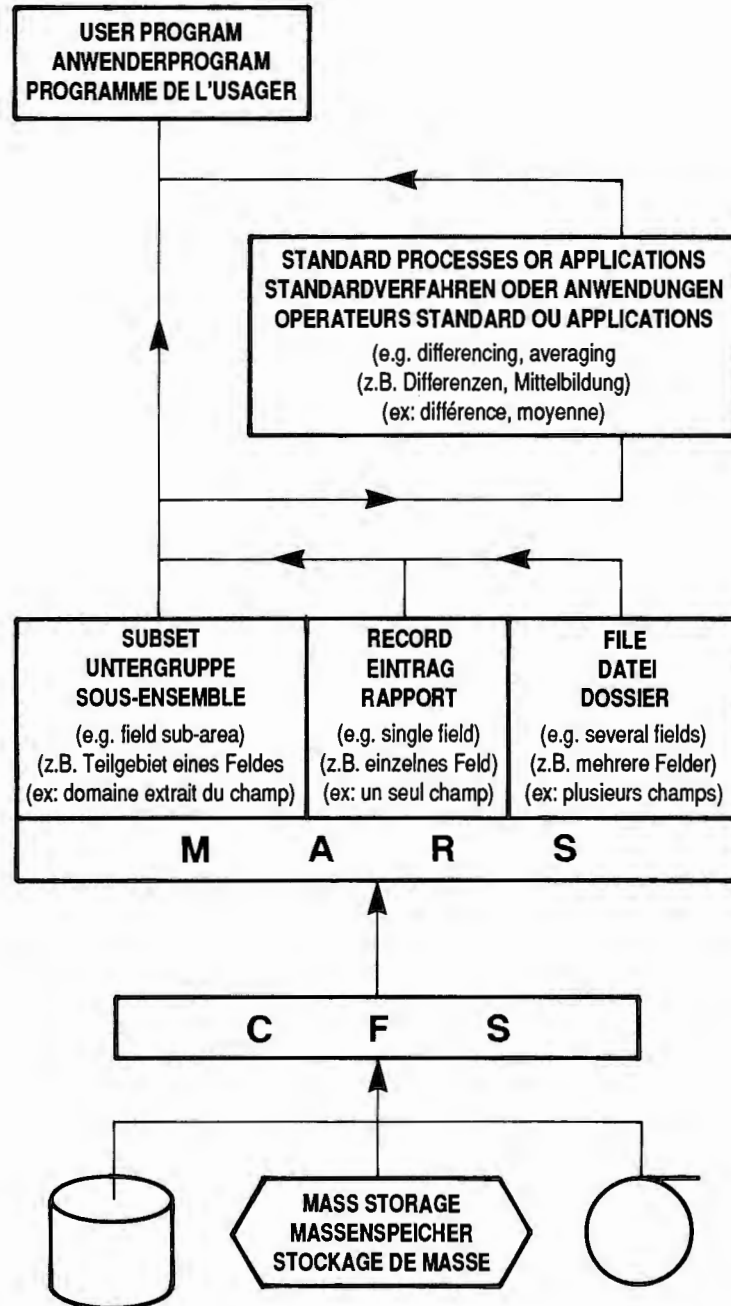


Fig. 9 The data flow, and data processing, between the Centre's mass storage system and the user program.

Abb. 9 Der Datenstrom und die Datenverarbeitung zwischen dem Massenspeichersystem des Zentrums und dem Anwenderprogramm.

Fig. 9 Le courant et le traitement des données entre le système de stockage de masse du Centre et le programme d'utilisateur.

RESEARCH IN MODELLING AND DATA ASSIMILATION

Analysis

Use of satellite temperature, humidity and wind data

The assessment and use of satellite data is a major component of the Centre's research in data assimilation. Areas where research was concentrated include:

- the determination of the information content of satellite-sensed temperature and humidity data (SATEM) and the development of more effective techniques for using SATEM data;
- the evaluation of techniques to retrieve temperature and humidity from satellite-sensed radiances;
- evaluation of cloud motion wind products;
- evaluation of scatterometer wind dealiasing algorithms.

Model

High (and spatially varying) horizontal resolution

For the period covered by this Report, the Centre's operational forecast model had a resolution of T106 (i.e. triangular truncation at wave number 106, Fig. 3). Research has been carried out on the effects of higher horizontal resolution with the global model at resolution of T159 and T213.

Substantial progress was made in the development of the spectral limited-area model. An extensive series of forecast experiments showed sharpening of synoptic features in the model, including the formation of a well-defined frontal zone.

With the limited-area model, research was carried out at resolution up to T666, corresponding to a model grid size of about 20 km. Figure 10 shows 950 hPa winds plotted every 40 km from the T666 model output.

The spectral limited-area model of the Centre played an increasing rôle in the study of the impact of higher resolution. The prediction of the intensity and position of Hurricane Gilbert (Fig. 11) was much improved when compared to the operational model forecast (September 1988).

FORSCHUNG IN MODELLARBEIT UND DATENASSIMILATION

Analyse

Verwendung von satellitenerhobenen Temperatur-, Feuchte-, und Winddaten

Die Bewertung und Verwendung von Satellitendaten ist eine Hauptkomponente der Forschungsarbeit des Zentrums auf dem Gebiet der Datenassimilation. Bereiche, auf die sich die Forschung konzentrierte, waren u.a.:

- Die Bestimmung des Informationsgehalts der von Satelliten registrierten Temperatur- und Feuchtedaten (SATEM) und die Entwicklung wirkungsvollerer Verfahren für die Verwendung von SATEM-Daten;
- die Beurteilung von Verfahren zur Ableitung von Temperaturen und Feuchte aus satellitenerhobenen Strahlungsdaten;
- die Beurteilung neuer Wolkendriftwindprodukte;
- die Beurteilung von Algorithmen, welche die fehlerhafte Darstellung von Scatterometerwinden korrigieren.

Modell

Hohe (und räumlich variierende) horizontale Auflösung

Im Berichtszeitraum hatte das Routinevorhersagemodell des Zentrums eine Auflösung von T106 (d.h. trianguläre Trunkierung bei Wellenzahl 106, Abb. 3). Die Auswirkungen einer höheren horizontalen Auflösung wurden mit dem Globalmodell bei Auflösung T159 und T213 erforscht.

In der Entwicklung des spektralen Ausschnittsmodells wurden wesentliche Fortschritte erzielt. Eine ausgedehnte Reihe von Vorhersageexperimenten erbrachte eine Verdeutlichung synoptischer Merkmale im Modell, einschließlich der Ausbildung einer gut definierten Front.

Mit dem Ausschnittsmodell wurden Forschungsarbeiten bei Auflösung bis zu T666 durchgeführt, was einer Modellgittergröße von etwa 20 km entspricht. Die Abb. 10 zeigt 950-hPa-Winde, alle 40 km gezeichnet aus dem Output des T666-Modells.

Das spektrale Ausschnittsmodell des Zentrums spielte bei der Untersuchung der Auswirkungen höherer Auflösung eine zunehmende Rolle. Die Vorhersage der Tiefe und Position des Wirbelsturms Gilbert (Abb. 11) zeigte sich im Vergleich zur Vorhersage des Routinemodells stark verbessert (September 1988).

RECHERCHE EN MODELISATION ET ASSIMILATION DE DONNEES

Analyse

Utilisation des données satellitaires de température, d'humidité et de vent

L'évaluation et l'utilisation des données satellitaires est un élément important des travaux de recherche du Centre en matière d'assimilation des données. Les domaines sur lesquels la recherche se concentre comprennent:

- la détermination du contenu d'informations des données satellitaires de température et d'humidité (SATEM) et le développement de techniques plus efficaces d'utilisation des données SATEM;
- l'évaluation de techniques pour extraire la température et l'humidité des luminances énergétiques détectées par satellite;
- l'évaluation des produits de vents satellitaires;
- l'évaluation des algorithmes de levée d'ambiguïté pour les vents de diffusiomètre.

Modèle

Haute résolution horizontale (et résolution variable dans l'espace)

Pendant la période sous rapport le modèle prévisionnel de routine du Centre avait une résolution de T106 (c'est-à-dire troncature triangulaire au nombre d'ondes 106, fig.3). Des recherches ont été entreprises sur les effets d'une résolution horizontale plus élevée, en utilisant le modèle global à T213.

Des progrès substantiels ont été réalisés dans le développement du modèle spectral à domaine limité. Une longue série de prévisions expérimentales a montré une amélioration des caractéristiques synoptiques dans le modèle, y compris la formation d'un front bien défini.

En utilisant le modèle spectral à domaine limité, des recherches ont été entreprises avec une résolution de jusqu'à T666, qui correspond à une case de grille d'environ 20km de côté. La figure 10 montre des vents à 950hPa produits par le modèle T666, tracés tous les 40 km.

Le modèle spectral à domaine limité du Centre a joué un rôle croissant dans l'étude des effets d'une résolution plus élevée. La figure 11 montre une meilleure prévision de la profondeur et de la position de l'ouragan Gilbert (septembre 1988).

Sunday 26 February 1984 00Z ECMWF Forecast t+36 VT: Monday 27 February 1984 12Z. 950 hPa winds

EZMW-Vorhersage T+36 von Sonntag, 26. Februar 1984, 0.00 Uhr, für Montag, den 27. Februar 1984, 12.00 Uhr. Winde auf 950 hPa

Prévision CEPMMT J+36 du dimanche, 26 février 1984, 0.00 h, pour lundi, 27 février 1984, 12.00 h. Vent à 950 hPa.

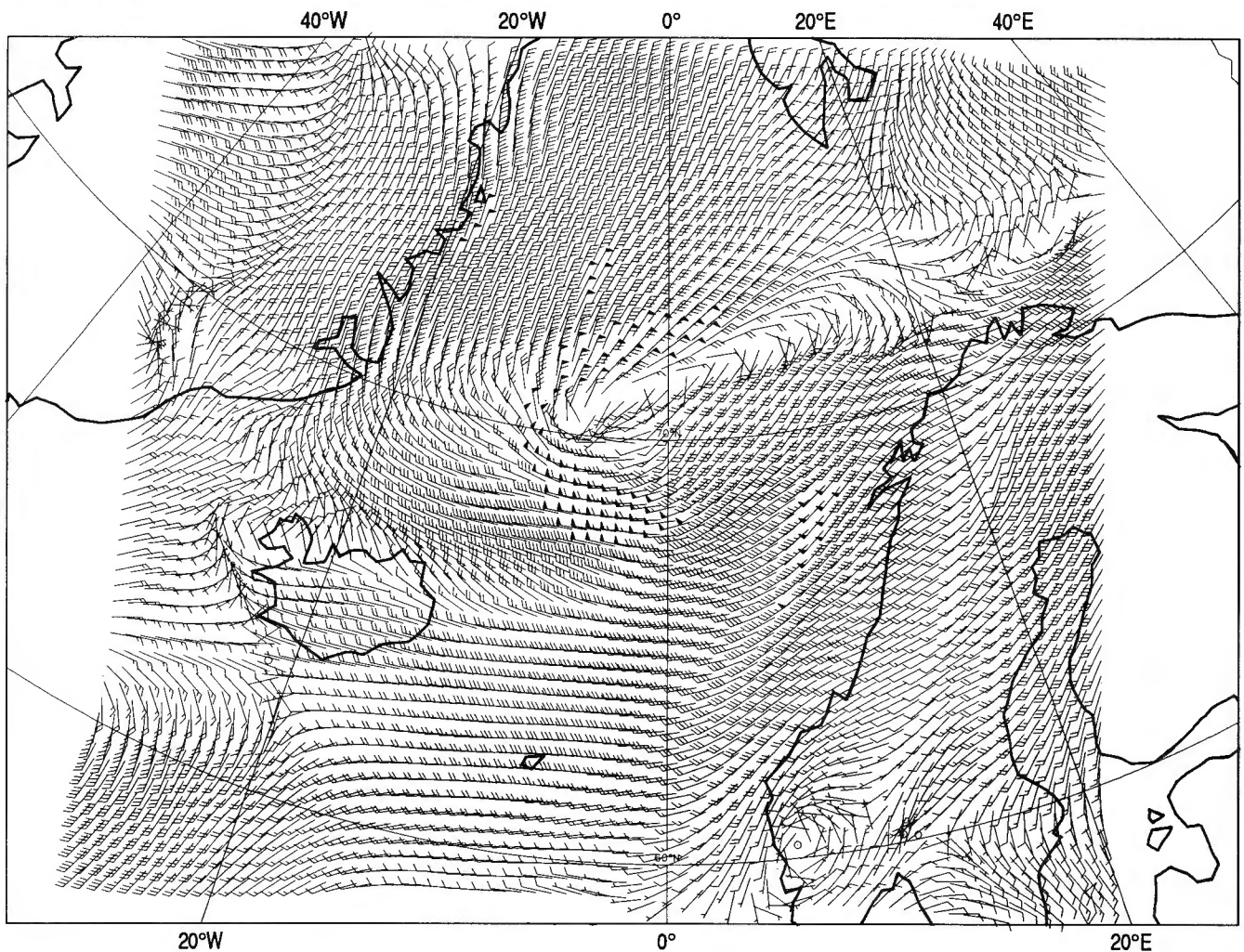


Fig. 10 950 hPa winds, 36-hour forecast of polar low in the Norwegian sea. The winds predicted had a speed similar to that observed.

Abb. 10 950hPa-Winde in einer 36-Stunden-Vorhersage eines polaren Tiefdruckgebietes in der norwegischen See. Die Geschwindigkeit der vorhergesagten Winde war der beobachteten ähnlich.

Fig. 10 Vents à 950hPa d'une prévision à 36 heures d'une dépression polaire dans la mer norvégienne. Les vents prévus avaient une vitesse similaire à celle observée.

In collaboration with scientists from the Météorologie nationale, France, research into the use of non-uniform resolution in the horizontal was undertaken, including a set of 24-hour forecasts under various resolutions and stretching factors. Models using stretched co-ordinates have been shown to increase the effective resolution in a localised region by more than a factor of two.

31-level model

Encouraging results were obtained using 31-level resolution in data assimilation and forecast experiments. Intense synoptic systems were described better with increased vertical resolution, and the wind field at the jet stream level was also better represented. The effects of resolution near the top of the model atmosphere, and the benefit which could be derived from the use

In Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Météorologie Nationale, Paris, wurde die Verwendung uneinheitlicher Auflösung in der Horizontalen erforscht, einschließlich eines Ensembles von 24-Stunden-Vorhersagen mit verschiedenen Auflösungen und Streckungsfaktoren. Es hat sich gezeigt, daß Modelle mit gestreckten Koordinaten die tatsächliche Auflösung in einer begrenzten Region um einen Faktor von mehr als 2 erhöhen.

Modell mit 31 Flächen

Die Verwendung einer Auflösung in 31 Flächen zeitigte in Datenassimilations- und Vorhersageexperimenten ermutigende Ergebnisse. Mit der hohen vertikalen Auflösung wurden intensive synoptische Systeme besser beschrieben, und auch das Windfeld auf der Ebene des Jetstroms wurde besser dargestellt. Die Auswirkungen der

En coopération avec des scientifiques de la Météorologie nationale, des recherches ont été entreprises sur l'utilisation d'une résolution horizontale non uniforme, y compris un ensemble de prévisions à 24 heures avec des résolutions et facteurs de distorsion variés. Il s'est avéré que des modèles à maille variable augmentent la résolution effective dans une région déterminée d'un facteur de plus de deux.

Modèle à 31 niveaux

Des résultats encourageants ont été obtenus en utilisant une résolution à 31 niveaux pour des essais d'assimilation de données et de prévision. A résolution verticale élevée des systèmes synoptiques intenses étaient mieux décrits et le champ de vent au niveau du jet était aussi mieux représenté. Les effets de la résolution près du sommet de l'atmosphère du modèle et les avantages qui pourraient

of special-level radiosonde data, were identified as areas requiring further research.

Auflösung am obersten Rand der Modellatmosphäre und der Nutzen, den die Verwendung von Radiosondendaten aus besonderen Flächen zeitigen könnten, sind als Bereiche erkannt worden, wo weitere Forschung erforderlich ist.

résulter de l'utilisation des observations de radiosondage à un niveau spécial ont été identifiés comme des domaines qui nécessitaient des recherches ultérieures.

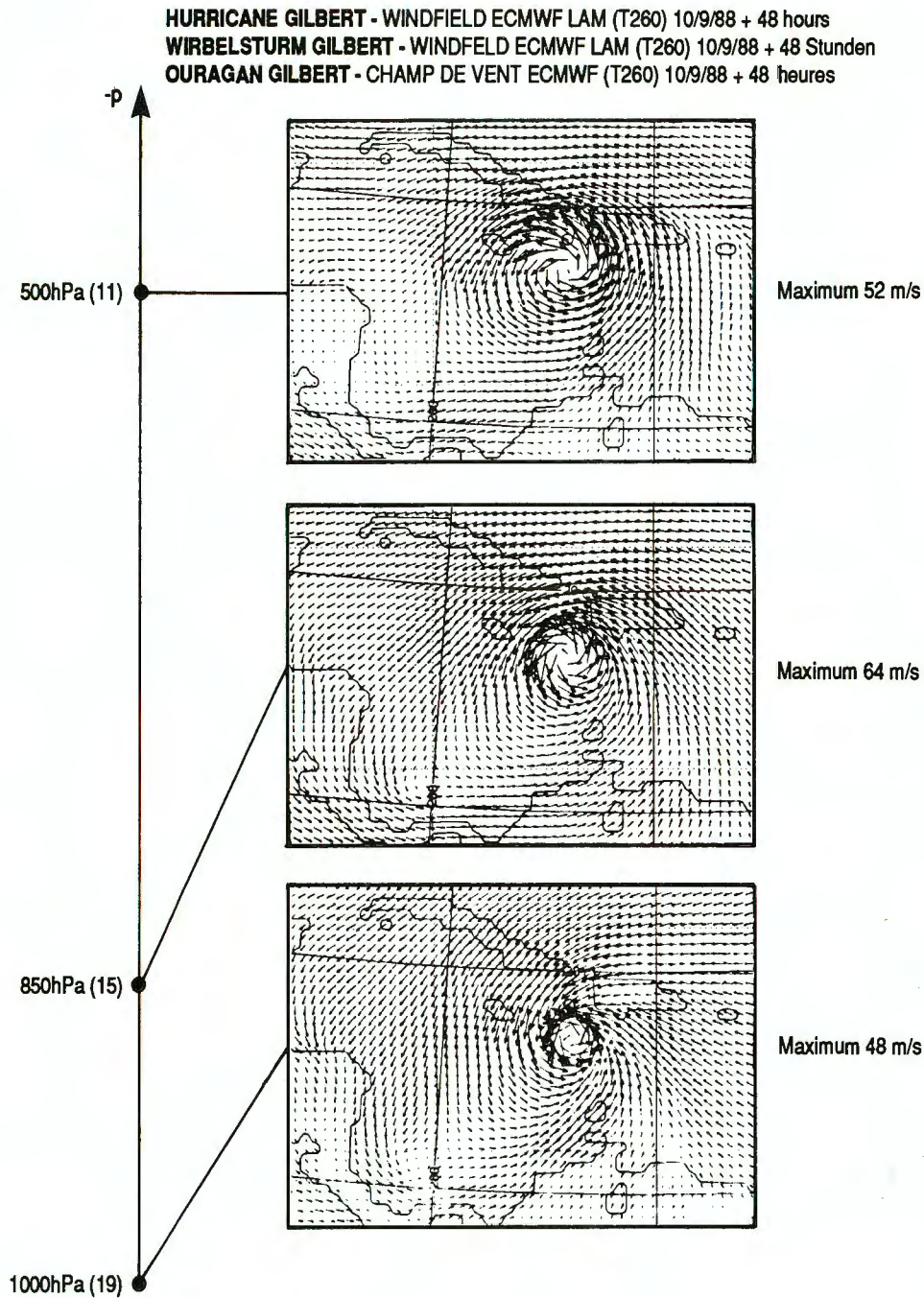


Fig. 11 The winds at three model levels (11, 15 and 19, close to 500, 850 and 1000 hPa respectively), from the limited area model 48-hour forecast of Hurricane Gilbert.

Abb. 11 Winde auf drei Modellflächen (11, 15 und 19, annähernd 500, 850 und 1000 hPa) aus der 48-Stunden-Vorhersage des Ausschnittsmodells für den Wirbelsturm Gilbert.

Fig. 11 Les vents à trois niveaux du modèle (11, 15 et 19, proche de 500, 850 et 1000 hPa respectivement), d'une prévision à 48 heures du modèle à domaine limité de l'ouragan Gilbert.

Parametrization of convection

The effects of cumulus convective processes on the atmospheric flow is one of the most important of the physical effects which has to be parametrized in a numerical model. Research into convection schemes is motivated by the deficiencies observed in

Parametrisierung der Konvektion

Die Auswirkung kumulusskaliger konvektiver Vorgänge auf den atmosphärischen Fluß ist eine der wichtigsten physikalischen Auswirkungen, die in einem numerischen Modell zu parametrisieren sind. Die Erforschung der

Paramétrisation de la convection

Les effets des processus de convection en cumulus sur le flux atmosphérique sont parmi les plus importants effets physiques qu'il faut paramétriser dans un modèle numérique. La recherche sur des schémas de convection est motivée par les défauts

the simulation of the tropical and sub-tropical flow, and of the temperature and moisture structure of the atmosphere in the tropics. These deficiencies, which arise largely from the fact that the representation of both deep and shallow moist convection is inadequate, have a significant impact on systematic model errors. In spite of modifications implemented through the years, the Centre's operational Kuo convection scheme showed many deficiencies.

An improved performance was found with the "convective adjustment scheme", in which adjustment towards a prescribed moisture profile typical of convective situations is made (Fig. 12).

On the basis of an intensive programme of research during the period of this Report, it was decided that a mass flux scheme would be selected as eventual replacement for the operational Kuo scheme. The mass flux scheme is complex, but it gives better prospects for future developments than the principal alternative (the generalised adjustment scheme).

Konvektionsmodelle ist begründet in den Mängeln, die bei der Simulation des tropischen und subtropischen Flusses und der Temperatur und Feuchtestruktur der Atmosphäre in den Tropen beobachtet werden. Diese Mängel, die hauptsächlich daraus entstehen, daß die Darstellung sowohl tiefer als auch seichter feuchter Konvektion ungenügend ist, haben auf systematische Modellfehler eine bedeutende Auswirkung. Trotz über die Jahre eingeführter Veränderungen wies das routinemäßig verwandte Kuo-Schema des Zentrums zahlreiche Mängel auf.

Eine bessere Leistung zeigte das "konvektive Anpassungsschema", in dem eine Anpassung an ein vorgeschriebenes Feuchteprofil vorgenommen wird, das für konvektive Lagen typisch ist (Abb. 12).

Auf der Grundlage eines intensiven Forschungsprogramms im Berichtszeitraum wurde beschlossen, als Ersatz für das routinemäßig benutzte Kuo-Schema ein Massenflussschema auszuwählen. Das Massenflussschema ist komplex, aber es eröffnet bessere Aussichten für künftige Entwicklungen als die hauptsächlich Alternative (das verallgemeinerte Anpassungsschema).

observés dans l'assimilation des flux tropicaux et sub-tropicaux et de la structure de température et d'humidité et de l'atmosphère dans les tropiques. Ces défauts, qui résultent principalement de ce que la représentation de la convection humide aussi bien profonde que peu profonde est inadéquate, ont une répercussion significative sur les erreurs systématiques du modèle. Malgré des modifications apportées au cours des années, le schéma de convection opérationnel du Centre, selon Kuo, présentait beaucoup de défauts.

Une meilleure performance a été constatée en utilisant le "schéma d'ajustement" dans lequel un ajustement est opéré vers un profil d'humidité prescrit typique d'une situation de convection (Fig. 12).

Sur la base d'un programme de recherches intensif pendant la période sous rapport, il a été décidé qu'un schéma pour le flux de masse serait retenu pour remplacer ultérieurement le schéma Kuo opérationnel. Le schéma pour le flux de masse est complexe, mais il ouvre de meilleures perspectives pour les développements futurs que l'alternative principale (le schéma d'ajustement généralisé).

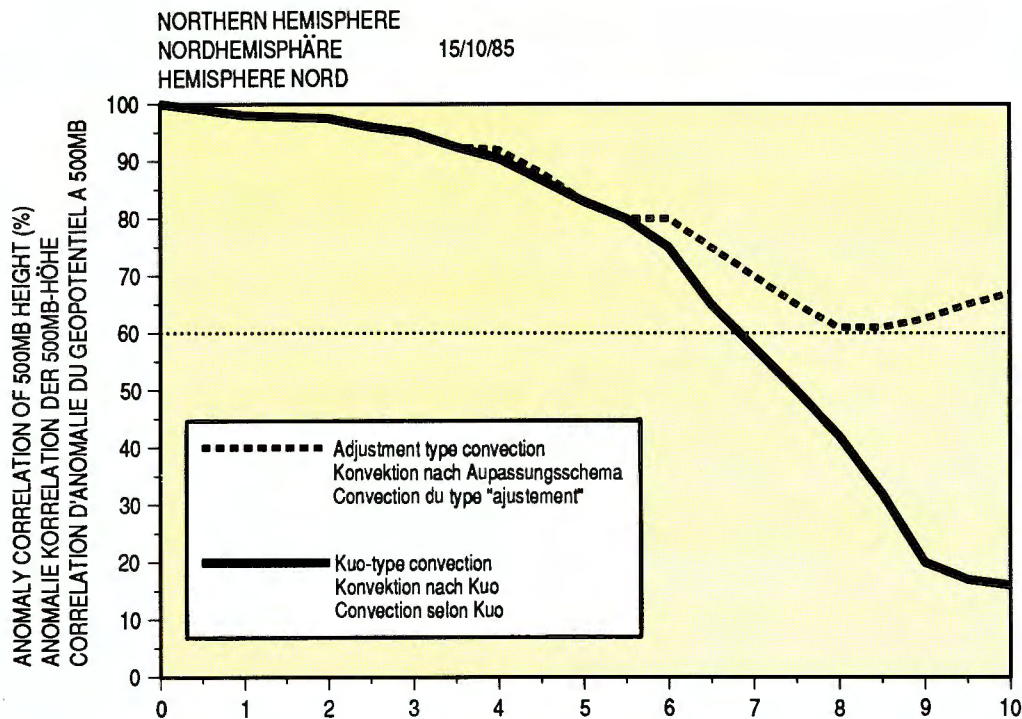


Fig. 12 Anomaly correlation of 500 hPa height for the extra-tropical Northern Hemisphere forecasts for 12 UTC, 15 October 1985. Full line: the operational forecast using a Kuo-type convection. Dashed line: forecast with an adjustment type convection.

Abb. 12 Anomaliekorrelation der Höhe 500 hPa für die außertropische Vorhersage in der nördlichen Hemisphäre für 12 Uhr UTC am 15. Oktober 1985. Ausgezogene Linie: die Routinevorhersage unter Verwendung einer Kuo-Konvektion. Gestrichelte Linie: Vorhersage mit einer Konvektion nach Anpassungsschema.

Fig. 12 La corrélation d'anomalies de la hauteur 500 hPa des prévisions pour l'hémisphère Nord extratropical à 12 heures UTC, 15 octobre 1985. Trait plein: prévisions opérationnelles utilisant la convection du type Kuo. Trait en pointillé: prévisions utilisant une convection du type d'ajustement.

The mass flux scheme takes into account many cumulus effects in the atmosphere (up-draughts, saturated down-draughts, subsidence, momentum transport) as well as

Das Massenflussschema berücksichtigt zahlreiche Auswirkungen von kumulusskaligen Zirkulationen in der Atmosphäre (Updraughts, saturated

Le schéma pour le flux de masse tient compte de beaucoup d'effets de la circulation liée aux cumulus (ascendances, courant descendants saturés, subsidances induites,

simple cloud physics; at the same time, it is flexible enough to provide scope for many refinements.

The impact of the mass flux scheme on forecasts is most pronounced in the tropics (where deep penetrative cumulus convection is the most important of the physical forces). Figure 13 shows that the spin-up effect is much reduced using the mass flux scheme. A stronger Hadley circulation extending to higher levels, and a more realistic thermal state of the tropical atmosphere, are further benefits of the mass flux scheme.

downdrafts, Absinken, Impulstransport) sowie einfache Wolkenphysik; gleichzeitig ist es flexibel genug, Spielraum für zahlreiche Verfeinerungen offen zu lassen.

Die Auswirkung des Massenfluschemas auf Vorhersagen zeigt sich am stärksten in den Tropen (wo tiefe penetrative Kumuluskonvektion die größte physikalische Kraft ist). Die Abb. 13 zeigt, daß beim Einsatz des Massenfluschemas der Spinup-Effekt sehr viel geringer ist. Eine stärkere Hadley-Zirkulation bis in höhere Niveaus und ein realistischerer Wärmezustand der tropischen Atmosphäre sind weitere Vorteile, die das Massenfluschema bietet.

transport de la quantité de mouvement) ainsi que de la physique simple des nuages; en même temps il est assez souple pour offrir des possibilités de nombreux affinages.

L'effet du schéma pour le flux de masse sur les prévisions est le plus clair dans les régions tropicales (où la convection de cumulus profonde pénétrante est la plus importante des forces physiques). La figure 13 illustre que l'effet spin-up est beaucoup réduit si on utilise le schéma pour le flux de masse. Une plus forte circulation de Hadley, qui s'étend aux plus hautes altitudes, et des états thermiques plus réalistes de l'atmosphère tropicale sont d'autres effets positifs du schéma pour le flux de masse.

Atmospheric Energy Budget 880220 12z OPS
Energiehaushalt der Atmosphäre 882220 12z OPS
Bilan énergétique de l'atmosphère 880220 12z OPS

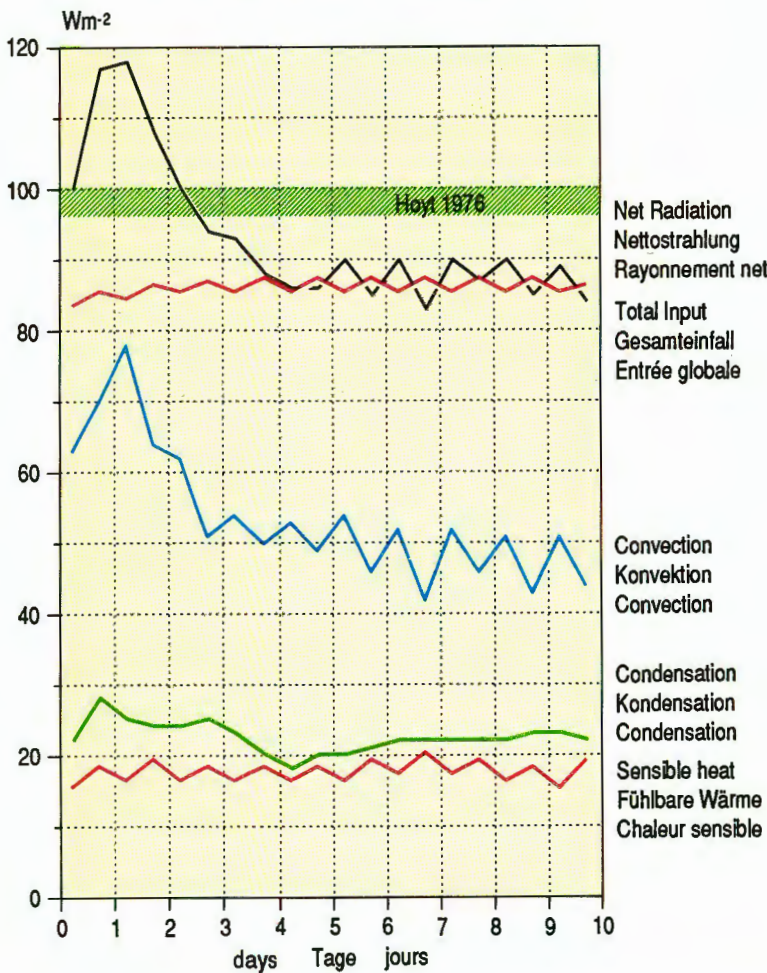


Fig. 13 Time evolution of diabatic heating due to radiation, cumulus convection, large-scale condensation and turbulent heat transfer for the whole globe in the operational forecast (left) and the forecast with new radiation and convection scheme physics after re-assimilation (right). Initial date is 20 February 1988, 12 UTC. Note the much reduced spin-up effort with the new scheme. Hoyt 1976 shows an estimate of the climatological radiation value.

Atmospheric Energy Budget 880220 12z ISP
Energiehaushalt der Atmosphäre ISP 882220 12z
Bilan énergétique de l'atmosphère ISP 880220 12z

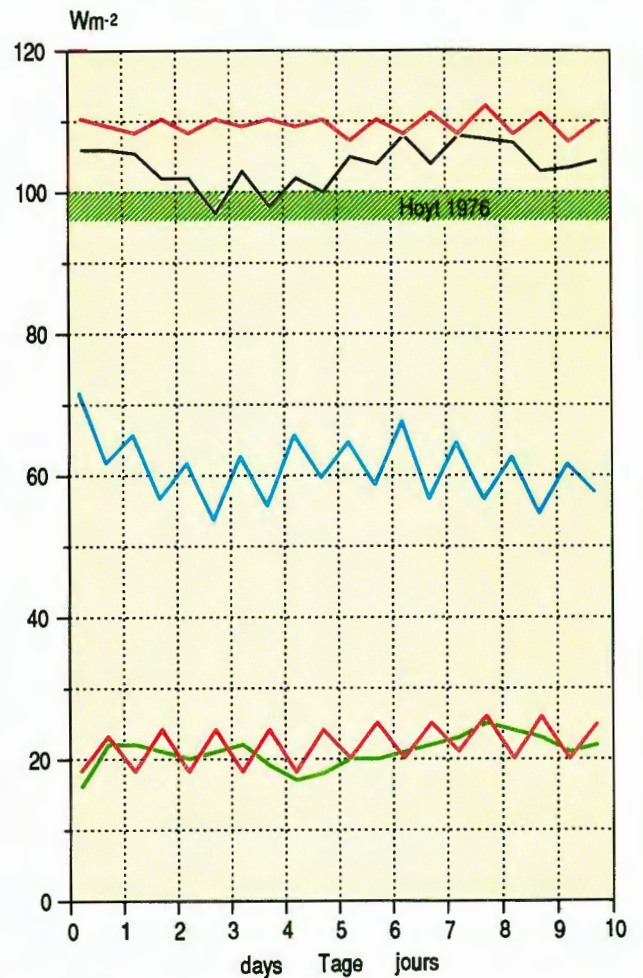


Abb. 13 Zeitliche Entwicklung der diabatischen Erwärmung aufgrund von Strahlung, kumulusskaliger Konvektion, großskaliger Kondensation und turbulentem Wärmetransfer für den gesamten Erdball in der Routinevorhersage (links) und der Vorhersage mit neuem physikalischem Strahlungs- und Konvektionsschema nach erneuter Assimilation (rechts). Anfangsdatum ist der 20. Februar 1988, 12.00 UTC. Das neue Schema führt zu einem stark verringerten Spin-up. Hoyt 1976 gibt eine Schätzung des klimatologischen Strahlungswertes an.

Fig. 13 Evolution temporelle de l'échauffement dû au rayonnement, à la convection des cumulus, à la condensation sur grande échelle et au transfert de chaleur turbulent pour l'ensemble du globe dans la prévision de routine (à gauche) et la prévision comportant une nouvelle physique du schéma de rayonnement et de convection après réassimilation (à droite). La date initiale est le 20 février 1988, 12 heures UTC. Noter le spin-up considérablement réduit avec le nouveau schéma. Hoyt 1976 indique une estimation de la valeur du rayonnement climatologique.

Parametrization of radiation

Large systematic errors in various aspects of the radiation code used in the operational model (relating to incoming short wave solar radiation, outgoing long wave terrestrial radiation, the assumptions used in deriving in cloud optical properties, the formulation used to diagnose the cloud liquid water content) were the subject of intense research. The new radiation scheme was validated against more detailed radiation codes and extensively tested in the global forecast model (Fig. 14). Benefits of the new radiation scheme include removal of warm bias in the stratosphere, a more realistic representation of the response to clouds, a more correct radiative cooling in middle levels of the tropical atmosphere, and an increase in radiation available at the model's surface. Also, the forecast of two-metre temperature in daytime was improved.

RESEARCH INTO THE PREDICTABILITY OF THE ATMOSPHERE

Extended-range forecasting

Each month, two integrations of the Centre's model were run to thirty days from two initial conditions separated by 24 hours, using the operational model at T106 and T63 resolutions. These experiments allowed determination of the climate drift of the operational model for all seasons of the year and an estimate of its dependence on model resolution. It was found that while many characteristics of the model climate drift showed marked changes with season (e.g. the mid-latitude "zonalization" and pole-ward shift of the sub-tropical jets) they showed comparatively little sensitivity to model resolution.

In some cases, it was found that the Centre's model could produce potentially useful information well beyond the current operational forecast range. Figure 15 shows as an example a 30-day mean forecast. There were however also many cases for which the daily maps showed practically no skill after ten days. The potential benefit of the availability of estimates of the likely skill of a forecast at the time that a forecast is issued (see next section) is clear.

Strahlungsparametrisierung

Große systematische Fehler in verschiedenen Aspekten des im Routinemodells verwandten Strahlungskodes (bezüglich einfallender kurzwelliger Sonnenstrahlung, ausgehender langwelliger Erdstrahlung, der Annahmen für die Ableitung optischer Wolkeneigenschaften, der Formulierung für die Diagnose des Flüssigwassergehaltes von Wolken) waren Gegenstand intensiver Forschung. Das neue Strahlungsmodell wurde gegen detaillierte Strahlungskodes geprüft und im globalen Vorhersagemodell ausgiebig getestet (Abb. 14). Vorteile des neuen Strahlungsmodells sind u. a. die Ausmerzung des Wärmefehlers in der Stratosphäre, eine realistischere Darstellung der Reaktion auf Wolken, eine korrektere radiative Abkühlung in mittleren Höhen der tropischen Atmosphäre und eine Zunahme der an der Oberfläche des Modells verfügbaren Strahlung. Ein weiteres Ergebnis war, daß die Vorhersage der 2 m-Tagestemperatur sich verbesserte.

FORSCHUNG ZUR VORHERSAGBARKHEIT DER ATMOSPHERE

Langfristige Vorhersagen

Jeden Monat wurden zwei Integrationen des Modells des Zentrums auf 30 Tage ab zwei Anfangsbedingungen gefahren, die 24 Stunden auseinander lagen, unter Benutzung des Routinemodells mit Auflösung T106 und T63. Diese Experimente erlaubten die Bestimmung der Klimadrift des Routinemodells für alle Jahreszeiten und eine Schätzung ihrer Abhängigkeit von der Auflösung des Modells. Es stellte sich heraus, daß viele Merkmale der Modellklimadrift sich mit der Jahreszeit zwar deutlich änderten (z.B. die "Zonalisierung" in mittleren Breiten und die polwärts gerichtete Abdrängung der subtropischen Strahlströme), aber verhältnismäßig wenig Empfindlichkeit auf Modellauflösung zeigten.

In einigen Fällen stellte sich heraus, daß das Modell des Zentrums potentiell nützliche Informationen weit über die zur Zeit routinemäßige Vorhersagezeit hinaus erzeugen kann. Abb. 15 enthält eine gemittelte 30-Tage-Vorhersage als Beispiel. Es gab allerdings auch viele Fälle, wo die Tageskarten nach dem 10. Tag praktisch keine Güte mehr aufwiesen. Der potentielle Nutzen der Verfügbarkeit von Schätzungen über die wahrscheinliche Güte einer Vorhersage zum Zeitpunkt ihrer Abgabe (siehe nächster Abschnitt) ist damit klar.

Paramétrisation du rayonnement

Des erreurs systématiques importantes dans divers aspects du code de rayonnement utilisé pour le modèle opérationnel (relatives au rayonnement solaire descendant de courte longueur d'ondes, au rayonnement terrestre ascendant de grande longueur d'ondes, aux hypothèses utilisées pour inférer les propriétés optiques des nuages, à la formulation utilisée pour diagnostiquer le contenu en eau liquide des nuages) ont fait l'objet de recherches intensives. Le nouveau schéma de rayonnement a été validé par rapport à des codes de rayonnement plus détaillés et longuement testé dans le modèle prévisionnel global (Fig. 14). Les points bénéfiques du nouveau schéma de rayonnement comprennent l'élimination de l'erreur systématique chaude dans la stratosphère, une représentation plus réaliste de la réaction aux nuages, un refroidissement radiatif plus correct au niveau moyen de l'atmosphère tropicale, et un accroissement du rayonnement disponible à la surface du modèle. La prévision de la température à deux mètres en journée a également été améliorée.

RECHERCHE EN PREDICIBILITE DE L'ATMOSPHERE

Prévisions à échéance étendue

Chaque mois, deux intégrations du modèle du Centre ont été faites à trente jours à partir de deux conditions initiales séparées de vingt-quatre heures, en utilisant le modèle opérationnel à T106 et T63. Ces expériences ont permis de déterminer la dérive climatique du modèle opérationnel pour toutes les saisons de l'an et une estimation de sa dépendance de la résolution du modèle. Il a été constaté que de nombreuses caractéristiques de la dérive climatique du modèle se montraient relativement peu sensibles à la résolution du modèle, tandis qu'elles changeaient considérablement avec la saison (par exemple la "zonalisation" aux latitudes moyennes et la saute vers le pôle des jets sub-tropicaux).

Dans quelques cas il s'est avéré que le modèle du Centre peut fournir des renseignements potentiellement utiles bien au-delà de l'échéance opérationnelle actuelle des prévisions. La figure 15 donne l'exemple d'une prévision moyennée à trente jours. Il y avait pourtant aussi beaucoup de cas où les cartes journalières n'avaient pratiquement aucune valeur après le dixième jour. L'intérêt potentiel de pouvoir disposer d'une estimation de la qualité probable d'une prévision au moment où celle-ci est établie (voir paragraphe suivant) est évidente.

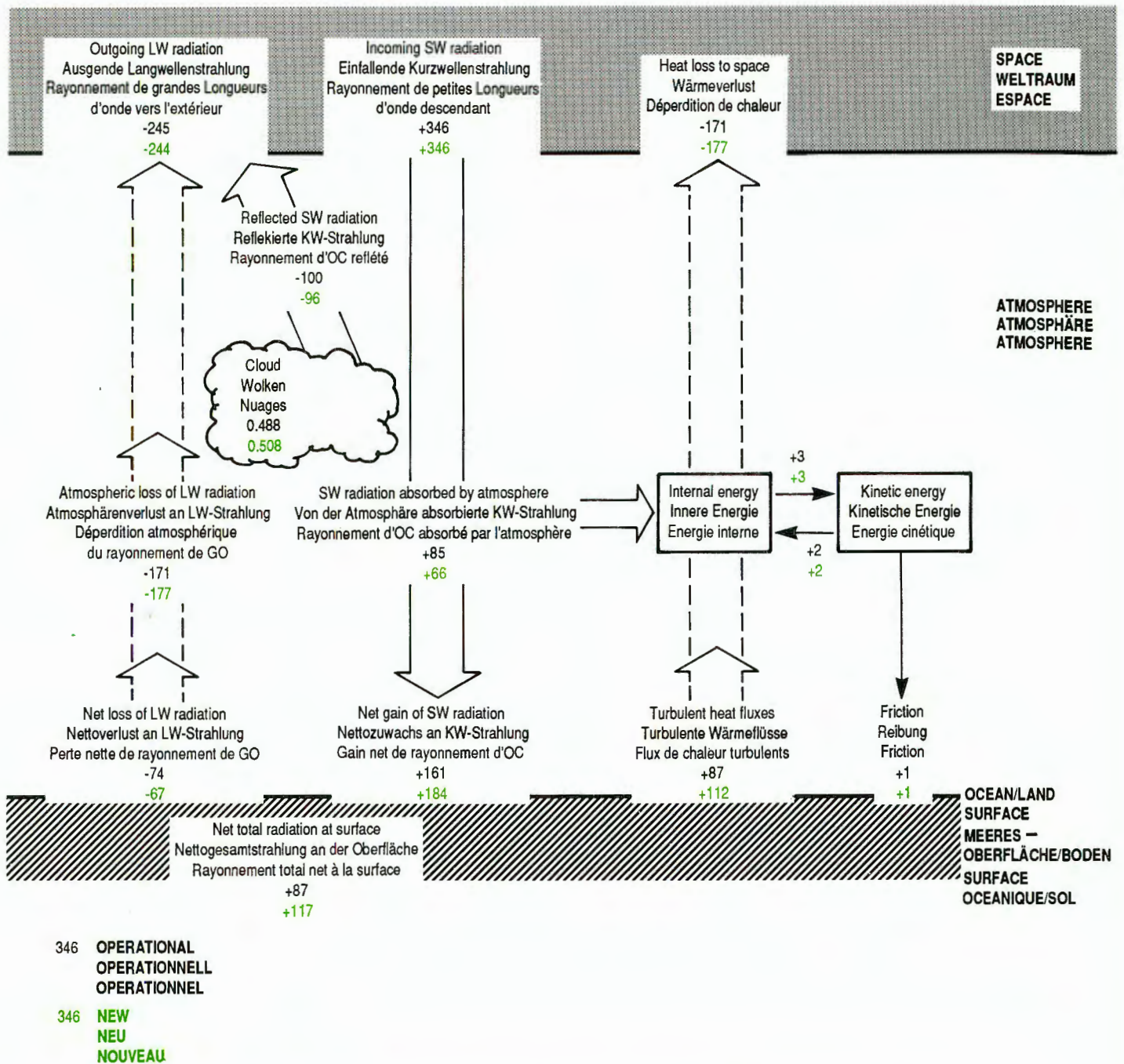


Fig. 14 Global heat balance (pseudo-annual: mean of 12 experiments from 15th of each month May 1987 to April 1988). Note the reduced atmospheric absorption of incoming short wave (SW) radiation and increased availability of SW radiation at the surface.

Abb. 14 Globale Wärmebilanz (pseudojährlich: Mittel aus 12 Experimenten vom 15. jedes Monats von Mai 1987 bis April 1988). Man beachte die geringere atmosphärische Absorption einfallender Kurzwellenstrahlung und die höhere Verfügbarkeit von Kurzwellenstrahlung am Boden.

Fig. 14 Bilan global de chaleur (pseudo-annual: moyenne de 12 expériences du 15 de chaque mois entre mai 1987 et avril 1988). Notez l'absorption atmosphérique réduite du rayonnement descendant d'ondes courtes et la disponibilité accrue du rayonnement ondes courtes à la surface.

Predicting forecast skill

A scheme to predict forecast skill was run experimentally in real time during the winter season 1987-1988. Results were disseminated to the Member States.

A panel of invited experts from the Member States concluded that up to day 5 useful prediction of the anomaly correlation coefficient was achieved. Beyond day 5, the quality of day-to-day skill prediction was low. Overall, however, results were sufficiently good to encourage future

Vorhersage der Vorhersagegüte

Ein Modell zur Vorhersage der Vorhersagegüte wurde im Winterhalbjahr 1987/88 in Echtzeit ausprobiert. Die Ergebnisse wurden an die Mitgliedstaaten versandt.

Eine Gruppe eingeladenen Sachverständiger aus den Mitgliedstaaten kam zum Schluss, daß bis zum 5. Tag eine nützliche Vorhersage des Anomaliekorrelationskoeffizienten gelang. Über den 5. Tag hinaus war die Vorhersage der Vorhersage-

Prévisions de l'aptitude prévisionnelle

Un modèle pour prévoir l'aptitude prévisionnelle a été essayé en temps réel en hiver 1987/1988. Les résultats ont été distribués aux Etats membres.

Un groupe d'experts invités des Etats membres a conclu que jusqu'au 5ème jour d'échéance la prévision du coefficient des corrélations de anomalies était bonne. Au-delà du 5ème jour d'échéance, la qualité de la prévision de l'aptitude prévisionnelle de jour en jour était faible. Dans l'ensemble

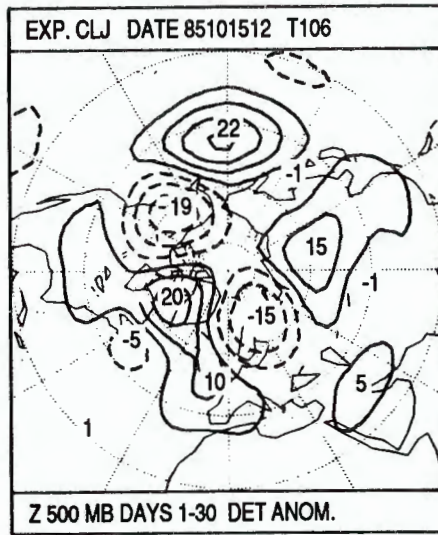
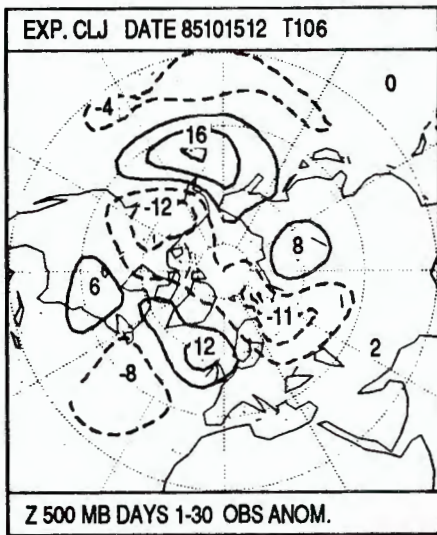


Fig. 15 30-day mean 500 hPa observed (left) and forecast (right) anomaly for an experimental 30-day integration starting from 12 October 1985 12UTC using the T106 operational model. The anomaly correlation coefficient between the two maps is in excess of 65%. Units DAM, isolines every 4 DAM.

Abb. 15 Beobachtete (links) und vorhergesagte (rechts) über 30 Tage gemittelte Anomalie der 500-hPa-Höhe für eine experimentelle 30-Tage-Vorhersage ab 12. Oktober 1985, 12.00 UTC mit dem Routinemodell T106. Der Anomalie-Korrelationskoeffizient zwischen den beiden Karten beträgt mehr als 65%. Einheiten sind Dekameter, Isolinien alle 4 Dekameter.

Fig. 15 Anomalies observées (à gauche) et prévues (à droite), moyennées sur 30 jours, de 500 hPa pour une intégration expérimentale à 30 jours effectuée à partir de 12 heures UTC le 12 octobre 1985 en utilisant le modèle opérationnel T106. Le coefficient de corrélation d'anomalie entre les deux cartes dépasse 65%. Unités: décamètre, isohypses tous les 4 décamètres.

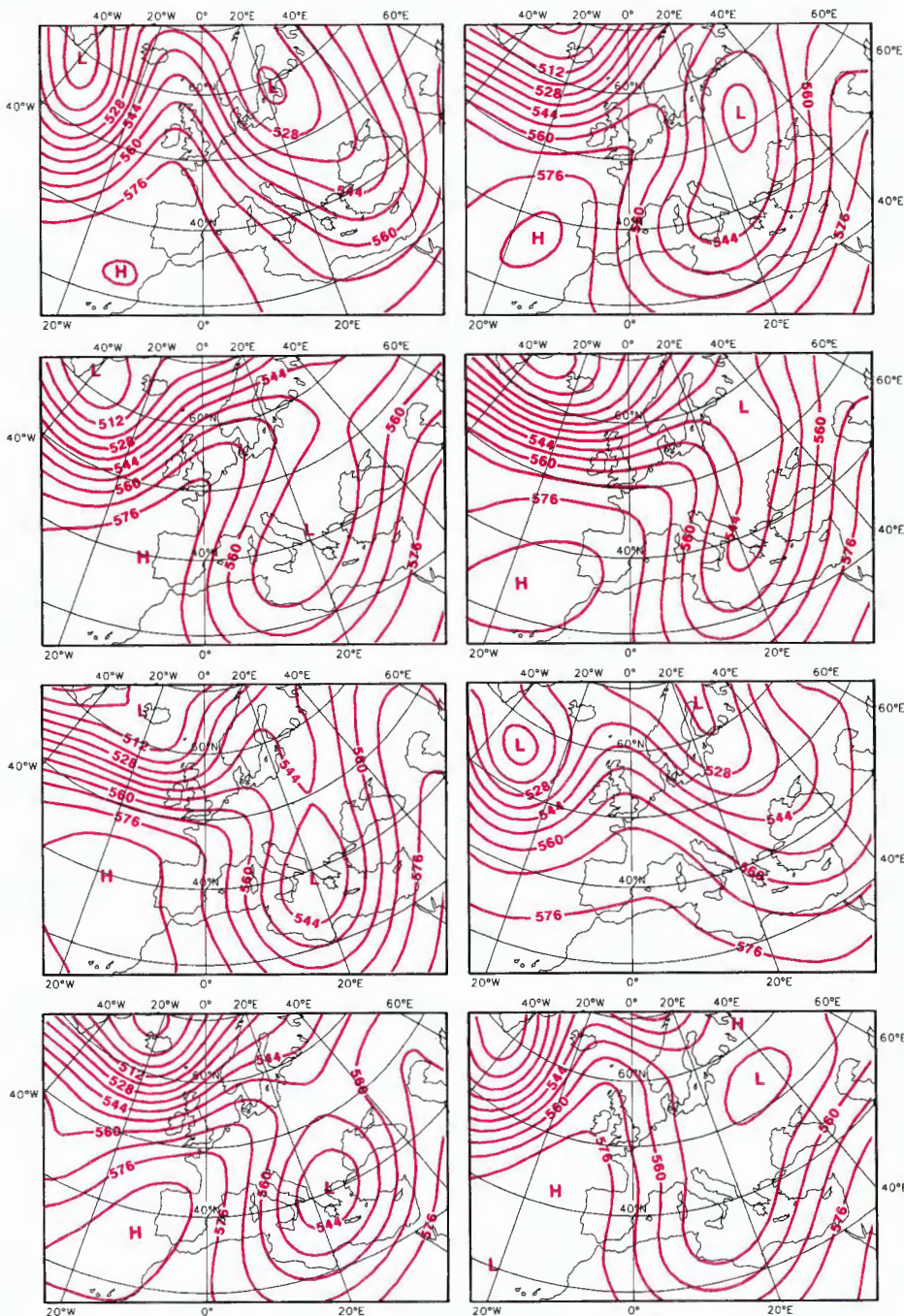


Fig. 16 Eight Monte Carlo 7.5 day forecasts from 2 December 1988

Abb. 16 Acht Monte-Carlo-Vorhersagen auf 7½ Tage vom 2. Dezember 1988.

Fig. 16 Huit prévisions Monte Carlo à 7 jours et demi d'échéance, du 2 décembre 1988.

developments of the scheme and further real time experimental trials were planned for the winter 1988-1989. This scheme was based on a statistical analysis of output from operational forecasts.

Research has also been carried out on the possibility of using Monte Carlo forecasts as a dynamical method for estimating the reliability of forecast skill. An ensemble of T63 Monte Carlo forecasts were run at intervals of about two weeks beginning in the winter of 1988; a series of seven Monte Carlo forecasts (MCF) consisted of a control forecast and eight (perturbed) integrations all from 00Z analyses. In Fig. 16 maps of the eight members of the Monte Carlo ensemble are shown for the European area at day 7.5. The initial date and time is 2 December 1988 00Z. The eight forecasts, which were almost identical at day 0, start to develop different weather patterns after day 4. At day 7.5 the forecasts are all very different illustrating the large impact of small initial perturbations.

OTHER RESEARCH AT THE CENTRE

Global wave model

A global wave model was developed at the Centre by a group of visiting scientists from the Member States as a special project. The wave model was a third-generation model which predicted the total wave spectrum, with no specific separation between wind-driven sea and swell.

ERS-1 and SEASAT-A Wind Scatterometer Study

As part of a study (funded by the European Space Agency) of the feasibility of using wind and sea information from the ERS-1 satellite in an operational system, a number of studies based on assimilations of the SEASAT-A Scatterometer System (SASS) data were carried out. Interesting events which occurred during the study period included the well-known QE-II storm, and the intense Ark Royal storm in the Norwegian Sea.

güte von Tag zu Tag gering. Insgesamt waren die Ergebnisse allerdings gut genug, um zur weiteren Entwicklung des Modells zu ermutigen, und weitere Echtzeit-experimente wurden für den Winter 1988/89 geplant. Das Modell beruhte auf der statistischen Analyse der Ergebnisse der Routinevorhersagen.

Es wurde auch die Möglichkeit erforscht, Monte-Carlo-Vorhersagen als dynamische Methode zur Einschätzung der Verlässlichkeit der Vorhersagegüte zu verwenden. Ab Winter 1988 wurde im Abstand von etwa zwei Wochen ein Ensemble von Monte-Carlo-Vorhersagen zu T63 gefahren; eine Reihe von 7 Monte-Carlo-Vorhersagen (MCF) wurden mit dem Routinemodell T63 gemacht. Jede MCF bestand aus einer Kontrollvorhersage und acht (gestörten) Integrationen, alle ab Analysen zu 00 Uhr. Die Abb. 16 zeigt Karten der acht Glieder eines Monte Carlo-Ensembles für die Region Europa nach siebeneinhalb Tagen. Anfangsdatum und -zeit sind der 2. Dezember 1988, 00 Uhr. Die acht Vorhersagen, am Tag 0 fast identisch, beginnen nach dem 4. Tag, unterschiedliche Wetterlagen zu entwickeln. Nach 7½ Tagen sind alle Vorhersagen ganz verschieden, was die große Auswirkung kleiner anfänglicher Störungen illustriert.

ANDERE FORSCHUNGSARBEIT AM ZENTRUM

Globales Wellenmodell

Am Zentrum entwickelte eine Gruppe Gastwissenschaftler aus den Mitgliedstaaten als Sonderprojekt ein globales Wellenmodell. Das Wellenmodell war ein Modell der dritten Generation, das das gesamte Wellenspektrum vorhersagte, ohne besondere Trennung zwischen Windwellen und Schwall.

Wind-Scatterometerstudie von ERS-1 und SEASAT A

Als Teil einer (von der Europäischen Weltraumorganisation finanzierten) Durchführbarkeitsstudie über die Verwendung von Informationen über Wind und Meer des Satelliten ERS-1 in einem operationellen System, wurde eine Anzahl Erhebungen, gestützt auf Assimilationen der Daten des SEASAT-A-Scatterometer-systems (SASS) durchgeführt. Interessante Ereignisse, die sich während dieses Zeitraums ereigneten, waren der bekannte Sturm QE-II und der tiefe Sturm Ark Royal in der Norwegischen See.

toutefois les résultats étaient suffisamment bons pour encourager la poursuite du développement du modèle, et d'autres essais en temps réel étaient prévus pour l'hiver 1988/1989. Ce modèle était fondé sur l'analyse statistique des prévisions de routine.

Des recherches ont également été faites sur la possibilité d'utiliser des prévisions Monte Carlo en tant que méthode dynamique pour estimer la fiabilité de l'aptitude prévisionnelle. Un ensemble de prévisions Monte Carlo à T63 a été intégré à des intervalles de deux semaines environ, commençant en hiver 1988; en utilisant la version T63 du modèle opérationnel, une série de sept prévisions Monte Carlo (MCF) a été effectuée. Chaque MCF consistait d'une prévision de contrôle et huit intégrations perturbées, toutes à partir d'une analyse 00h UTC. La figure 16 donne des cartes des 8 membres de l'ensemble Monte Carlo pour la région européenne à 7,5 jours d'échéance. La date et l'heure initiale sont le 2 décembre 1988 00h UTC. Les huit prévisions, qui étaient presque identiques au jour 0, commencent à développer des régimes météorologiques différents après le jour 4. Après 7 jours et demi, les prévisions sont toutes très différentes, ce qui illustre le poids de petites perturbations initiales.

AUTRES ACTIVITES DE RECHERCHE AU CENTRE

Modèle d'ondes global

Un groupe de scientifiques visiteurs des Etats membres a développé au Centre un modèle global d'ondes comme projet spécial. Le modèle d'ondes était un modèle de la troisième génération qui prédisait le spectre d'ondes entier sans séparation particulière entre des houles de vent et la houle au champ d'ondes.

Etudes sur ERS-1 et le diffusiomètre de vent SEASAT-A

Un nombre d'études basé sur des assimilations de données de SEASAT-A Scatterometer system (SASS) ont été effectuées dans le cadre d'une étude (financée par l'Agence spatiale européenne) sur la faisabilité d'utiliser des informations sur le vent et l'océan provenant du satellite ERS-1 dans un système opérationnel. Des événements intéressants se produisant pendant la période de l'étude étaient la tempête bien connue QE-II et la tempête profonde Ark Royal en mer norvégienne.

The wind speed and directional properties of the SASS data, based on comparisons with collocated ships and on comparisons with the first-guess field produced by assimilations with and without the data, were studied (Fig. 17). The comparisons documented a number of serious errors in the data, some of which had been known or expected for a long time, and others of which were quite new.

A wind scatterometer provides wind speed and generally two, but sometimes four, possible wind directions in a swath 500 km wide to the side of the satellite track. As such, scatterometer wind observations are ambiguous, the wind having up to four aliases. Thus, the study also considered the problem of ambiguity removal.

Die Windgeschwindigkeits- und -richtungseigenschaften der SASS-Daten, gestützt auf Vergleiche mit ortsgleichen Schiffen und mit dem Feld erster Näherung aus Assimilationen mit und ohne diese Daten, wurden untersucht (Abb. 17). Die Vergleiche dokumentierten eine Reihe ernster Fehler in den Daten, von denen einige bekannt oder seit langer Zeit erwartet waren, einige ganz neu.

Ein Windscatterometer liefert Windgeschwindigkeit und im allgemeinen zwei, aber manchmal vier, mögliche Windrichtungen in einem 500 km breiten Band auf beiden Seiten der Satellitenbahn. Windbeobachtungen von Scatterometern sind per se mehrdeutig, weil der Wind bis zu 4 "alias" hat. Demzufolge widmete sich die Studie auch dem Problem der Eindeutigmachung der Winde.

La vitesse du vent et la direction des données SASS basée sur des comparaisons avec des navires en collocation et avec le champ de première ébauche produit par des assimilations avec et sans ces données ont été étudiées (Fig. 17). Les comparaisons ont fourni un nombre d'erreurs sérieuses dans les données, dont quelques-unes avaient été connues ou soupçonnées pendant longtemps et dont certaines autres étaient tout à fait nouvelles.

Un diffusiomètre de vent fournit la vitesse du vent et en général deux, mais quelques fois quatre directions possibles du vent dans une bande large de 500 kms des deux côtés du tracé du satellite. Des observations de vent de diffusiomètre sont ambiguës en elles-mêmes, le vent ayant jusqu'à quatre "alias". Par conséquence l'étude se penchait également sur le problème de la levée d'ambiguïté.

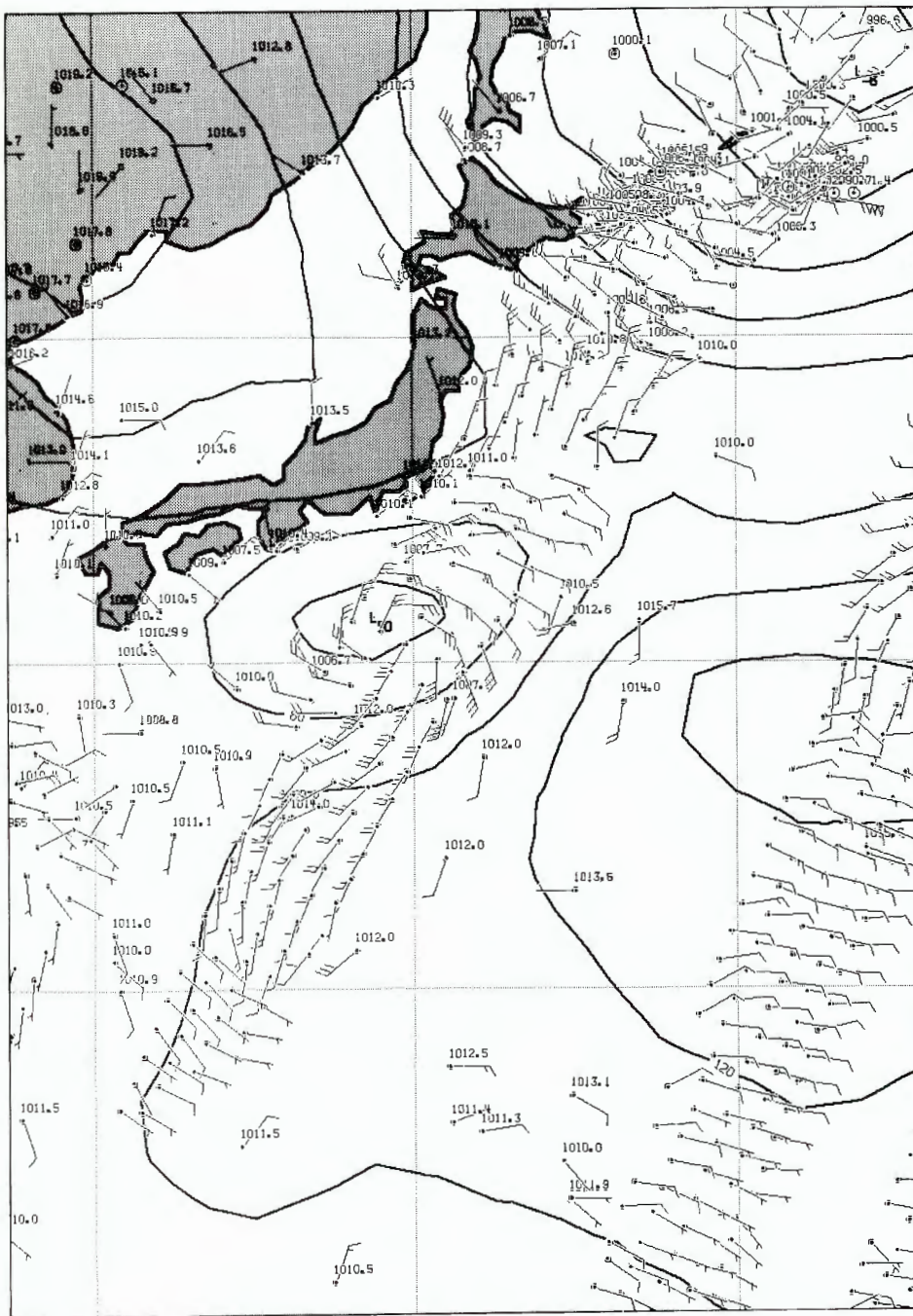


Fig. 17 ECMWF analysis near Japan, with scatterometer data from the SEASAT satellite also plotted. Note that the availability of the scatterometer data would have allowed a better positioning of the low south of Japan. However abrupt direction changes in the scatterometer data further south indicate problems with the procedure applied to remove ambiguities in the data.

Abb. 17 EZMW-Analyse in der Nähe Japans, die Scatterometerdaten des SEASAT-Satelliten sind auch eingetragen. Man beachte, daß die Verfügbarkeit der Scatterometerdaten eine bessere Ortung des Tiefs südlich von Japan ermöglicht hätten. Allerdings bilden die abrupten Richtungsänderungen in den Scatterometerdaten weiter südlich Hinweise auf Probleme mit dem für die Entfernung der Mehrdeutigkeit der Daten angewandten Verfahren.

Fig. 17 Analyse CEPMMT près du Japon, des données de diffusiomètre du satellite SEASAT sont également tracées. Notez que la disponibilité des données de diffusiomètre aurait permis un meilleur positionnement de la dépression au sud du Japon. Cependant des changements soudains de direction des données de diffusiomètre plus au Sud indiquent des problèmes pour la procédure appliquée pour lever l'ambiguïté dans ces données.

The results demonstrated that a modern data assimilation system can enable effective near-real-time quality assurance of ERS-1 data (which are expected to become available in late 1989).

Die Ergebnisse bewiesen, daß ein modernes Datenassimilationssystem effiziente Qualitätssicherung von ERS-1-Daten (von denen erwartet wird, daß sie gegen Ende 1989 verfügbar werden) in quasi-Echtzeit ermöglichen kann.

Les résultats ont montré qu'un système d'assimilation de données moderne peut permettre une garantie de qualité efficace en temps quasi-réel des données ERS-1 (qui deviendront très probablement disponibles vers la fin 1989).

Co-operative research projects

The Centre is involved in a number of co-operative projects with many institutes around the world. Co-operative projects involving the Centre and institutes in the Member States include:

Subject	Institute
Convection parametrization and the diagnosis of diabatic processes	Direction Météorologie nationale (DMN)
Validation of radiation codes and cloud parametrization	University of Lille
Validation of surface parametrization schemes using data from HAPEX-MOBILHY	DMN
O.I. analysis	HIRLAM, Deutscher Wetterdienst (DWD)
Temperature and humidity retrieval	Laboratoire Météorologie dynamique (LMD), DMN, HIRLAM
Variational data assimilation and the development of adjoint models	LMD
Comparison of operational forecasts and analyses	United Kingdom Meteorological Office (UKMO), DMN
Comparison of surface fluxes in models	UKMO
Development of limited area models	HIRLAM
Extended range forecasting	Many Member States

Gemeinsame Forschungsprojekte

Das Zentrum ist an einer ganzen Anzahl von Zusammenarbeitsprojekten mit zahlreichen Instituten auf der ganzen Welt beteiligt. Gemeinsame Projekte, an denen das Zentrum und Einrichtungen in den Mitgliedstaaten teilnehmen, umfassen:

Thema	Institut
Parametrisierung der Konvektion und Diagnose von diabatischen Prozessen	DMN
Richtigkeitsprüfung von Strahlungswerten und Wolkenparametrisierung	Universität Lille
Richtigkeitsprüfung von Modellen für die Parametrisierung von Bodenwerten unter Verwendung von HAPEX-MOBILHY-Daten	DMN
Analyse mit optimaler Interpolation	HIRLAM, DWD
Ableitung von Temperatur- und Feuchtedaten	LMD, DMN, HIRLAM
Datenassimilation mit Variationsmethode und Entwicklung von adjungierten Modellen	LMD
Vergleiche von Routinevorhersagen und Analysen	UKMO, DMO
Vergleiche von Bodenflüssen in Modellen	UKMO
Entwicklung von Ausschnittsmodellen	HIRLAM
Vorhersagen für längere Zeiträume	Zahlreiche Mitgliedstaaten

Projets de recherche en coopération

Le Centre participe à plusieurs projets de coopération avec de nombreuses institutions dans le monde entier. Les projets de coopération intéressant le Centre et des institutions dans les Etats membres comprennent:

Projet	Institution
Paramétrisation de la convection et diagnostic des processus diabatiques	DMN
Validation des codes de rayonnement et paramétrisation des nuages	Université de Lille
Validation des schémas de paramétrisation de surface à l'aide des données venant de HAPEX-MOBILHY	DMN
Analyse à interpolation optimale	HIRLAM, DWD
Extraction des données de température et d'humidité	LMD, DMN, HIRLAM
Assimilation de données variationnelle et développement de modèles adjoints	LMD
Comparaison des analyses et des prévisions de routine	UKMO, DMO
Comparaison des flux de surface dans les modèles	UKMO
Développement de modèles à domaine limité	HIRLAM
Prévisions à long terme	De nombreux Etats membres

THE ECMWF COMPUTER SYSTEM

Overall system and performance

The configuration of the Centre's computer system at the end of 1988 is shown on page vi (introductory page). The average availability and mean time between failure of the Centre's CRAY and the CYBER systems from 1980-1988 is shown in Table 1.

Year Jahr Année	CRAY		CYBER	
	Average %	Mean time between faults (hours)	Average %	Mean time between faults (hours)
	Durchschnitt %	Mittl. Dauer zw. Ausfällen (Std.)	Durchschnitt %	Mittl. Dauer zw. Ausfällen (Std.)
	Moyenne %	Temps moyen entre erreurs (heures)	Moyenne %	Temps moyen entre erreurs (heures)
1980	98.5	45	97.6	78
1981	98.9	71	99.4	96
1982	98.9	79	98.7	101
1983	98.6	91	99.0	138
1984	98.0	69	99.1	100
1985	99.1	80	99.4	144
1986	99.0	102	99.1	152
1987	99.5	146	99.5	202
1988	99.7	197	99.2	172

Table 1: Performance of various CRAY and CYBER systems from 1980 onwards

At the end of 1988, the Centre had started a project leading to replacement of the CRAY X-MP/48 as its main computer.

New telecommunications system

Meteorological products are disseminated from the Centre via a cluster of four VAX 11-750 computers. The telecommunications network is shown in Figure 18. All Member States were connected by medium-speed lines from July 1988 and various Member States have upgraded within the medium-speed range, to 9.6 Kbps or (in the case of France) to 14.4 Kbps. An interactive service was made available to all Member States from early 1988; a menu-based system was created to allow use of the interactive system without the necessity for prior knowledge of the VAX operating system by the user in the Member State.

DAS RECHNERSYSTEM DES EZMW

Gesamtanlage und Leistung

Die Gestalt des Rechnersystems des Zentrums Ende 1988 ist auf S. VI dargestellt. Die mittlere Verfügbarkeit und die mittlere Dauer zwischen Ausfällen der CRAY- und Cyber-Systeme des Zentrums von 1980 bis 1988 sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Leistung verschiedener CRAY- und CYBER-Systeme ab 1980

Ende 1988 nahm das Zentrum ein Projekt in Angriff, das zur Ersetzung der CRAY X-MP/48 als seines Hauptrechners führen wird.

Das neue Fernmeldesystem

Die meteorologischen Produkte werden vom Zentrum über eine Gruppe von 4 Rechnern VAX 11/750 verteilt. Das Fernmeldenetz ist in Abb. 18 dargestellt. Alle Mitgliedstaaten waren ab Juli 1988 über Leitungen mittlerer Geschwindigkeit angeschlossen, verschiedene Mitgliedstaaten sind innerhalb der mittleren Geschwindigkeit höher gegangen, auf 9,6 Kbps oder (wie Frankreich) 14,4 Kbps. Ein Dialogdienst stand allen Mitgliedstaaten ab Frühjahr 1988 zur Verfügung; es wurde ein menugestütztes System geschaffen, um dem Benutzer in einem Mitgliedstaat die Benutzung des Dialogsystems auch ohne vorherige Kenntnis des Betriebssystems der VAX-Rechner zu ermöglichen.

LE SYSTEME INFORMATIQUE DU CENTRE

Le système d'ensemble et sa performance

La configuration du système informatique du Centre à la fin 1988 est illustrée à la page vi. La disponibilité moyenne et le temps moyen de bon fonctionnement des systèmes CRAY et CYBER entre 1980 et 1988 ressortent du tableau 1.

Tableau 1: Performance des différents systèmes CRAY et CYBER depuis 1980

A la fin de 1988 le Centre avait commencé un projet devant conduire au remplacement du CRAY X-MP/48, son ordinateur principal

Nouveau système de télécommunications

Les produits météorologiques sont distribués via un groupe de quatre ordinateurs VAX 11-750. Le réseau de télécommunications est représenté à la figure 18. Tous les Etats membres étaient reliés par lignes de moyenne vitesse à partir de juillet 1988 et plusieurs Etats membres sont passés à un niveau supérieur à l'intérieur de la moyenne vitesse, à 9,6 Kbps ou même 14,4 Kbps (la France). Un service interactif était mis à la disposition de tous les Etats membres tôt en 1988. Un système à base de menu a été créé pour permettre l'utilisation du système interactif sans que l'utilisateur d'un Etat membre ait besoin de connaître d'abord le système d'exploitation des VAX.

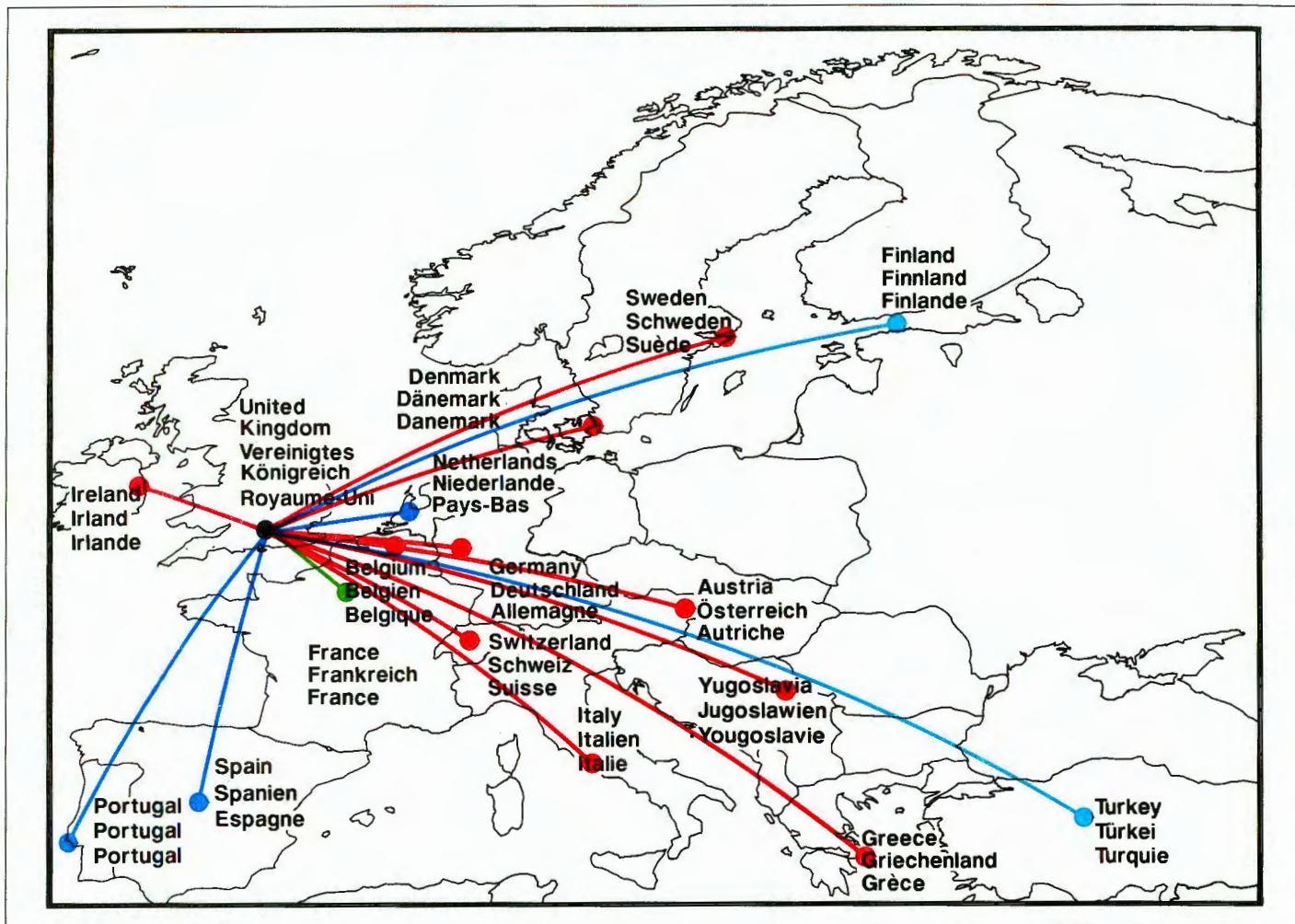


Fig. 18 The ECMWF Telecommunications network
blue: 4.8 kbps, red: 9.6 kbps, green: 14.4 kbps

Abb. 18 Das Fernmeldenetz des EZMW
blau: 4,8 kbps, rot: 9,6 kbps, grün: 14,4 kbps.

Fig. 18 Le réseau de télécommunications du CEPMMT
bleu: 4,8 kpbs, rouge: 9,6 kpbs, vert: 14,4 kpbs

National Telecommunications System

Several Member States co-operated in implementing a National Telecommunications System (NTS), based on VAX computers, allowing costs for software development to be shared. An implementation of the NTS was also planned for Norway from the beginning of 1989 (when it would become a Member State).

Nationales Fernmeldesystem

Mehrere Mitgliedstaaten arbeiteten für die Einführung eines nationalen Fernmeldesystems (NTS), gestützt auf VAX-Rechner zusammen, so daß die Kosten für die Softwareentwicklung geteilt werden konnten. Die Einführung des NTS für Norwegen war für Anfang 1989 (wenn es Mitglied werden würde) geplant.

Le système national de télécommunications

Plusieurs Etats membres ont coopéré pour la mise en oeuvre d'un système de télécommunications national (NTS) basé sur ordinateurs VAX, ce qui a permis de répartir les coûts du développement des logiciels. Il était prévu de mettre en oeuvre le NTS aussi pour la Norvège à partir de 1989 (quand la Norvège devait adhérer au Centre).

MAGICS

The Meteorological Applications Graphics Integrated Colour System (MAGICS) developed at the Centre is a software system that performs most of the general meteorological graphics applications at the Centre. MAGICS allows for plotting of contours, wind fields, observations, streamlines, isotachs, text and axes. Twelve Member States financed a project to base MAGICS on an international graphics standard (GKS), and in March 1988, the MAGICS/GKS software was made available to the participating Member States. An example of model-predicted cloud cover plotted using MAGICS is shown in Figure 19.

MAGICS

Das am Zentrum entwickelte integrierte meteorologische Farbgraphikanwendungssystem (MAGICS) ist ein Softwaresystem, das den größten Teil der allgemeinen meteorologischen Graphikanwendungen am Zentrum abwickelt. MAGICS erlaubt das Zeichnen von Konturen, Windfeldern, Beobachtungen, Stromlinien, Isotachen, Text und Achsen. 12 Mitgliedstaaten finanzierten ein Projekt, um MAGICS auf die Grundlage eines internationalen Graphikstandards (GKS) zu stellen, und im März 1988 wurde den beteiligten Mitgliedstaaten die MAGICS/GKS-Software zur Verfügung gestellt. Ein Beispiel von mit

MAGICS

Le système intégré d'applications météorologiques graphiques en couleurs du Centre (MAGICS), développé au Centre, est un système de logiciels qui exécute une grande partie des applications météorologiques graphiques générales du Centre. MAGICS permet de tracer des contours, des champs de vent, des observations, des streamlines, des isotachs, du texte et des axes. Douze Etats membres ont financé un projet en vue d'asseoir MAGICS sur une norme graphique internationale (GKS), et en mars 1988 le logiciel MAGICS/GKS a été rendu disponible aux Etats membres participants. Un exemple

MAGICS etwa gezeichneter Modellvorhersage der Bewölkung ist in Abb. 19 zu sehen.

d'une couverture nuageuse prévue par le modèle et tracé par MAGICCS se trouve à la figure 19.

During 1988, the Centre co-operated with INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais) Brazil, to produce a version of MAGICCS, known as micro-MAGICS, for implementation on personal computers. A prototype of the micro-MAGICS software was demonstrated at a graphics workshop held at the Centre in December 1988.

Im Jahre 1988 arbeitete das Zentrum mit INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), Brasilien, zusammen, um eine als MicroMAGICS bezeichnete Version von MAGICCS zur Verwendung auf einem PC zu erzeugen. Ein Prototyp der MicroMAGICS-Software wurde an einem Graphikworkshop am Zentrum im Dezember 1988 vorgestellt.

Pendant 1988 le Centre a coopéré avec INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), Brésil, pour produire une version de MAGICCS, appelée micro-MAGICS, à mettre en oeuvre sur micro-ordinateur. Un prototype de micro-MAGICS a été mis en démonstration au cours des journées de travail sur le graphisme organisé au Centre en décembre 1988.

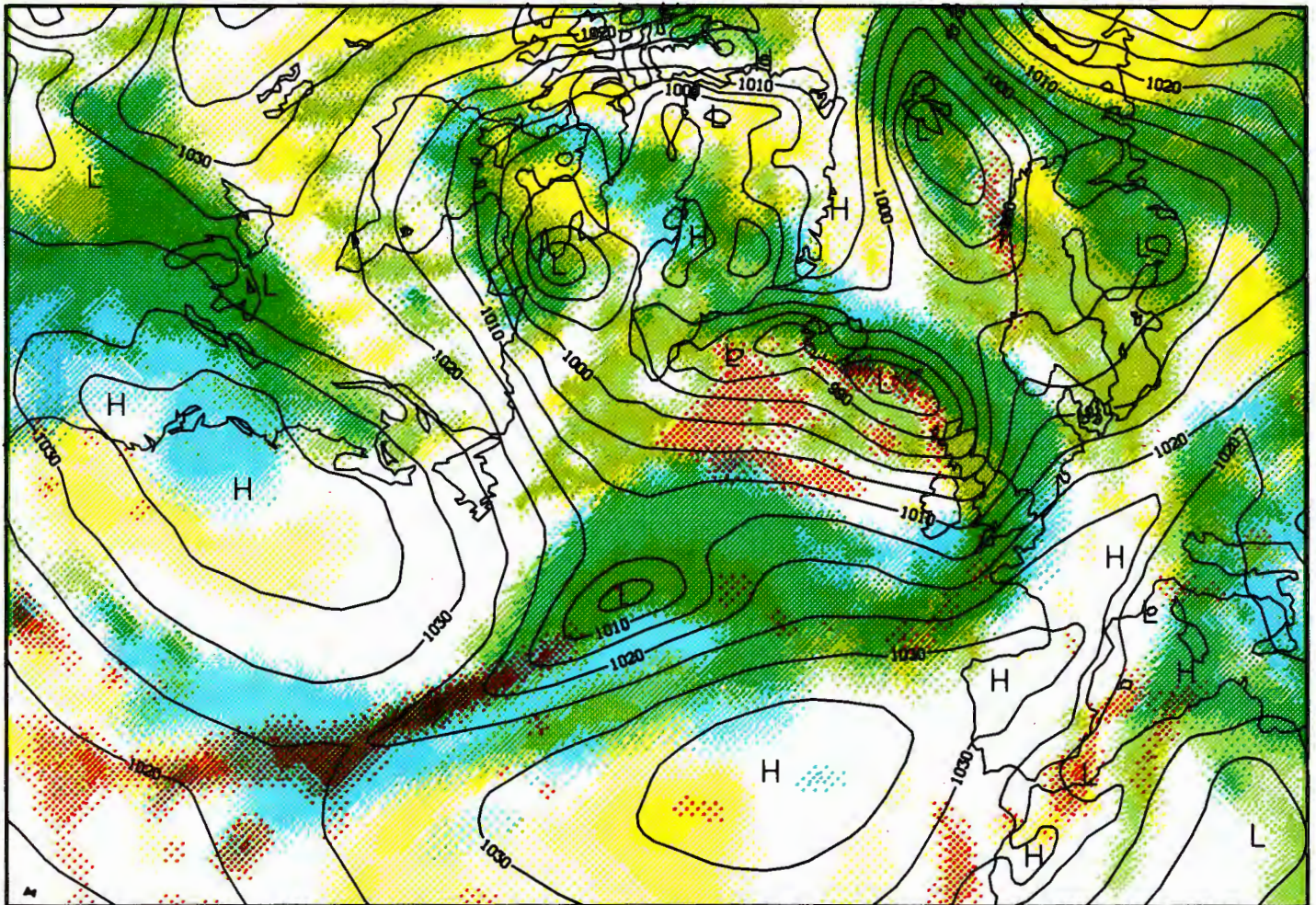


Fig. 19 ECMWF model prediction of cloud, showing convective (red), low (stratus and fog, yellow), medium (green) and high (blue) clouds plotted separately.

Abb. 19 Wolkenvorhersage des EZMW-Modells mit separat gezeichneten konvektiven (rot), niedrigen (Stratus und Nebel, gelb), mittleren (grün) und hohen (blau) Wolken.

Fig. 19 Prédiction de nuages du modèle CEPMMT, avec traçage séparé de nuages de convection (rouge), bas (stratus et brouillard, jaune), moyens (vert) et hauts (bleu).

Data Handling

For handling the very large volume of data in the Centre's data archives (which is augmented daily by observations, analyses, forecasts and experiments) an IBM 3090-150E computer was installed in June 1987.

The high-speed dedicated channel connecting the CRAY X-MP/48 to the data handling computer (SUPERLINK) was accepted in July 1988, and expansion of its use progressed rapidly shortly afterwards.

Datenverwaltung

Für die Handhabung der sehr großen Datenmenge in den Archiven des Zentrums (in denen täglich neu Beobachtungen, Analysen, Vorhersagen und Experimente hinzukommen) wurde im Juni 1987 ein Rechner IBM 3090-150E installiert.

Der reservierte Hochgeschwindigkeitskanal zwischen der CRAY X-MP/48 und dem Datenverwaltungsrechner (SUPERLINK) wurde im Juli 1988 abgenommen; kurz danach nahm seine Inanspruchnahme schnell zu.

Gestion des données

Pour gérer le volume extrêmement grand de données dans les archives du Centre (qui grandissent journellement par l'addition d'observations, d'analyses, de prévisions et d'expériences) un ordinateur IBM 3090-150E a été installé en juin 1987.

Le canal à grande vitesse réservé liant le CRAY X-MP/48 à l'ordinateur de gestion de données (SUPERLINK) a été réceptionné en juillet 1988 et son utilisation a commencé à progresser rapidement peu après.

By the end of 1988, approximately 11 gigabytes of data were transferred daily between the CRAY and the data management system.

EDUCATION, TRAINING AND MEETINGS

Training courses

The Centre holds meteorological training courses over an 8-week period in spring each year. These courses are at an advanced level, and include courses in numerical weather prediction (data assimilation, numerical methods, parameterization of diabatic processes, general circulation, orography etc.) as well as training in use and interpretation of ECMWF products.

In 1987, 54 students attended the training course; in 1988, a total of 71 students attended. While all requests from Member States for places in the training courses were met in 1987, it became necessary to have a reserve list of applicants for part of the training course in 1988.

The Centre also held training courses for computer users from the Member States.

Seminars

A seminar on "Nature and prediction of extra-tropical weather systems" was held from 7-11 September 1987. The seminar provided an up-to-date review of cyclone development and blocking from the observational, theoretical and modelling viewpoints. The seminar attracted 77 participants.

A seminar on "Data assimilation and the use of satellite data" was held at the Centre from 5-9 September 1988. The seminar attracted the largest number of participants for any of the Centre annual seminars (88 participants).

Workshops

The Centre organises workshops from time to time covering a variety of aspects of its operational and research activities. The results from these workshops have had a substantial effect on the activities at the Centre.

"Techniques for horizontal discretization in NWP models" 2-4 November 1987.

"Diabatic forcing" 30 November - 2 December 1987.

Ende 1988 wurden zwischen der CRAY und dem Datenverwaltungssystem täglich etwa 11 Gigabytes Daten übermittelt.

AUS- UND WEITERBILDUNG UND TAGUNGEN

Ausbildungskurse

Im Frühjahr jeden Jahres hält das Zentrum während 8 Wochen meteorologische Ausbildungskurse ab. Diese Kurse stehen auf fortgeschrittenem Niveau und umfassen Kurse in numerischer Wettervorhersage (Datenassimilation, numerische Methoden, Parametrisierung diabatischer Prozesse, allgemeine Zirkulation, Orographie usw.) sowie Ausbildung in Verwendung und Auslegung von EZMW-Produkten.

1987 besuchten 54 Teilnehmer den Ausbildungskurs; 1988 waren es insgesamt 71. 1987 konnten alle Anfragen aus Mitgliedstaaten für Plätze im Ausbildungskurs berücksichtigt werden, 1988 wurde es notwendig, für einen Teil des Ausbildungskurses eine Warteliste an Bewerbern aufzustellen.

Das Zentrum veranstaltete ebenfalls Ausbildungskurse für Rechnerbenutzer aus den Mitgliedstaaten.

Seminare

Vom 7. bis 11. September 1987 fand ein Seminar über "Wesen und Vorhersage außertropischer Wettersysteme" statt. Das Seminar vermittelte einen aktuellen Überblick über die Entwicklung von Zyklonen und von Blockierungen vom Standpunkt der Beobachtung, der Theorie und der Modellarbeit aus. Es nahmen 77 Personen daran teil.

Ein Seminar über "Datenassimilation und die Verwendung von Satellitendaten" fand am Zentrum vom 5. bis 9. September 1988 statt. Mit 88 Teilnehmern erreichte es die bisher größte Teilnehmerzahl für irgendeines der jährlichen Seminare des Zentrums.

Workshops

Das Zentrum organisiert von Zeit zu Zeit Workshops über eine Reihe von Aspekten seiner Routine- und Forschungstätigkeiten. Die Ergebnisse dieser Workshops hatten wesentliche Auswirkungen auf die Tätigkeiten am Zentrum.

"Techniken für horizontale Diskretisierung in numerischen Wettervorhersagemodellen", 2. bis 4. November 1987

A la fin de 1988 environ 11 gigaoctets de données ont été transférés chaque jour entre le CRAY et le système de gestion de données.

ENSEIGNEMENT, FORMATION ET REUNIONS

Cours de formation

Le Centre organise des cours de formation météorologique pendant une période de 8 semaines au printemps de chaque année. Ces cours se situent à un niveau avancé et comprennent des cours en prévision météorologique numérique (assimilation des données, méthodes numériques, paramétrisation de processus diabatiques, circulation générale, orographie, etc.) ainsi qu'une formation en utilisation et interprétation des produits du CEPMMT.

En 1987 54 participants ont suivi le cours de formation; en 1988 les participants étaient au nombre de 71 au total. Tandis qu'en 1987 toutes les demandes émanant d'Etats membres pour une place dans le cours étaient satisfaites, il devenait nécessaire en 1988 d'ouvrir une liste d'attente pour les candidats à une partie du cours de formation.

Le Centre a organisé aussi des cours de formation pour des utilisateurs d'ordinateur des Etats membres.

Séminaires

Un séminaire sur la "Nature et la prévision de systèmes météorologiques extra-tropicaux" a été organisé du 7 au 11 septembre 1987. Le séminaire a donné une présentation actualisée du développement et du blocage de cyclones des points de vue de l'observation, de la théorie et de la modélisation. Les participants étaient au nombre de 77.

Un séminaire sur "L'assimilation des données et l'utilisation des données satellitaires" a eu lieu au Centre du 5 au 9 septembre 1988. Le séminaire a attiré le plus grand nombre de participants (88) de tous les séminaires annuels du Centre.

Journées de travail

Le Centre organise de temps en temps des journées de travail couvrant une série d'aspects de ses activités de routine et de recherche. Les résultats de ces journées de travail ont eu des répercussions importantes sur les activités du Centre.

"Les techniques de la discrétisation horizontale dans les modèles de prévision météorologique numérique", 2 au 4 novembre 1987.

"Le forcing diabatique", 30 novembre au 2 décembre 1987.

"Meteorological operational systems" 7-11 December 1987.

(Jointly with WMO) "Radiosonde quality and monitoring" 14-16 December 1987.

"Predictability in the medium and extended range" 16-18 May 1988.

"Parametrization of fluxes over land and sea surfaces" 24-26 October 1988.

"Graphics and meteorology" 13 November - 2 December 1988.

"Use of parallel processors in meteorology" from 5 - 9 December 1988.

Other meetings

Other meetings held at the Centre include:

"Expert meeting on data representation" 2-3 March 1987

"Planning meeting on data for global models" 4-6 March 1987

"Expert meeting on binary representation" 8-11 December 1987

ADMINISTRATION

Personnel

The number of authorised posts at the Centre was 142 in 1987, and 141 in 1988. Of these, 134 were filled in 1987, and 132 on the same day in 1988. The posts have been divided between the Departments as follows:

	1987	1988
Administration Department (including Directorate and Financial Comptroller)	29	28
Operations Department	75	75
Research Department	38	38

In both 1987 and 1988, staff from all seventeen Member States were employed at the Centre. The distribution of staff in post at the end of each year, by nationality, is shown in Table 2.

There continues to be a steady turnover of staff leaving and joining the Centre; during 1987 13 vacancies were advertised, and 11 of these were filled in the course of the year. In 1988, ten vacancies were announced, eight of which had been filled during the year.

Each year a number of consultants and visiting scientists worked at the Centre. They are listed in detail elsewhere in this Report.

"Diabatischer Antrieb", 30. November bis 2. Dezember 1987

"Operationelle meteorologische Systeme", 7. bis 11. Dezember 1987

(Gemeinsam mit der WMO) "Qualität und Überprüfung von Radiosonden", 14. bis 16. Dezember 1987.

"Vorhersagbarkeit im mittel- und längerfristigen Bereich", 16. bis 18. Mai 1988

"Parametrisierung von Strömungen über Land und Meer", 24. bis 26. Oktober 1988
"Graphik und Meteorologie", 13. November bis 2. Dezember 1988

"Verwendung von Parallelprozessoren in der Meteorologie", 5. bis 9. Dezember 1988.

Andere Tagungen

Andere am Zentrum stattfindende Tagungen umfassen:

"Sachverständigentagung über Datendarstellung", 2. bis 3. März 1987

"Planungstagung über Daten für Globalmodelle", 4. bis 6. März 1987

"Sachverständigentagung über binäre Darstellung", 8. bis 11. Dezember 1987

VERWALTUNG

Personal

Die Zahl der Planstellen am Zentrum betrug 1987 142 und 1988 141. Davon waren 1987 134 und am gleichen Tag 1988 132 besetzt. Die Stellen verteilen sich wie folgt auf die Abteilungen:

	1987	1988
Verwaltungsabteilung (einschl. Direktion und Finanzkontrolle)	29	28
Betriebsabteilung	75	75
Forschungsabteilung	38	38

Sowohl 1987 als auch 1988 war Personal aus allen 17 Mitgliedstaaten am Zentrum beschäftigt. Die Verteilung diensttuenden Personals am Ende jeden Jahres nach Staatsangehörigkeit geht aus Tabelle 2 hervor.

Es besteht am Zentrum weiterhin eine stetige Personalrotation; 1987 wurden 13 freie Stellen ausgeschrieben, von denen 11 im Laufe des Jahres besetzt wurden. 1988 gab es 10 Stellenausschreibungen, 8 Stellen wurden im Verlaufe des Jahres besetzt.

Jedes Jahr arbeitete eine Anzahl Berater und Gastwissenschaftler am Zentrum. Eine vollständige Liste findet sich an anderer Stelle in diesem Bericht.

"Les systèmes météorologiques opérationnels", 7 au 11 décembre 1987.

(De concert avec l'OMM) "La qualité et la surveillance des radiosondes", 14 au 16 décembre 1987.

"La prédictibilité à moyenne et longue échéance", 16 au 18 mai 1988.

"La paramétrisation des flux au-dessus des surfaces terrestres et maritimes", 24 au 26 octobre 1988.

"Graphisme et météorologie", 13 novembre au 2 décembre 1988.

"L'utilisation de processeurs parallèles en météorologie", 5 au 9 décembre 1988.

Autres réunions

D'autres réunions organisées au Centre étaient, entre autres:

"Réunions d'experts sur la représentation des données", 2 au 3 mars 1987.

"Réunion de planification sur les données pour les modèles globaux", 4 au 6 mars 1987.

"Réunion d'experts sur la représentation binaire", 8 au 11 décembre 1987.

ADMINISTRATION

Personnel

Le nombre de postes autorisés au Centre était de 142 en 1987 et de 141 en 1988. De ces postes, 134 étaient pourvus en 1987 et 132 le même jour en 1988. Les postes étaient répartis comme suit entre les départements:

	1987	1988
Département de l'Administration (y compris Direction et Contrôle financier)	29	28
Département des Opérations	75	75
Département de la Recherche	38	38

En 1987 comme en 1988, tous les 17 Etats membres étaient représentés dans les effectifs du Centre. La répartition du personnel en poste à la fin de chaque année par nationalité ressort du tableau 2.

La rotation de personnel reste stable; en 1987 13 vacances ont été annoncées, dont 11 étaient pourvues au cours de l'année. En 1988 10 vacances ont été annoncées, dont 8 étaient pourvues pendant l'année.

Chaque année un certain nombre de consultants et de scientifiques visiteurs a travaillé au Centre. Une liste détaillée se trouve ailleurs dans le présent rapport.

State Mitgliedstaat Etat	Category Laufbahngruppe Catégorie				
	h g Überklasse hors grade 1987 1988	A/L 1987 1988	B 1987 1988	C 1987 1988	TOTAL INSGESAMT TOTAL 1987 1988
Belgium Belgien Belgique		1 1	1 1		1 2
Denmark Dänemark Danemark		3 3	2 2		5 5
Germany, Fed. Rep. of Bundesrepublik Deutschland Rép. féd. d'Allemagne		13 12	7 5		20 17
Spain Spanien Espagne		2	1 1		1 3
France Frankreich France		8 7	3 3		11 10
Greece Griechenland Grèce		2 2			2 2
Ireland Irland Irlande		5 5	1 1		6 6
Italy Italien Italie		4 4	1 1	1 1	6 6
Yugoslavia Jugoslawien Yougoslavie		4 4			4 4

Table 2: ECMWF staff by grade and nationality, 31 December 1987 and 1988

Finance

The Centre's budget for 1987 was adopted by the Council at its 24th session held on 3-4 December 1986, and the budget for 1988 was adopted at the Council's 27th session held on 25-26 November 1987. The approved total revenue and expenditure for 1987 was £11,560,900, and for 1988, £12,180,400.

The budgetary expenditure in both years was mainly met by the financial contributions of the Member States, to which are added the proceeds of staff taxation, staff contributions to the Pension Scheme, bank interest, and other miscellaneous revenue. Fig. 20 shows the total actual expenditure in each of the years 1979-1988 on staff, computer costs, and other expenditure.

Member States contributions towards the 1987 Budget totalled £9,700,600, and for 1988 £10,374,900. Fig. 21 shows the percentage distribution of Member States' financial contributions for the period 1985-1987, and for 1988.

Fig. 22 gives a breakdown by category of revenue for 1987 and 1988.

Financial control

Continued close co-operation between the Financial Comptroller and the staff of the Administration Department led, in 1987, to the introduction of an automated procedure for payment of arrears of salary.

Table 2: EZMW-Personal nach Laufbahngruppen und Staatsangehörigkeit, 31. Dezember 1987 und 1988

Finanzen

Der Haushaltsplan 1987 des Zentrums wurde vom Rat an seiner 24. Tagung vom 3. und 4. Dezember 1986 genehmigt und der Haushaltsplan 1988 an der 27. Ratstagung vom 25. und 26. November 1987. Die genehmigten Gesamteinnahmen und -ausgaben für 1987 betragen £11.560.900, für 1988 £12.180.400.

Die Haushaltsausgaben beider Jahre wurden hauptsächlich durch die Finanzbeiträge der Mitgliedstaaten bestritten, dazu kommen Erträge aus Steuern, Personalbeiträge zur Ruhegehaltsregelung, Bankzinsen und andere verschiedene Einnahmen. Die Abb. 20 zeigt die tatsächlichen Gesamtausgaben für Personal, Rechnerkosten und andere Ausgaben von 1979-1988.

Mitgliedsbeiträge zum Haushaltsplan 1987 beliefen sich auf insgesamt £9.700.600 und auf £10.374.900 für 1988. Abb. 21 zeigt die prozentuale Verteilung der Finanzbeiträge der Mitgliedstaaten von 1985 bis 1987 und für 1988.

Die Abb. 22 gibt einen Überblick über die Einnahmen nach Kategorien für 1987 bzw. 1988.

Finanzkontrolle

Die ständige enge Zusammenarbeit zwischen dem Finanzkontrolleur und dem Personal der Verwaltungsabteilung führte 1987 zur Einführung eines automatisierten Verfahrens für die Zahlung von Gehaltsrückständen.

State Mitgliedstaat Etat	Category Laufbahngruppe Catégorie				
	h g Überklasse hors grade 1987 1988	A/L 1987 1988	B 1987 1988	C 1987 1988	TOTAL INSGESAMT TOTAL 1987 1988
Netherlands Niederlande Pays-Bas		2 2	4 5		6 7
Austria Österreich Autriche		1 1			1 1
Portugal Portugal Portugal		1 1	3 3		4 4
Switzerland Schweiz Suisse		1 2			1 2
Finland Finnland Finlande		3 3	1		4 3
Sweden Schweden Suède	1 1	4 3			5 4
Turkey Türkei Turquie		1 1			1 1
United Kingdom Vereinigtes Königreich Royaume-Uni		23 25	28 25	5 5	56 55
TOTAL INSGESAMT TOTAL	1 1	75 78	52 47	6 6	134 132

Tableau 2: Les agents du CEPMMT par catégorie et par nationalité au 31 décembre 1987 et 1988

Finances

Le Budget 1987 du Centre a été adopté par le Conseil à sa vingt-quatrième session tenue les 3 et 4 décembre 1986 et le Budget 1988, à la vingt-septième session du Conseil du 25 et 26 novembre 1987. Le total des recettes et dépenses approuvé en 1987 était de 11 560 900 livres, en 1988, de 12 180 400 livres.

Les dépenses budgétaires des deux exercices étaient financées principalement par les contributions des Etats membres, auxquelles s'ajoutent le produit des impôts, les contributions du personnel au Régime de pension, des intérêts bancaires et d'autres recettes diverses. La figure 20 donne les dépenses totales effectives dans chacun des exercices de 1979 à 1988 en termes de personnel, frais d'ordinateur, et autres dépenses.

Les contributions des Etats membres au budget 1987 s'élevaient à 9 700 600 livres et pour 1988, à 10 374 900 livres. La figure 21 indique la répartition en pour cent des contributions financières des Etats membres de 1985 à 1987 et pour 1988.

La figure 22 donne une ventilation par catégorie des recettes en 1987 et 1988.

Contrôle financier

L'étroite et continue coopération entre le Contrôleur financier et le personnel du Département de l'Administration a conduit en 1987 à l'introduction d'une méthode automatique de paiement des arriérés de salaires.

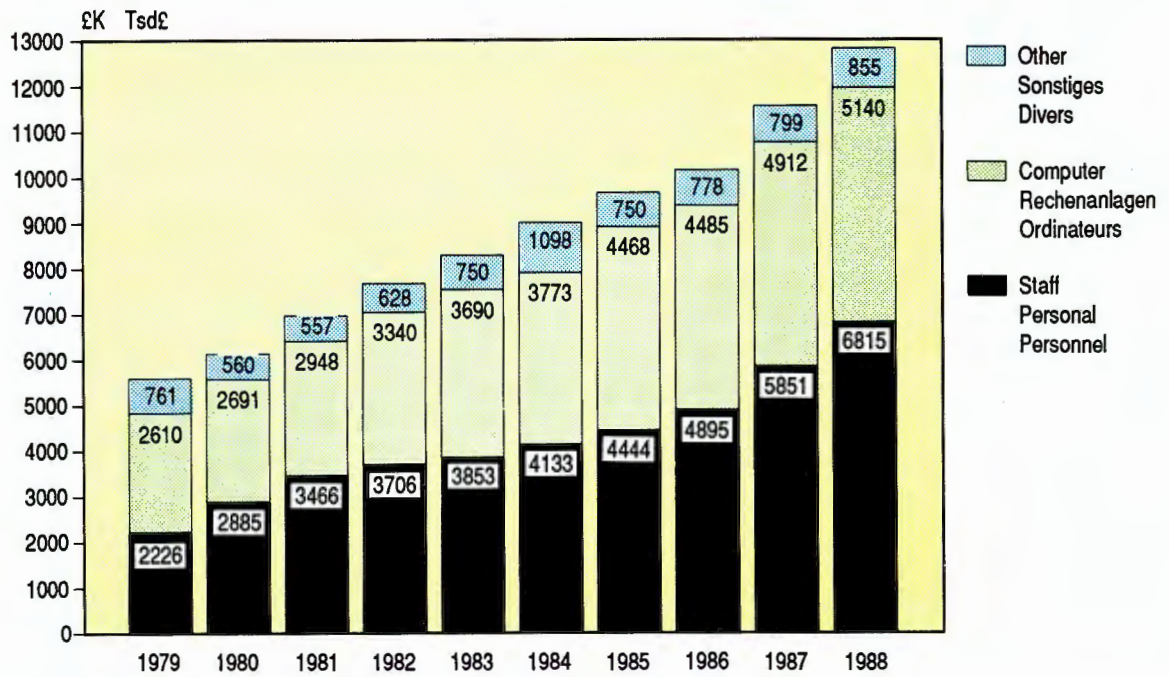


Fig. 20 Expenditure on staff, computer operations and other items in the years 1979-1988.

Abb. 20 Ausgaben für Personal, Rechenanlagen und Sonstiges in den Jahren 1979 bis 1988.

Fig. 20 Dépenses relatives au personnel, aux opérations informatiques et autres au cours des années 1979 à 1988.

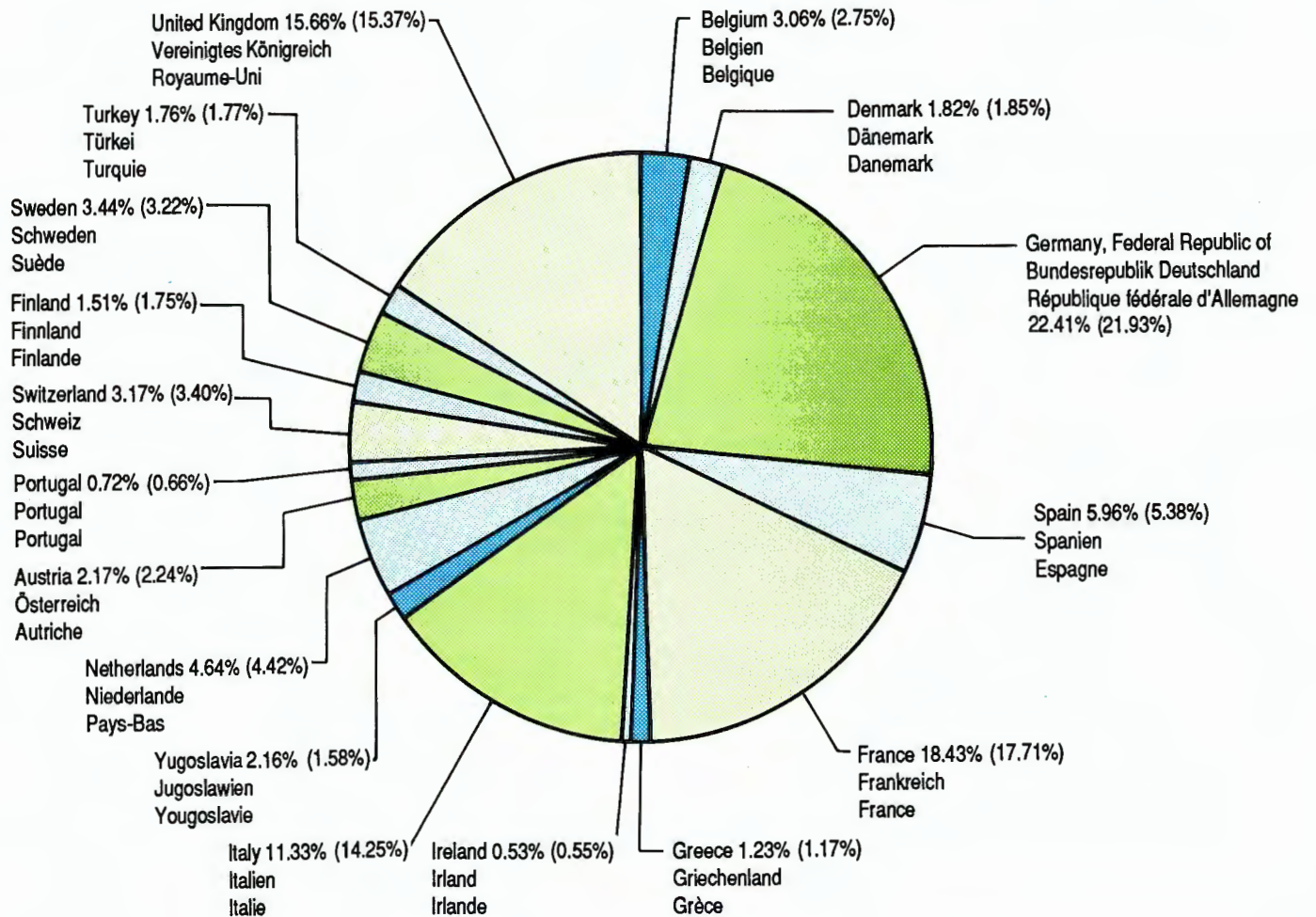


Fig. 21 Percentage distribution of Member States' contributions for 1985-1988. The pie-chart shows the distribution of contributions for 1985-1987. The distribution for 1988 is given in brackets.

Abb. 21 Prozentuale Verteilung der Beiträge der Mitgliedstaaten für die Jahre 1985 bis 1988. Das Diagramm zeigt die Verteilung für 1985-1987, die Zahlen für 1988 sind in Klammern angegeben.

Fig. 21 Répartition des contributions des Etats membres en pour cent pour les années 1985 à 1988. Les sections représentent la répartition pour les exercices 1985 à 1987, celle de 1988 étant marquée entre parenthèses.

1987

Revenue £11,560,900
Einnahmen
Recettes

Member States' contributions £9,700,600
(including contribution from Iceland £4,100 and interest payments)
Beiträge der Mitgliedstaaten
(einschl. Beitrag Islands und Zinszahlungen)
Contributions des Etats membres
(y compris une contribution de l'Islande et de paiements d'intérêt)

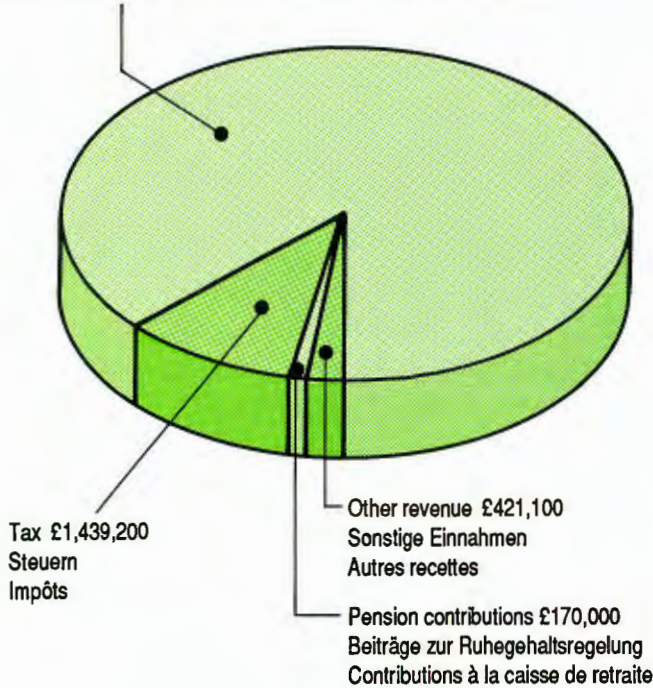


Fig. 22 Revenue in 1987-1988 broken down by category.

Buildings

As the Centre's headquarters buildings reach the end of their first decade, a number of major maintenance and overhaul projects have had to be undertaken. The most notable of these has been the construction of a second roof over the existing Computer Hall roof. This was carried out under the responsibility of the Property Services Agency of the United Kingdom. Further maintenance and repair work has been required on the other roof areas, and windows and claddings have had to be refixed and sealed.

Outside it was necessary to completely replace corroded mains gas supply pipes into the premises. Inside the headquarters, the old telephone system was replaced in mid-1988 by a new system. This was enhanced at the end of the year by the addition of a Direct-Dial-In facility.

1988

Revenue £12,180,400
Einnahmen
Recettes

Member States' contributions £10,374,900
(including contribution from Iceland £4,100 and interest payments)
Beiträge der Mitgliedstaaten
(einschl. Beitrag Islands und Zinszahlungen)
Contributions des Etats membres
(y compris une contribution de l'Islande et de paiements d'intérêt)

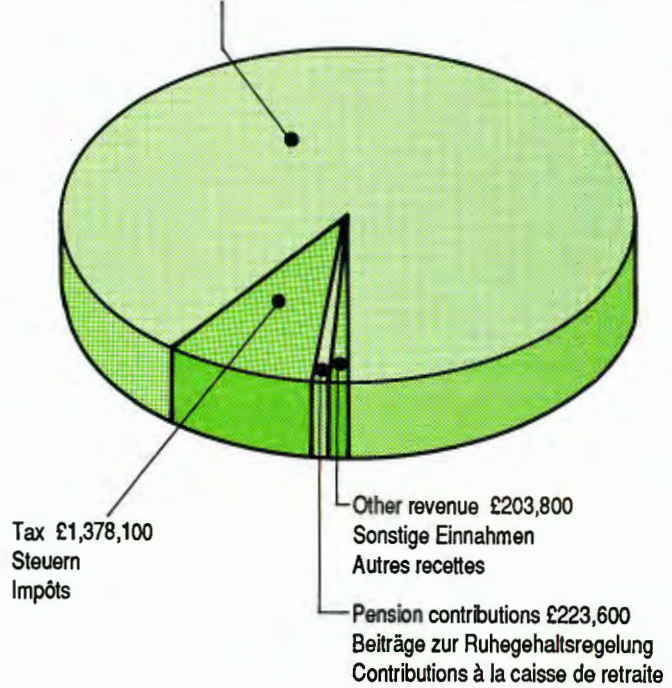


Fig. 22 Recettes par catégorie en 1987/1988.

Abb. 22 Einnahmen 1987 bis 1988 nach Kategorien.

Gebäude

Die Gebäude des Sitzes des Zentrums erreichen das Ende ihres ersten Jahrzehnts, und eine Anzahl größerer Wartungs- und Überholungsarbeiten waren vorzunehmen. Das auffälligste an diesen war der Bau eines zweiten Daches über dem bestehenden Dach der Rechnerhalle. Dies wurde unter der Verantwortung der Property Services Agency des Vereinigten Königreiches ausgeführt. Weitere Wartungs- und Reparaturarbeiten waren an anderen Dachbereichen notwendig, und Fenster und Verkleidungen mußten neu befestigt und abdichtet werden.

Im Außenbereich mußte die verrostete Gashauptleitung in das Gelände vollständig ersetzt werden. Im Hause wurde Mitte 1988 das alte Fernsprechsystme durch ein neues ersetzt. Das wurde Ende des Jahres noch durch die Hinzufügung einer Direktwahlmöglichkeit verbessert.

Bâtiments

Les bâtiments du siège du Centre arrivent à la fin de leur première décennie et un certain nombre de projets d'entretien et de rénovation d'importance ont dû être entamés. Le plus important en était la construction d'un deuxième toit au-dessus du toit existant de la salle des ordinateurs. Ce projet a été mené à bien sous la responsabilité de la Property Services Agency du Royaume-Uni. D'autres travaux d'entretien et de réparation étaient nécessaires sur d'autres toits, et les fenêtres et les revêtements ont dû être fixés et étanchés.

A l'extérieur il fallait complètement remplacer la conduite principale de gaz arrivant dans notre terrain; elle était corrodée. A l'intérieur, l'ancien système téléphonique a été remplacé au milieu de 1988 par un nouveau système, lequel a été amélioré à la fin de l'année par l'addition d'une sélection directe à l'appel.

Co-ordination

On 1 January 1988, ECMWF became the sixth full member of the Co-ordinated Organisations, the other five being NATO (North Atlantic Treaty Organisation), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), ESA (European Space Agency), WEU (Western European Union) and the Council of Europe. The Centre continued to send representatives, now as members rather than observers, to the meetings of the various bodies of the Co-ordinated Organisations, i.e. the Committee of Secretaries-General, the Committee of Heads of Administration and the Administrative Committee on Pensions. Staff representatives have been participating in the work of the Standing Committee of Staff Associations as full members for some years already. Full membership gives the Centre's representatives a stronger voice in discussing policy on adjustment of salaries, allowances and other benefits applying throughout the Co-ordinated Organisations.

THE COUNCIL AND ITS COMMITTEES

The sessions and dates of meetings of the Council and its Committees held during 1987 and 1988 were as follows:

	<i>Session</i>	<i>Date of Meeting</i>
Council	25th	11-12 June 1987
	26th	4 September 1987
	27th	25-26 November 1987
	28th	4-5 May 1988
	29th	23-24 November 1988
Finance Committee	38th	18-19 March 1987
	39th	28 Sep.-1 Oct. 1987
	40th	8-9 March 1988
	41st	27-29 September 1988
Scientific Advisory Committee	15th	14-16 September 1987
	16th	12-14 September 1988
Technical Advisory Committee	12th	16-18 September 1987
	13th	14-16 September 1988

The representatives of the Member States and those who attended meetings in 1987 and 1988 are listed (code: C = Council; FC = Finance Committee; TAC = Technical Advisory Committee; obs = observer).

Koordinierung

Am 1. Januar 1989 wurde das EZMW 6. Vollmitglied der Koordinierten Organisationen; die anderen 5 sind die NATO (Nordatlantikpakt-Organisation), OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung), ESA (Europäische Weltraumorganisation), WEU (Westeuropäische Union) und der Europarat. Das Zentrum entsandte weiterhin Vertreter, nun als Mitglieder und nicht nur als Beobachter, an die Tagungen der verschiedenen Gremien der Koordinierten Organisationen, das sind der Ausschuss der Generalsekretäre, der Ausschuss der Verwaltungsleiter und der Verwaltungsausschuss für Ruhegehälter. Vertreter des Personals nahmen schon seit einigen Jahren als Vollmitglieder an der Arbeit des Ständigen Ausschusses der Personalvereinigungen teil. Die Vollmitgliedschaft gibt den Vertretern des Zentrums eine gewichtigere Stimme bei der Diskussion der Grundsätze für die Anpassung von Gehältern, Zulagen und anderen Leistungen, die auf sämtliche Koordinierten Organisation Anwendung finden.

DER RAT UND SEINE AUSSCHUSSE

In den Jahren 1987 und 1988 fanden folgende Tagungen des Rates und seiner Ausschüsse statt:

	<i>Tagung</i>	<i>Datum der Tagung</i>
Rat	25	11.-12. Juni 1987
	26	4. Sept 1987
	27	25.-26. Nov. 1987
	28	4.-5. Mai 1988
	29	23.-24. Nov. 1988
Finanzausschuss	38	18.-19. März 1987
	39	28. Sept.-1. Okt. 87
	40	8.-9. März 1988
	41	27.-29. Sept. 1988
Beratender Wissenschaftsausschuss	15	14.-16. Sept. 1987
	16	12.-14. Sept. 1988
Beratender Technischer Ausschuss	12	16.-18. Sept. 1987
	13	14.-16. Sept. 1988

Die Vertreter der Mitgliedstaaten und sonstige Teilnehmer an den Tagungen in den Jahren 1987 und 1988 sind im folgenden aufgeführt (Abkürzungen: C = Rat, FC = Finanzausschuss, TAC = Beratender Technischer Ausschuss, CR = Rechenanlagenvertreter, obs = Beobachter).

Coordination

En date du 1er janvier 1988 le CEPMMT est devenu le sixième membre à part entière des Organisations coordonnées, les cinq autres étant l'OTAN (Organisation du Traité de l'Atlantique Nord), l'OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement Economique), l'ASE (Agence Spatiale Européenne), l'UEO (Union de l'Europe Occidentale) et le Conseil de l'Europe. Le Centre a continué à envoyer des représentants, maintenant en tant que membres et non plus en tant qu'observateurs, aux réunions des divers organes des Organisations coordonnées, à savoir le Comité des Secrétaires Généraux, le Comité des Chefs d'Administration et le Comité Administratif des Pensions. Des représentants du personnel ont participé au travail du Comité permanent des Associations du personnel comme membres à part entière pendant quelques années déjà. Le fait d'être membre de plein droit donne aux représentants du Centre un plus grand poids dans la discussion de la politique de l'ajustement des salaires, allocations et autres indemnités, laquelle s'applique à toutes les Organisations coordonnées.

LE CONSEIL ET SES COMITES

Les sessions et réunions du Conseil et de ses Comités qui ont eu lieu en 1987 et 1988 étaient les suivantes:

	<i>Session</i>	<i>Date</i>
Conseil	25ème	11-12 juin 1987
	26ème	4 septembre 1987
	27ème	25-26 novembre 1987
	28ème	4-5 mai 1988
	29ème	23-24 novembre 1988
Comité financier	38ème	18-19 mars 1987
	39ème	28 sep.-1er oct. 1988
	40ème	8-9 mars 1988
	41ème	27-29 septembre 1988
Comité consultatif scientifique	15ème	14-16 septembre 1987
	16ème	12-14 septembre 1988
Comité consultatif technique	12ème	16-18 septembre 1987
	13ème	14-16 septembre 1988

Les représentants des Etats membres qui ont pris part aux réunions tenues en 1987 et 1988 sont énumérés dans la liste ci-dessous (Code: C = Conseil; FC = Comité financier; TAC = Comité consultatif technique; SAC = Comité consultatif scientifique; obs = observateur)

Belgium
Belgien
Belgique



H. Malcorps (C)
E. De Clercq (C and FC)
J. Ost (FC)
N. Vercruyse (C)
W. Struylart (TAC)

Denmark
Dänemark
Danemark



L.P. Prahm (C)
L.B. Asmussen (C)
A.M. Jørgensen (TAC)

Federal Republic of Germany
Bundesrepublik Deutschland
République Fédérale d'Allemagne



H. Reiser (C)
H.-G. Schulze (C)
U. Gärtner (C and FC: Chairman)
J. Reid (C)
B. Brumme-Bothe (FC)
H.D. Joa (FC)
D. Frömming (FC)
M. Klöppel (FC)
R. Lamp (TAC)

Spain
Spanien
Espagne



M. Bautista Perez (C)
J. Segovia (C)
A. Labajo (C and TAC)
B. Orfila (C and TAC)
M. Huerta (FC)
J. Juega (TAC)

France
Frankreich
France



A. Lebeau (C)
C. Pastre (C)
R. Watrin (C and FC: Vice-Chairman)
H.H. Lejeune (C)
B. Mettling (FC)
P. Laplaud (FC)
M. Jarraud (TAC)
M. Girard (TAC)
S. Senesi (TAC)

Greece
Griechenland
Grèce



S. Linardos (C)
G. Barbounakis (TAC)

Ireland
Irland
Irlande



W. Warr (C and TAC)
D.L. Linehan (C)
B.E. McWilliams (C and FC: Chairman)

Italy
Italien
Italia



S. Palmieri (C: Vice-President & President)
C. Finizio (C and TAC)
M. Mariani (C and FC)
M. Lener (C)
E. Boschi (C)
S. Sorani (C)
B. Valente (C and FC)
A. Colacicchi (FC)

Yugoslavia
Jugoslawien
Yougoslavie



J. Roskar (C)
M. Jovasevic (TAC)

The Netherlands
Niederlande
Pays-Bas



H.M. Fijnaut (C: Vice-President)
Th. B. Voerman (C and FC)
B. Kamp (FC: obs)
S. Kruizinga (TAC)

Austria
Österreich
Autriche



P. Steinhauser (C)
F. Neuwirth (C)
G. Wihl (TAC)
H. Felkel (TAC)

Portugal
Portugal
Portugal



T.R. Espirito Santo (C)
J.S. Cristina (C)
V.M. Cardoso Rabaça (FC)
A.P. Da Costa Malheiro (TAC)

Switzerland
Schweiz
Suisse



Th. Gutermann (C)
M. Haug (C and TAC: Chairman)

Finland
Finnland
Finlande



E. Jatila (C)
J. Riissanen (C)
E. Hannonen (C)
M. Alestalo (TAC)
T. Hopeakoski (TAC)
K. Karlsson (TAC)

Sweden
Schweden
Suède



B. Ekström (C)
S. Bødin (C)
L. Rydén (C and FC)
L. Lundin (FC)
G. Ryne (TAC)
R. Joelsson (TAC)
S. Orrhagen (TAC)
G. Bleckert (TAC)

United Kingdom
Vereinigtes Königreich
Royaume-Uni



J. Houghton (C)
S.G. Cornford (C and FC)
D.H. Johnson (C)
M.J. Atkins (FC)
K. Burford (FC)
R. Chapman (TAC)
G. Dole (FC)
R. Wiley (TAC)
R.M. Morris (TAC)

Turkey
Türkei
Turquie



M. Özgül (C and TAC)
K. Öncüler (C)

SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

The members of the Scientific Advisory Committee, who are selected from among the scientists of the Member States and are appointed in their personal capacity and not as national representatives, were:

J.-C. André (France) 1987
J. Egger (Germany) 1988
A.J. Gadd (United Kingdom) 1987, 1988
J.-F. Geleyn (France) 1988
N. Gustafsson (Sweden) 1988
E. Holopainen (Finland) 1987, 1988
B.J. Hoskins: Chairman (United Kingdom) 1987, 1988
Z. Janjic (Yugoslavia) 1988
B. Machenhauer (Denmark) 1987, 1988
E. Müller (Germany) 1987, 1988
J.P. Peixoto (Portugal) 1987, 1988
H. Pichler (Austria) 1987, 1988
R. Sadourny (France) 1987
H. Sundqvist (Sweden) 1987
H. Tennekes (Netherlands) 1987

CONSULTANTS AND VISITING SCIENTISTS

The Centre received many visits in the course of the two years from consultants, experts and visiting scientists, whose expertise was drawn upon to augment the range and efficiency of the work done at the Centre. Some visitors devoted an hour or two at the Centre to giving lectures to staff, others stayed for several months to tackle particular problems. It is impossible to list all of those who have contributed in such a way to the Centre's work: however, the most notable project carried out, and those who worked on them, are the following:

1987

Mr. T. Benson
Reading, England
Assisted in the installation and acceptance of Data Handling Phase II

BERATENDER WISSENSCHAFTS-AUSSCHUSS

Mitglieder des Beratenden Wissenschaftsausschusses, die in ihrer persönlichen Eigenschaft und nicht als Vertreter ihres Landes ernannt wurden:

J.-C. André (Frankreich) 1987
J. Egger (Deutschland) 1988
A.J. Gadd (Vereinigtes Königreich) 1987, 1988
J.-F. Geleyn (Frankreich) 1988
N. Gustafsson (Schweden) 1988
E. Holopainen (Finnland) 1987, 1988
B.J. Hoskins: Vorsitzender (Vereinigtes Königreich) 1987, 1988
Z. Janjic (Jugoslawien) 1988
B. Machenhauer (Dänemark) 1987, 1988
E. Müller (Deutschland) 1987, 1988
J.P. Peixoto (Portugal) 1987, 1988
H. Pichler (Österreich) 1987, 1988
R. Sadourny (Frankreich) 1987
H. Sundqvist (Schweden) 1987
H. Tennekes (Niederlande) 1987

BERATER UND GASTWISSENSCHAFTLER

Im Laufe der beiden Jahre haben zahlreiche Berater, Sachverständige und Gastwissenschaftler das Zentrum besucht und dank ihrer Fachkenntnisse konnten der Umfang und die Qualität der am Zentrum geleisteten Arbeit erhöht werden. Einige Besucher widmeten dem Zentrum nur eine oder zwei Stunden und gaben für seine Mitarbeiter Vorlesungen, andere blieben mehrere Monate und arbeiteten an bestimmten Problemen. Es ist unmöglich, alle diejenigen aufzuführen, welche auf diese Weise zur Arbeit des Zentrums beigetragen haben; die bedeutendsten Projekte und die daran Beteiligten waren folgende:

1987

Mr. T. Benson
Reading, England
Mitwirkung an der Installation und der Abnahme des Datenverwaltungsprojekts Phase II

COMITE CONSULTATIF SCIENTIFIQUE

Les membres du Comité consultatif scientifique, sélectionnés parmi les scientifiques des Etats membres et nommés à titre personnel et non pas en tant que représentants nationaux, étaient les suivants:

J.-C. André (France) 1987
J. Egger (Rép. fédérale d'Allemagne) 1988
A.J. Gadd (Royaume-Uni) 1987, 1988
J.-F. Geleyn (France) 1988
N. Gustafsson (Suède) 1988
E. Holopainen (Finlande) 1987, 1988
B.J. Hoskins: Président (Royaume-Uni) 1987, 1988
Z. Janjic (Yougoslavie) 1988
B. Machenhauer (Danemark) 1987, 1988
E. Müller (Rép. Fédérale d'Allemagne) 1987, 1988
J.P. Peixoto (Portugal) 1987, 1988
H. Pichler (Autriche) 1987, 1988
R. Sadourny (France) 1987
H. Sundqvist (Suède) 1987
H. Tennekes (Pays-Bas) 1987

CONSULTANTS ET SCIENTIFIQUES VISITEURS

Le Centre a accueilli de nombreux visiteurs au cours des deux années; il s'agissait de consultants, d'experts et de scientifiques visiteurs dont les connaissances spécialisées ont permis d'ajouter à la portée et l'efficacité des travaux effectués au Centre. Certains visiteurs ont consacré une ou deux heures au Centre pour faire des exposés au personnel; d'autres sont restés plusieurs mois pour étudier des problèmes particuliers. Il n'est pas possible de citer tous ceux qui ont ainsi contribué aux travaux du Centre; toutefois il y a lieu de mentionner ci-dessous les projets les plus importants ainsi que ceux qui ont travaillé à ces projets:

1987

M. T. Benson
Reading, Angleterre
Assistance pour l'installation et la réception du projet de gestion de données, Phase II

Dr. J. Chen
University of Beijing,
China
Worked on aspects of the numerical schemes used in the Centre's models

Mr. W. Campbell
Meteorological Service
Dublin
Ireland
Supported the migration of operational graphics output to MAGICS

Mrs. M. Dutton
Meteorological Office
Bracknell
England
Developed and operated the data service system

Dr. L. Ferranti
University of Bologna
Italy
Studied the tropical-extratropical interaction associated with the 30-60 day oscillation, and its impact on medium and extended range predictability

Mr. J.-F. Flobert
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
France
Studied satellite retrievals of temperature and water vapour profiles

Dr. R. Graham
University of Edinburgh
Scotland
Evaluated a variety of algorithms used to derive low-level winds from scatterometer data

Mr. U. Hansson
Stockholm University
Sweden
Developed programs for retrieval, transformation and plotting of data

Mr. G. Harding
London
England
Developed programs for VAX NTS system

Mr. A. Jørgensen
UNIC-C
Copenhagen
Denmark
Assisted in the interfacing of MAGICS to GKS

Mr. A. Lange
Finnish Meteorological Institute
Helsinki
Finland
Carried out a statistical study of the bias of the height of radiosonde data with a view to correcting this bias before analysis of the data

Dr. J. Chen
Universität Peking
China
Arbeit an Aspekten der numerischen Schemata, die in den Modellen des Zentrums verwendet werden

Mr. W. Campbell
Irischer Wetterdienst Dublin
Irland
Mitarbeit an der Verlagerung der Erzeugung graphischer Routineprodukte auf MAGICS

Mrs. M. Dutton
Britischer Wetterdienst, Bracknell
England
Entwicklung und Betrieb des Datendienstes

Dr. L. Ferranti
Universität Bologna
Italien
Studium der tropischen/aussertropischen gegenseitigen Beeinflussung, die mit der 30/60 Tage-Oszillation zusammenhängt, und ihrer Auswirkung auf mittel- und langfristige Vorhersagbarkeit

Mr. J.-F. Flobert
Laboratoire de Météorologie Dynamique,
Paris
Frankreich
Studium der Ableitung von Temperatur- und Wasserdampfprofilen aus Satellitendaten

Dr. R. Graham
Universität Edinburgh
Schottland
Beurteilung einer Reihe von Algorithmen, die zur Ableitung niedriger Winde aus Scatterometer-Daten verwendet werden

Mr. U. Hansson
Universität Stockholm
Schweden
Entwicklung von Programmen für Ableitung, Umwandlung und Zeichnen von Daten

Herr G. Harding
London
England
Entwicklung von Programmen für das nationale Telekommunikationssystem auf VAX

Herr A. Jørgensen
UNIC-C
Kopenhagen
Dänemark
Mitarbeit an der Schnittstelle zwischen MAGICS und GKS

Herr A. Lange
Finnisches Meteorologisches Institut
Helsinki
Finnland
Statistische Untersuchung der systematischen Höhenfehler von Radiosonden mit dem Ziel, sie vor der Datenanalyse zu berichtigen

Dr. J. Chen
Université de Pékin, China
Travail sur des aspects des schémas numériques employés par les modèles du Centre

M. W. Campbell
Service Météorologique
Dublin
Irlande
Soutien pour le transfert des produits graphiques opérationnels à MAGICS

Mme M. Dutton
Office Météorologique
Bracknell
Angleterre
Développement et exploitation du service de données

Dr. L. Ferranti
Université de Bologne
Italie
Etude de l'interaction tropicale/extra-tropicale associée avec l'oscillation de 30/60 jours et de son effet sur la prédictibilité à moyen et à long terme

M. J.-F. Flobert
Laboratoire de Météorologie Dynamique Paris
France
Etude de l'inversion de données satellitaires sur la température et la vapeur d'eau

Dr. R. Graham
Université d'Edimbourg
Ecosse
Evaluation de plusieurs algorithmes utilisés pour extraire des vents bas des données de diffusiomètre

M. U. Hansson
Université de Stockholm
Suède
Développement de programmes pour l'extraction, la transformation et le traçage de données

M. G. Harding
London
Angleterre
Développement de programmes pour le Système national de télécommunications sur les VAX

M. A. Jørgensen
UNIC-C
Copenhague
Danemark
Assistance pour l'interface entre MAGICS et GKS

M. A. Lange
Institut Météorologique de Finlande
Helsinki
Finlande
Etude statistique des erreurs systématiques des données de radiosondage dans le but de corriger ces erreurs avant l'analyse des données

Mr. A. Persson
SHMI
Norrköping
Sweden
Assisted in the ECMWF training course

Dr. K. Puri
Bureau of Meteorology
Melbourne
Australia
Evaluated the performance of the Centre's models with emphasis on performance in the tropics

Mr. R. Raby
Imperial College
London
England
Assisted in the interfacing of MAGICS to GKS

Mr. R. Roskilly
Meteorological Office
Bracknell
England
Developed fields data base and support software

Dr. P.D. Sardesmukh
Reading
England
Carried out a detailed evaluation of the short range forecast errors of the Centre's models in order to diagnose errors in the model parametrization

Mr. D. Snelling
Reading
England
Worked on parallel processing algorithms for meteorological applications

L. Zambresky
GKSS
Federal Republic of Germany
Developed, and carried out, experiments with the WAM Third Generation Wave Model

1988

Miss D. Brenke
Friedberg
Federal Republic of Germany
Developed and operated the data service system

Dr. C. Brünig
MPI Hamburg
Federal Republic of Germany
Worked on the use of Synthetic Aperture Radar (SAR) data in the WAM Third Generation Model

Mr. W. Campbell
Meteorological Service
Dublin
Ireland
Assisted in the ECMWF Training Course

Herr A. Persson
SHMI
Norrköping
Schweden
Mitarbeit an Fortbildungskursen des EZMW

Dr. K. Puri
Amt für Meteorologie
Melbourne
Australien
Beurteilung der Leistung der Modelle des Zentrums unter besonderer Berücksichtigung der Leistung in den Tropen

Herr R. Raby
Imperial College
London
England
Mitarbeit an der Schnittstelle zwischen MAGICS und GKS

Herr R. Roskilly
Meteorological Office
Bracknell
England
Entwicklung der Felddatenbank und unterstützender Software

Dr. P.D. Sardesmukh
Reading
England
Detaillierte Beurteilung der kurzfristigen Vorhersagefehler der Modelle des Zentrums mit dem Ziel, Fehler in der Parametrisierung des Modells zu erkennen

Herr D. Snelling
Reading
England
Arbeit an Parallelprozessoralgorithmen für meteorologische Anwendungen

L. Zambresky
GKSS
Bundesrepublik Deutschland
Entwicklung und Durchführung von Experimenten mit dem Wellenmodell (WAM) der dritten Generation

1988

Fräulein D. Brenke
Friedberg
Bundesrepublik Deutschland
Entwicklung und Betrieb des Datendienstes

Dr. C. Brünig
MPI Hamburg
Bundesrepublik Deutschland
Arbeit an der Verwendung von SAR-Daten (Synthetic Aperture Radar) im WAM-Modell der dritten Generation

Herr W. Campbell
Irischer Wetterdienst, Dublin
Irland
Mitarbeit am Fortbildungskurs des EZMW

M. A. Persson
SHMI
Norrköping
Suède
Assistance pour les cours de formation du CEPMMT

Dr. K. Puri
Bureau de Météorologie
Melbourne
Australie
Evaluation de la performance des modèles du Centre, l'accent étant mis sur la performance dans les tropiques

M. R. Raby
Collège Impérial
Londres
Angleterre
Assistance pour l'interface entre MAGICS et GKS

M. R. Roskilly
Office Météorologique
Bracknell
Angleterre
Développement de la banque de données de champs et de logiciel de support

Dr. P.D. Sardesmukh
Reading
Angleterre
Evaluation détaillée des erreurs des prévisions à court terme des modèles du Centre afin de diagnostiquer des erreurs dans la paramétrisation du modèle

M. D. Snelling
Reading
Angleterre
Travail sur des algorithmes en calcul parallèle pour des applications météorologiques

Mlle L. Zambresky
GKSS
République fédérale d'Allemagne
Développement et exécution d'expériences avec le modèle d'ondes de troisième génération (WAM)

1988

Mlle D. Brenke
Friedberg
République fédérale d'Allemagne
Développement et exploitation du service de données

Dr. C. Brünig
MPI Hamburg
République fédérale d'Allemagne
Travail sur l'utilisation de données SAR (Radar à ouverture variable) dans le modèle d'ondes de troisième génération

M. W. Campbell
Service météorologique
Dublin
Irlande
Assistance pour les cours de formation du CEPMMT

Dr. J. Chen
University of Beijing
China
Worked on aspects of the numerical schemes used in the Centre's models

Mrs. M. Dutton
Meteorological Office
Bracknell
England
Developed and operated the data service system

Dr. S. Esbensen
University of Corvallis
Oregon, USA
Compared the surface fluxes as calculated from the operational model's parametrization schemes with climatological estimates

Dr. L. Ferranti
University of Bologna
Italy
Studied the tropical-extratropical interaction associated with the 30-60 day oscillation, and its impact on medium and extended range predictability

Mr. J.-F. Flobert
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
France
Studied satellite retrievals of temperature and water vapour profiles

Professor L. Gates
University of Corvallis
Oregon, USA
Carried out and evaluated long integrations with the Centre's models

Dr. R. Graham
University of Edinburgh
Scotland
Evaluated a variety of algorithms used to derive low-level winds from scatterometer data

Mr. A. Jørgensen
Roskilde University
Denmark
Developed extensions for MAGICs

Mr. T. Kauranne
Finnish State Computer Centre
Finland
Studied techniques for using massively parallel processors in meteorological applications

Mr. G. Kelly
Bureau of Meteorology
Melbourne
Australia
Investigated the use of satellite data in the ECMWF data assimilation system

Dr. J. Chen
Universität Peking
China
Arbeit an Aspekten der numerischen Schemata, die in den Modellen des Zentrums verwendet werden

Mrs. M. Dutton
Britischer Wetterdienst, Bracknell
England
Entwicklung und Betrieb des Datendienstes

Dr. S. Esbensen
Universität Corvallis
Oregon, USA
Vergleich der von den Parametrisierungsschemata des Routinemodells berechneten Bodenflüsse mit klimatologischen Schätzungen

Dr. L. Ferranti
Universität Bologna
Italien
Studium der tropischen/aussertropischen gegenseitigen Beeinflussung, die mit der 30/60-Tage-Oszillation zusammenhängt und ihrer Auswirkung auf mittel- und langfristige Vorhersagbarkeit

Mr. J.-F. Flobert
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
Frankreich
Studium der Ableitung von Temperatur- und Wasserdampfprofilen aus Satellitendaten

Professor L. Gates
Universität Corvallis
Oregon, USA
Durchführung und Beurteilung langer Integrationen mit den Modellen des Zentrums

Dr. R. Graham
Universität Edinburgh
Schottland
Beurteilung einer Reihe von Algorithmen, die zur Ableitung niedriger Winde aus Scatterometer-Daten verwendet werden

Herr A. Jørgensen
Universität Roskilde
Dänemark
Entwicklung von Erweiterungen für MAGICs

Herr T. Kauranne
Finnisches Rechenzentrum
Finnland
Untersuchung von Techniken für den Einsatz massiver Parallelprozessoren in meteorologischen Anwendungen

Herr G. Kelly
Amt für Meteorologie
Melbourne
Australien
Untersuchung der Verwendung von Satellitendaten im Datenassimilationssystem des EZMW

Dr. J. Chen
Université de Pékin
Chine
Travail sur des aspects des schémas numériques employés par les modèles du Centre

Mme M. Dutton
Office Météorologique
Bracknell
Angleterre
Développement et exploitation du service de données

Dr. S. Esbensen
Université de Corvallis
Oregon, Etats-Unis
Comparaison des flux de surface calculés à partir des schémas de paramétrisation du modèle opérationnel avec des estimations climatologiques

Dr. L. Ferranti
Université de Bologne
Italie
Etude de l'interaction tropicale/extra-tropicale associée avec l'oscillation de 30/60 jours et de son effet sur la prédictibilité à moyen et à long terme

Mr. J.-F. Flobert
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
France
Etude de l'inversion de données satellitaires sur la température et la vapeur d'eau

Professeur L. Gates
Université de Corvallis
Oregon, Etats-Unis
Exécution et évaluation d'intégrations longues avec le modèle du Centre

Dr. R. Graham
Université d'Edimbourg
Ecosse
Evaluation de plusieurs algorithmes utilisés pour extraire des vents bas des données de diffusiomètre

M. A. Jørgensen
Université de Roskilde
Danemark
Développement d'extensions pour MAGICs

M. T. Kauranne
Centre de calcul de Finlande
Finlande
Etude de techniques d'utilisation de processeurs parallèles massifs dans les applications météorologiques

M. G. Kelly
Bureau de Météorologie
Melbourne
Australie
Etude de l'utilisation des données satellitaires dans le système d'assimilation des données du CEPMMT

Mr. H. Le Treut
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
France
Developed a scheme to predict liquid water in order to provide an alternative parametrization of cloud cover for the Centre's models

Dr. U.C. Mohanty
IIT, New Delhi
India
Evaluated the performance of the Centre's models in the tropics with particular emphasis on the models' ability to forecast and simulate the monsoon

Dr. H. Ritchie
RPN
Montreal
Canada
Developed Lagrangian techniques for the integration of the Centre's models

Mr. S. Roger
Météorologie nationale
France
Completed work for ECFILE for NOSIVE

Mr. R. Roskilly
Meteorological Office
Bracknell
England
Developed fields data base and support software

Dr. R. Saktreger
University of Reading
England
Supported the migration of the GETDATA archives to MARS

Dr. P.D. Sardesmukh
Reading
England
Carried out a detailed evaluation of the short range forecast errors of the Centre's models in order to diagnose errors in the model parametrization

Dr. C. Temperton
RPN
Montreal
Canada
Developed Lagrangian integration schemes and other alternative discretizations for the Centre's models

L. Zambresky
GKSS
Federal Republic of Germany
Developed, and carried out experiments with, the WAM Third Generation Wave Model

Mr. Z. Zhang
NMC
Beijing
China
Developed techniques for the assimilation of satellite humidity data

Herr H. Le Treut
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
Frankreich
Entwicklung eines Schemas zur Vorhersage von Flüssigwasser mit dem Ziel, für die Modelle des Zentrums eine alternative Parametrisierung der Bewölkung möglich zu machen

Dr. U.C. Mohanty
IIT, New Delhi
Indien
Beurteilung der Leistung der Modelle des Zentrums in den Tropen unter besonderer Berücksichtigung der Fähigkeit der Modelle, Monsunregen vorherzusagen und zu simulieren

Dr. H. Ritchie
RPN
Montreal
Kanada
Entwicklung Lagrange'scher Techniken für die Integration der Modelle des Zentrums

Herr S. Roger
Nationaler Wetterdienst
Frankreich
Abschluss der Arbeit an ECFILE für NOSIVE

Herr R. Roskilly
Britischer Wetterdienst
Bracknell
England
Entwicklung der Felderdatenbank und unterstützender Software

Dr. R. Saktreger
Universität Reading
England
Unterstützung der Verlagerung der GETDATA-Archive auf MARS

Dr. P.D. Sardesmukh
Reading
England
Detaillierte Beurteilung der kurzfristigen Vorhersagefehler der Modelle des Zentrums mit dem Ziel, Fehler in der Parametrisierung des Modells zu erkennen

Dr. C. Temperton
RPN Montreal
Kanada
Entwicklung Lagrange'scher Integrationsschemata und anderer varianter Diskretisierungen für die Modelle des Zentrums

L. Zambresky
GKSS
Federal Republic of Germany
Entwicklung und Durchführung von Experimenten mit dem Wellenmodell (WAM) der dritten Generationel

Herr Z. Zhang
NMC Peking
China
Entwicklung von Techniken für die Assimilation satellitenerhobener Feuchtedaten

M. H. Le Treut
Laboratoire de Météorologie Dynamique
Paris
France
Développement d'un schéma de prévisions d'eau liquide afin de donner une paramétrisation alternative de la nébulosité pour les modèles du Centre

Dr. U.C. Mohanty
IIT, Nouvelle Delhi
Inde
Evaluation de la performance des modèles du Centre dans les tropiques, l'accent étant mis en particulier sur la capacité des modèles de prévoir et simuler la mousson

Dr. H. Ritchie
RPN
Montréal
Canada
Développement de techniques lagrangiennes pour l'intégration des modèles du Centre

M. S. Roger
Météorologie Nationale
France
Mise au point et travail de finition sur ECFILE pour NOSIVE

M. R. Roskilly
Office Météorologique
Bracknell
Angleterre
Développement de la banque de données de champs et de logiciels de support

Dr. R. Saktreger
Université de Reading
Angleterre
Soutien pour le transfert des archives GETDATA à MARS

Dr. P.D. Sardesmukh
Reading
Angleterre
Evaluation détaillée des erreurs des prévisions à court terme des modèles du Centre afin de diagnostiquer des erreurs dans la paramétrisation du modèle

Dr. C. Temperton
RPN
Montréal
Canada
Développement de schémas d'intégration lagrangiens et d'autres discrétisations variantes pour les modèles du Centre

Mlle L. Zambresky
GKSS
République fédérale d'Allemagne
Développement et exécution d'expériences avec le modèle d'ondes de troisième génération

M. Z. Zhang
NMC
Pékin
Chine
Développement de techniques pour l'assimilation de données satellitaires sur l'humidité

ECMWF PUBLICATIONS**VERÖFFENTLICHUNGEN DES EZMW****OUVRAGES PUBLIES PAR LE CEPMMT****Technical Reports****Technische Berichte****Rapports techniques**

No. 59 Wergen, W.: Diabatic nonlinear normal mode initialisation for a spectral model with a hybrid vertical coordinate.

No. 60 Reed, R.J., E. Klinker and A. Hollingsworth: An evaluation of the performance of the ECMWF operational forecasting system in analysing and forecasting tropical easterly wave disturbances. Part 2: Spectral investigation.

No. 61 Molteni, F.: Empirical orthogonal function analysis in the zonal and eddy components of 500 mb height fields in the Northern extratropics.

Seminar/Workshop Proceedings**Seminar- und Workshop-Berichte****Comptes rendus des séminaires et des journées de travail**

Observation, theory and modelling of orographic effects; Seminar 14-19 September, 1986 (2 volumes)

The nature and prediction of extra-tropical weather systems; Seminar 7-11 September 1987 (2 volumes)

Techniques for horizontal discretization in numerical weather prediction models; Workshop 2-4 November 1987

Diabatic forcing; Workshop 30 November - 2 December 1987

Meteorological operations systems; Workshop 7-11 December 1987

Radiosonde data quality and monitoring (ECMWF/WMO); Workshop 14-16 December 1987

Predictability in the Medium and extended range; Workshop 16-18 May 1988

Parametrization of fluxes over land surface; Workshop 24-26 October 1988

Miscellaneous publications**Sonstige Veröffentlichungen****Autres publications**

Anderson, D., A. Hollingsworth, S. Uppala and P. Woiceshyn: A study of the feasibility of using sea and wind information from ERS-1 satellite. Part 1: Wind scatterometer data; ECMWF Contr.Rep. to ESA, ESRIN Contract 6297/86/HGE-I(SC). June 1987

Janssen, P., P. Lionello, M. Reistad and A. Hollingsworth: A study of the feasibility of using sea and wind information from ERS-1 satellite. Part 2: Use of scatterometer data and altimeter data in wave modelling and assimilation; ECMWF Contr.Rep. to ESA, ESRIN Contract 6297/86/HGE-I(SC). June 1987

Heckley, W.A. and K. Puri: The winter monsoon during AMEX, a quick look atlas, 10 January - 15 February 1987. July 1988

Graham, R., D. Anderson, A. Hollingsworth, and H. Bottger: Evaluation of ERS-1 wind extraction and ambiguity removal algorithms. Executive summary. ECMWF report to ESA. January 1989

The Centre continued to publish regular issues of the ECMWF Newsletter, Computer Bulletins, Forecast Reports and Meteorological Bulletins.

Das Zentrum hat weiter regelmässig ein EZMW-Informationsblatt, Computer Bulletins, Vorhersageberichte und meteorologische Bulletins veröffentlicht.

Le Centre continue de publier régulièrement: ECMWF Newsletter. Computer Bulletin. Forecast Report et Meteorological Bulletin.

Arpe, K., and E.Dittmann, 1987: Comparison of forecast performance up to 5 days with a global and hemispheric model. *Beitr.Phys.Atmos.*, 60, 193-209.

Baede, A.P.M., P. Källberg, and S. Uppala, 1987: Impact of aircraft wind data on ECMWF analyses and forecasts during the FGGE period, 8-19 November 1979. *Q.J.Roy.Meteor.Soc.*, 113, 871-898.

Bengtsson, L., 1987: Keynote address. EARSel 11th General Assembly and Symposium 1987, Noordwijkerhout (NL). *EARSel News (Bull.EARSel)* No.32, 15-21.

Bengtsson, L., 1987: Samma gamla vader - men battre och battre prognoser. *Forskning & Framsteg*, No.7, 4-11.

Böttger, H.: 1987: Evaluation of the quality of the ECMWF direct model output of new surface weather parameters. WMO Workshop on Significant Weather Elements Prediction and Objective Interpretation, Toulouse, 22-26 June 1987. *PSMP Report Series No. 25*, 5 pp.

Brüning, C., 1987: Untersuchung der Abbildung von Ozeanoberflächenwellen durch ein Synthetic Aperture Radar. *Hamburger Geophysikalische Einzelschriften*, Nr. 84. Universität Hamburg.

Chen, S.J., and L. Dell'Osso, 1987: A numerical case study of a cold air outbreak over East Asia during late spring. *Meteor.Atmos.Phys.*, 37, 237-244.

Chen, S.J., and L. Dell'Osso, 1987: A numerical case study of East Asian coastal cyclogenesis. *Mon.Wea.Rev.*, 115, 477-487.

Courtier, P., and O. Talagrand, 1987: Variational assimilation of meteorological observations with the adjoint vorticity equation. Part 1: Numerical results. *Q.J.Roy.Meteor.Soc.*, 113, 1329-1368.

Dent, D., 1987: The ECMWF multitasking weather model. *Science and Engineering in Cray Supercomputers*, Minneapolis, Sept. 1987, ed. by J. Aldag. Cray Research, 35-52.

Dragosavac, M., and Z.I. Janjic, 1987: Topographically induced stationary solutions on linearized shallow water equations on various grids. *Mon.Wea.Rev.*, 115, 730-736.

Heckley, W.A., M.J. Miller, and A.K. Betts, 1987: An example of hurricane tracking and forecasting with a global analysis-forecasting system.

Hollingsworth, A., U. Cubasch, S. Tibaldi, C. Brancovic, T.N. Palmer, and L. Campbell, 1987: Mid-latitude atmospheric prediction on time scales of 10-30 days. In: *Atmospheric and Oceanic Variability. The main papers presented at a Joint Conference held 8-12 September 1986 in the rooms of the Royal Society, London by the Royal Meteor Soc and the American Meteor Soc*; Ed. by H. Cattle. *Royal Meteor.Soc.*, Bracknell, 117-152.

Krishnamurti, T.N., H.S. Bedi, W.A. Heckley, and K.J. Ingles, 1987: On the reduction of spin-up time for evaporation and precipitation in a global spectral model. Florida State University, Report No. 87-4. (Also submitted to *Mon.Wea.Rev.*)

Lange, A., 1987: A high pass-filter for optimum calibration of observing systems with wind-tracking with a hybrid sensor system, and the systematic errors of the global observing system (GOS). 6th Symposium on Meteorological Observations and Instrumentation, January 12-16 1987, New Orleans, La. (preprints) *Americ.Meteor Boston, Ma.*, 471-474.

Owen, J.A. and T.N. Palmer, 1987: The impact of El Nino on an ensemble of extended-range forecasts. *Mon.Wea.Rev.*, 115, 2103-2117.

T. N. Palmer 1987: Drought and sea temperature. *Ponticae Academiae Scientiarum Scripta Varia 'Drought, El Nino and Teleconnections'*. Published by Pontificia Academia Scientiarum. Vatican City. P239-256.

Palmer, T.N.: 1987: Modelling low frequency variability of the atmosphere. In: *Atmospheric and Oceanic Variability. The main papers presented at a Joint Conference held 8-12 September 1986 in the rooms of the Royal Society, London by the Royal Meteor.Soc. and the American Meteor.Soc*; Ed. by H.Cattle. *Royal Meteor.Soc.*, Bracknell, 75-103.

R.D.Rosen, D.A. Salstein, A.J. Miller, K. Arpe, 1987: Accuracy of atmospheric angular momentum estimates from operational analyses. *Mon.Wea.Rev.*, 115, 1627-1639.

Shaw, D.B., P. Lönnberg, A. Hollingsworth, P. Undén, 1987: Data Assimilation: The 1984/85 revisions of the ECMWF mass and wind analysis. *Q.J.Roy.Meteor.Soc.*, 113, 533-566.

Slingo, J., 1987: The development and verification of a cloud prediction scheme for the ECMWF model. *Q.J.Roy.Meteor.Soc.*, 113, 899-927.

Söderman, D., F. Delsol, H. Böttger, and J. Daabeck, 1987: Numerical products presented in colour. *WMO Bulletin*, 36, 27-30.

Sommeria, G., 1987: Représentation des processus physiques dans les modèles atmosphériques globaux. In: Climatologie et Observations Spatiales. CNES, 147-181.

Sommeria, G., 1987: Physical basis for the interpolation of the forecast of weather elements by a global model. Significant Weather Prediction and Objective Interpretation Methods, WMO-PSMP Report no.25.

Sommeria, G., 1987: Tropical forecasts at ECMWF and their sensitivity to parametrisation schemes. WMO Meeting on Tropical Meteorology (following Dakar 1984)

Steppeler, J., 1987: Energy conserving Galerkin finite element schemes for the primitive equations of numerical weather prediction. J. Comput.Phys., 69, 258-264.

Steppeler, J., 1987: Quadratic Galerkin finite element schemes for the vertical discretization of numerical forecast models. Mon.Wea.Rev., 115, 1575-1588.

Steppeler, J., 1987: Galerkin and finite element methods in numerical weather prediction. Bonner Meteorologische Abhandlungen, H. 34 (Dummlerbuch 7594) Dummler, Bonn, 116 pp.

Steppeler, J., 1987: Numerical experiments using a finite element model in hybrid coordinates for vertical discretization. EGS General Assembly XII. Terra Cognita, 1, 540.

Talagrand, O. and P. Courtier, 1987: Variational assimilation of meteorological observations with the adjoint vorticity equation. Part 1: Theory. Q.J.Roy.Meteor.Soc., 113, 1311-1328.

**EXTERNAL PAPERS
BY MEMBERS OF STAFF 1988**

**VERÖFFENTLICHUNGEN DURCH
MITARBEITER IN DER
FACHLITERATUR 1988**

**OUVRAGES PUBLIES A L'EXTERIEUR
PAR DES AGENTS DE CEPMMT 1988**

Arpe, K., 1988: Comments on estimates of global analysis error from the global weather experiment observational work. Mon.Wea.Rev., 116, 274-275.

Arpe, K., 1988: The impact of the El Nino event on the ECMWF model performance. Proceedings of the 12th Annual Climate Diagnostics Workshop 12-16 October 1987, Salt LakeCity. NOAA, 359-371.

Arpe, K., and A. Simmons, 1988: Systematic errors of the ECMWF model and their dependence on the numerical formulation and representation of orographic effects. Workshop on Systematic Errors in Models of the Atmosphere, Toronto, 19-23 September 1988. WMO/TD-No.273, 3-9.

Bengtsson, L., 1988: Computer requirements for atmospheric modelling. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed.G-R Hoffmann and D.F. Snelling. Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences. Springer-Verlag, 109-116.

Bengtsson, L., 1988: Weather forecasting and prediction. McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology 1988. McGraw-Hill, 483-488.

Bengtsson, L., and S. Tibaldi, 1988: ECMWF: 10 anni di cooperazione meteorologica europea. Rivista Aeronaut., no.1, 36-43.

Bengtsson, L., and J. Shukla, 1988: Integration of space and in-situ observations to study global climatic change. Bull.Am.Met.Soc., 69, 1130-1143.

Böttger, H., 1988: Data coverage requirements for global atmospheric models. Pacific Congress on Marine Science and Technology, PACON 88, Honolulu, Hawaii, 16-20 May 1988. 5 pp.

Böttger, H., 1988: Satellite data for inclusion in weather forecasting and climate models. 11th International CODATA Conference, Karlsruhe, Germany, 26-29 September 1988.

Buriez, J.-C, B. Bonnel, Y. Fouquart, J.-F. Geleyn, and J.-J. Morcrette, 1988: Comparison of model generated and satellite derived cloud cover and radiation budget. J. Geophys. Res., 93, 3705-3719.

Burridge, D.M., 1988: The current state of meteorological modelling. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed.G-R Hoffmann and D.F. Snelling. Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences. Springer-Verlag, 117-123.

Dent, D., 1988: The ECMWF model: past, present and future. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed.G-R Hoffmann and D.F. Snelling. Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences. Springer-Verlag, 369-381.

Dent, D., 1988: The multitasking spectral model at ECMWF. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed.G-R Hoffmann and D.F. Snelling. Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences. Springer-Verlag, 203-213.

Dent, D., and M. O'Neill, 1988: Microtasking as a complement to macrotasking. Proceedings of the International Conference on Vector and Parallel Processors in Computational Science III, 25-28 August 1987, Liverpool, UK. Parallel Computing, 8, 149-154.

- Frouin, R., C. Gautier, and J.-J. Morcrette, 1988:** Downward longwave irradiance at the ocean surface from satellite data: Methodology and in situ validation. *J. Geophys. Res.*, 93, 597-619.
- Gage, K.S., Jr., R. McAfee, W.G. Collins, D. Söderman, H. Böttger, A. Radford, and B. Balsley, 1988:** Comparison of winds observed at Christmas Island using a wind-profiling Doppler radar with NMC and ECMWF analyses. *Bull. Am. Meteor. Soc.*, 69,
- Heckley, W.A., G. Kelly and M. Tiedtke, 1988:** On the use of derived heating rates to initialize tropical forecasts. Proceedings of the 18th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, San Diego, 16-19 May 1984. *Amer. Meteor. Soc.*, Boston, Ma, J3-J4.
- Hoffmann, G.-R., and D.F. Snelling (Eds), 1988:** Multiprocessing in Meteorological Models. *Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences*. Springer-Verlag, Berlin etc., XVII, 464 pp.
- Hoffmann, G.-R., and D.F. Snelling, 1988:** A comparative study of libraries for parallel processing. Proceedings Vector and Parallel Processors in Computational Science, III. Liverpool, 24-29 August 1987. *Parall. Comp.*, 8, 255-266.
- Hoffmann, G.-R., and D.F. Snelling, 1988:** A comparative study of the ECMWF weather model on several multiprocessor architectures. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed. G-R Hoffmann and D.F. Snelling. *Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences*. Springer-Verlag, 419-432.
- Hoffmann, G.-R., N. Swartzrauber and P.R.A. Sweet, 1988:** Aspects of using multiprocessors for meteorological modelling. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed. G-R Hoffmann and D.F. Snelling. *Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences*. Springer-Verlag 125-196.
- Jarraud, M., A.J. Simmons and M. Kanamitsu, 1988:** Sensitivity of medium-range weather forecasts to the use of an envelope orography. *Q. J. Roy. Meteor. Soc.*, 114, 989-1025.
- Krishnamurti, T.N., H.S. Bedi, W. Heckley and K. Ingles, 1988:** Reduction of spinup time for evaporation and prediction in a spectral model. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 907-920.
- Maretis, D.K., 1988:** Multiprocessors: requirements and perspectives. Summary of the discussion. Multiprocessing in Meteorological Models. Ed. G-R Hoffmann and D.F. Snelling. *Topics in Atmospheric and Oceanographic Sciences*. Springer-Verlag, 433-438.
- Molteni, F., A. Sutera, and N. Tronci, 1988:** The EOF's of the geopotential eddies at 500 mb in winter and their probability density distributions. *J. Atmos. Sci.*, 45, 3063-3080.
- Morcrette, J.-J., 1988:** Comparison of satellite-derived and model-generated diurnal cycles of cloudiness and brightness temperatures. *Advances in Space Research*,
- Pailleux, J., 1988:** Recent developments in the use of satellite data for numerical weather prediction. 7th Meteosat Scientific Users' Meeting, Madrid, 27-30 September 1988.
- Palmer, T.N., 1988:** Analogues of potential vorticity in electrically conducting fluids. *Geophys. and Astrophys. Fluid Dynamics*, 40, 133-145.
- Palmer, T.N., 1988:** Medium and extended range predictability, and stability of the PNA mode. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 114, 691-713.
- Palmer, T.N. and S. Tibaldi, 1988:** On the prediction of forecast skill. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 2453-2480.
- Palmer, T.N., 1988:** Large-scale tropical, extratropical interactions on timescales of a few days to a season. 1988. *Aust. Met. Mag.*, 36, 107-125.
- Radford, A.M., 1988:** ECMWF monitoring of aircraft wind observations. 3rd Aeronautical Satellite Communications Trials Group Meeting, 14-16 December 1987. March 1988.
- Reed, R.J., A. Hollingsworth, W.A. Heckley, and F. Delsol, 1988:** An evaluation of the performance of the ECMWF operational system in analyzing and forecasting tropical easterly wave disturbances over Africa and the tropical Atlantic. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 824-865.
- Reed, R., E. Klinker, A. Hollingsworth, 1988:** The structure and characteristics of African easterly wave disturbances as determined from the ECMWF operational analysis/forecast system. *Meteor. Atmos.* 38, 22-33.
- Reed, R.J., A.J. Simmons, M.D. Albright, and P. Unden, 1988:** The role of latent heat release in explosive cyclogenesis: three examples based on ECMWF operational forecasts. *Weather and Forecasting*, 3, 217-229.
- Simmons, A.J., 1988:** Barotropic instability, and anomalies of the extratropical northern hemisphere winter circulation. *Pontificae Academia Scientiarum, Scripta Varia*, 69, 437-468.
- Stappeler, J., 1988:** A finite element spectral weather forecast model in hybrid coordinates. *Computers and Mathematics, Ser. B*, 16, 23.
- Stappeler, J., 1988:** A cubic spline Galerkin method for vertical discretization of numerical weather prediction models. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 114, 1549.
- Swinbank, R., Palmer, T.N. and Davey, M.K., 1988:** Numerical simulations of the Madden and Julian oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 45, 774-788.

Simmons, A.J., and D. Dent, 1988: Development of higher resolution atmospheric models for medium-range weather prediction. Science and Engineering on Cray Supercomputers. Proceedings of the Fourth International Symposium. Cray Res., 1-24.

Slingo, J., U.C. Mohanty, M. Tiedtke, and R.P. Pearce, 1988: Tropical forecasting at ECMWF: the prediction of the 1979 summer monsoon onset with modified parameterization schemes. Mon.Wea.Rev., 116, 328-346.

Sommeria, G. and J. Pailleux, 1988: La prévision météorologique avec les ordinateurs modernes. La Vie des Sciences - Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Série Générale Tome 4, no.5, 379-403.

Sommeria, G., 1988: Parametrisation of the planetary boundary layer in large-scale atmospheric models. Physically based Modelling and Simulation of Climate and Climatic Change, ed. by Schlesinger. NATO ASI Series, Vol.243, 331-374.

Sommeria, G., 1988: Tropical forecasts at ECMWF and their sensitivity to parametrisation schemes. WMO Meeting on Tropical Meteorology. WMO Report No.228, 155-167.

Steppeler, J., 1988: A Galerkin finite element spectral weather forecast model in hybrid coordinates. Int.J.Comput.&Math.with Applic. Submitted.

Tiedtke, M., 1988: Parameterization of cumulus convection in large-scale models. In: Physically-based modelling and simulation of climate and climate change. Ed. M.Schlesinger. D. Reidel, Hingham, Mass.

Tiedtke, M., W.A. Heckley, and J. Slingo, 1988: Tropical forecasting at ECMWF: the influence of physical parametrization on the mean structures of forecasts and analysis. Q.J.Roy.Meteor.Soc., 114, 639-664.