

Des débuts en France de la prévision numérique
opérationnelle au projet AMETHYSTE

From the beginnings in France of operational numerical
prediction to the AMETHYSTE project

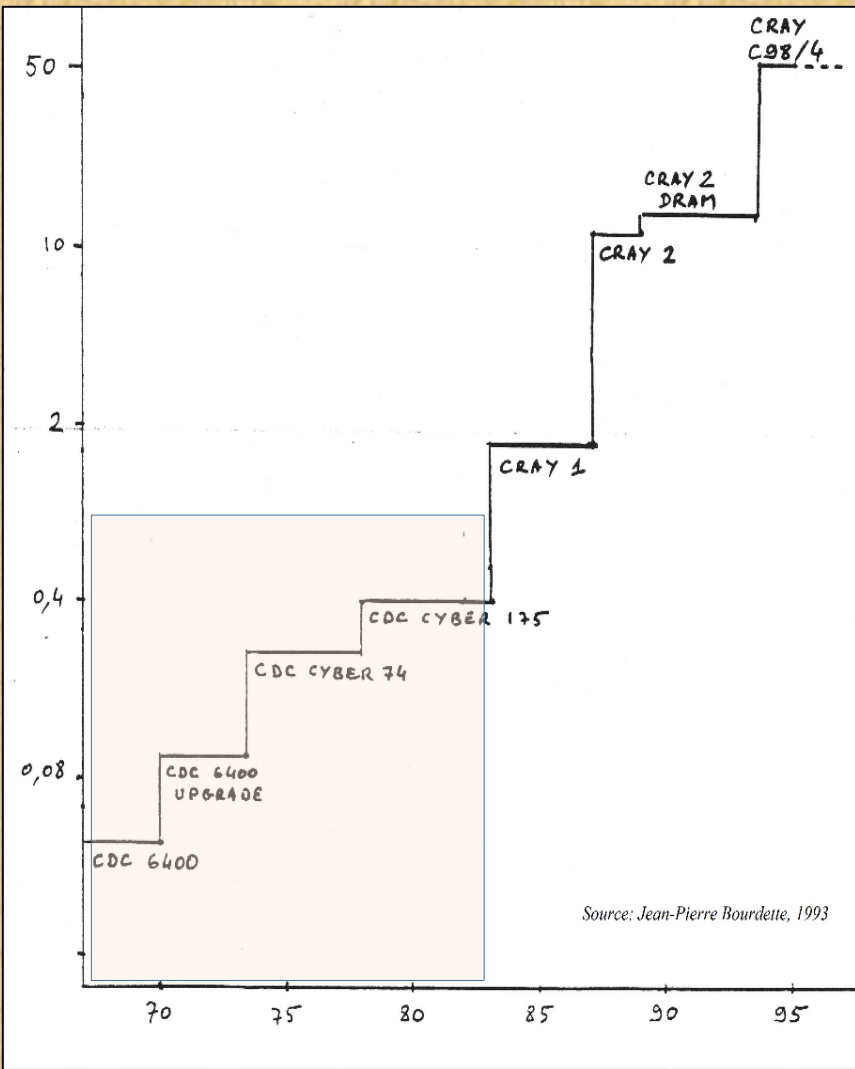
1968-1983

Daniel Rousseau

1968

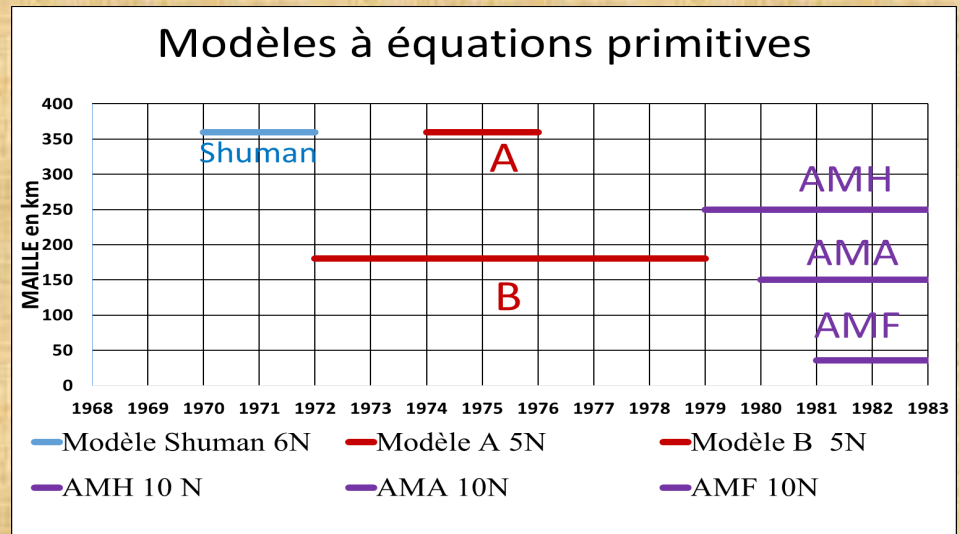
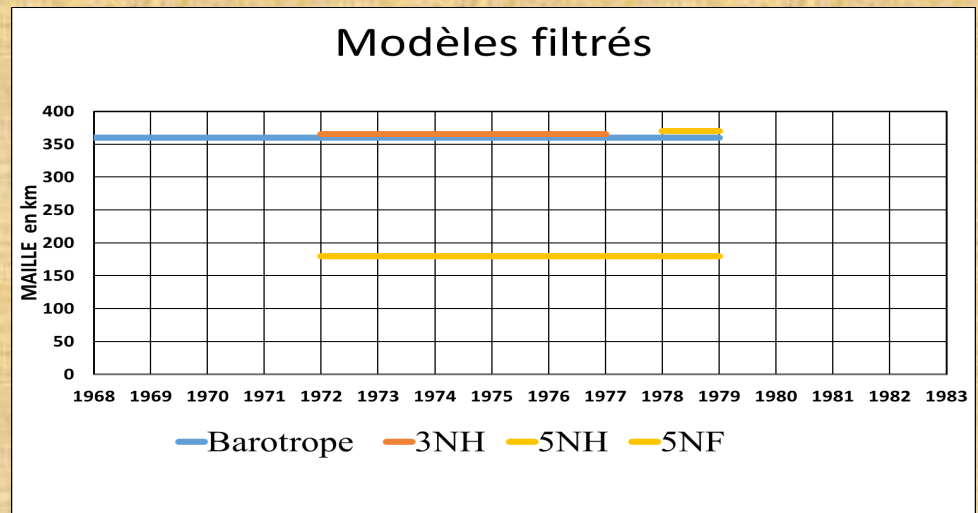


Source: L'informatique, juillet 1970

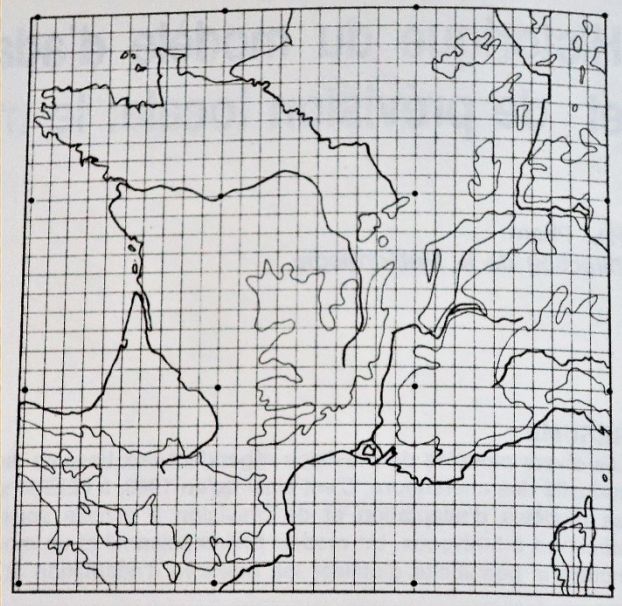


COMPUTERS

First years of the operational numerical weather prediction in France (1968-1976)



MODELS



C

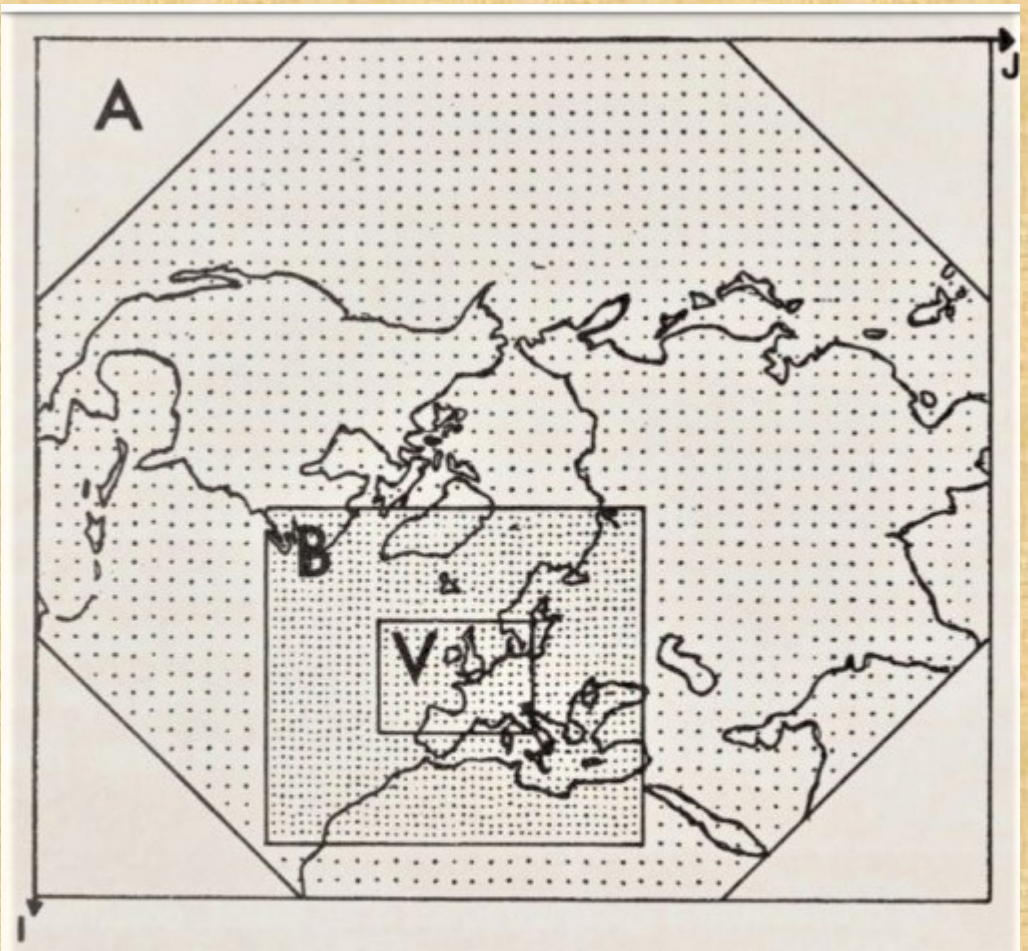
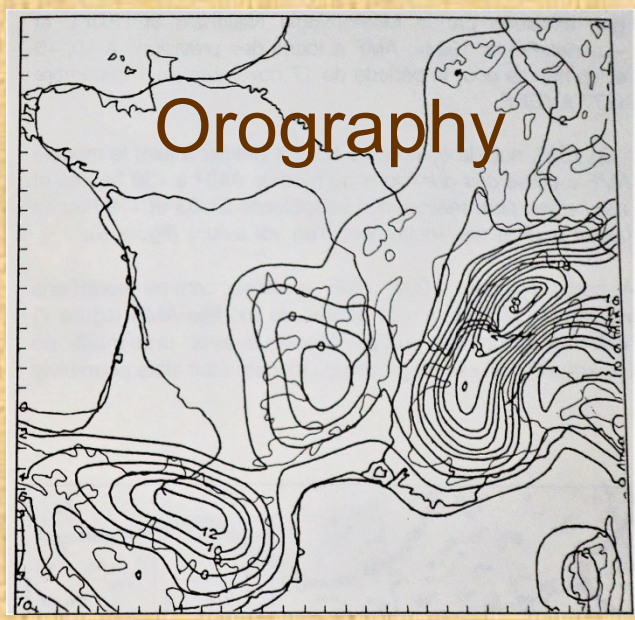


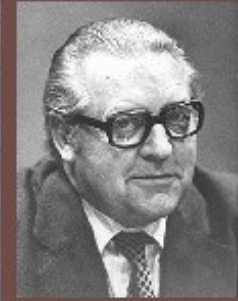
Fig. 1 : Grilles de calcul A et B et domaine de vérification V. Les points de la grille A ne sont indiqués que dans l'octogone où l'on dispose d'analyses.

DOMAINS

First years of the operational numerical weather prediction in France
1968-1976



April 19, 1974



**Axel
WIIN-NIELSEN**



**Jean
LABROUSSE**



**Bernard
GOSSET**



**Robert
PONE**



**Jean
LEPAS**



**Daniel
ROUSSEAU**

Celebration of the cooperation agreement April 19, 1974



Here started the ECMWF-French “Météorologie Nationale” cooperation on April 19, 1974



The same place now

1975

LE RAYONNEMENT EN METEOROLOGIE DYNAMIQUE

PLAN DU COURS

	page
1. <u>Introduction à l'étude du rayonnement en météorologie</u>	1
1.1. Pourquoi le rayonnement en météorologie?	1
1.2. Généralités	1
1.3. Le point de vue théorique	6
1.4. Les notions de base	7
2. <u>L'équation du transfert radiatif</u>	10
2.1. Définitions: luminance et flux	10
2.2. Conditions particulières en météorologie	11
2.3. L'extinction	12
2.4. La diffusion	13
2.5. Le rayonnement propre	14
2.6. L'équation complète	14
2.7. Conditions aux limites	15
3. <u>Etude générale des phénomènes physiques intervenant dans le transfert radiatif</u>	16
3.1. Généralités	16
3.2. Les lois de l'émission	16
3.3. Réflexion à la limite inférieure de l'atmosphère	19
3.4. Diffusion et absorption par les particules atmosphériques	20
3.5. Diffusion par les gaz	24
3.6. Absorption par les gaz	26
4. <u>Répartitions verticales et spectres de taille des absorbants atmosphériques</u>	34
4.1. Répartitions verticales des principaux gaz absorbants	34
4.2. Répartitions verticales des particules atmosphériques	37
4.3. Spectres de taille des particules atmosphériques	38
5. <u>Etude physique du rayonnement de courtes longueurs d'onde</u>	41

	page
5.1. Répartition spectrale du rayonnement solaire à la limite supérieure de l'atmosphère	41
5.2. Répartition spectrale et intensité de l'effet des divers agents	42
5.3. L'albédo du sol	51
6. <u>Etude mathématique du rayonnement de courtes longueurs d'onde</u>	53
6.1. Géométrie du problème	53
6.2. Absorption monochromatique	54
6.3. Diffusion et absorption monochromatiques	55
6.4. Intégration spectrale	60
7. <u>Etude physique du rayonnement de grandes longueurs d'onde</u>	62
7.1. Répartition spectrale et intensité de l'effet des divers agents	62
7.2. Pouvoir émetteur du sol	66
8. <u>Etude mathématique du rayonnement de grandes longueurs d'onde</u>	67
8.1. Absorption monochromatique	67
8.2. Diffusion et absorption monochromatiques	70
8.3. Simplification pour les nuages et le sol	72
8.4. Intégration spectrale	73
9. <u>Conception d'un modèle de rayonnement</u>	76
9.1. Généralités	76
9.2. Problèmes pour le rayonnement solaire	77
9.3. Problèmes pour le rayonnement thermique	84
10. <u>Quelques résultats d'un modèle de rayonnement</u>	90
10.1. Quels résultats?	90
10.2. Quelques remarques	100
11. <u>Sondages atmosphériques indirects</u>	102
11.1. Principe	102

	page
11.2. Les méthodes de linéarisation	104
11.3. Méthode itérative de résolution directe	106
11.4. Répartitions verticales des absorbants	106
11.5. Résultats	107
12. <u>Revue des problèmes posés actuellement par le rayonnement en météorologie</u>	109
12.1. Coût des calculs de rayonnement	109
12.2. Manque d'information	112
12.3. Les phénomènes de couplage	114
12.4. Conclusion	116

ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE

MAI 1975

JF GELEYN

1976

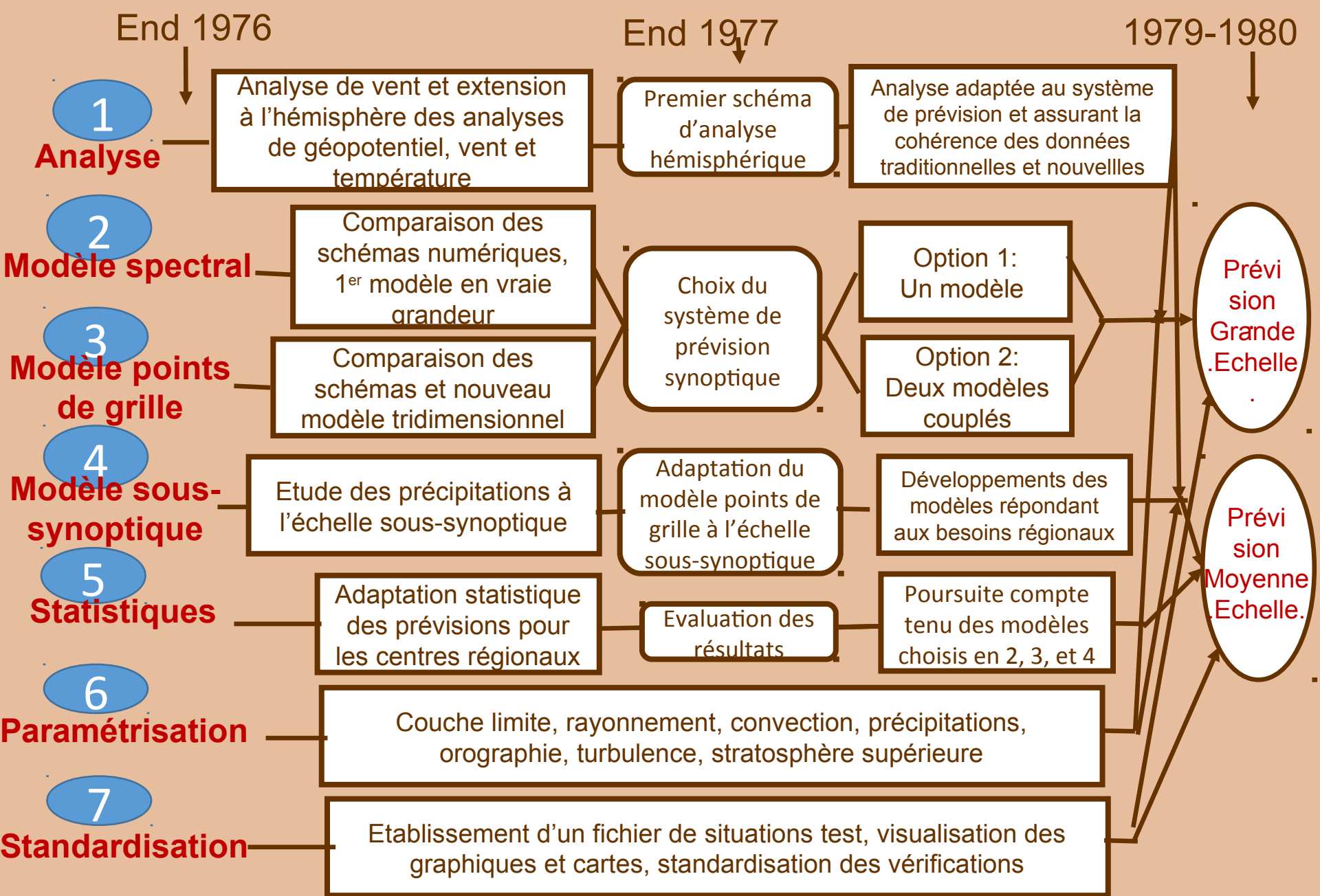
**Sensibilité d'un
modèle à équations
primitives grande
maille (5N)
à la modification de
certains facteurs**

(d'après A. Robert)

*Evaluation rapportée à
la variance moyenne
de l'erreur à 24h
sur la 500 mb sur
l'Amérique du Nord*

Maille fine (200km)	35%
Montagnes	27%
Précipitations	18%
Résolution verticale fine (10N)	15%
Observation	13%
Viscosité	11%
Frottement/ Pas de frottement	8%
Convection	6%
Initialisation	4%
Maille ultra-fine	4%
Rayonnement	3%
Montagnes plus ou moins adoucies	3%
Seuil précipitations	2%
Résolution verticale ultra-fine	2%
Conditions aux limites	2%
Frottement linéaire/non-linéaire	1%
Intégration temporelle	1%

First years of the operational numerical weather prediction in France
1968-1976



AMETHYSTE Project

Notes techniques de l'Établissement d'Études et de Recherches Météorologiques

N°36- PROJET AMETHYSTE cahier n°1. Le modèle de prévision en points de grille. Partie dynamique

Jean COIFFIER, Danièle DECAM, René JOURDAIN, Jean LEPAS, Hong-Le PHAM, Daniel ROUSSEAU

Octobre 1979

N° 37- PROJET AMETHYSTE cahier n°2. Le modèle de prévision. Partie physique

Jean LEPAS, Guy LE GOFF, Gérard DE MOOR, Luc MUSSON GENON, Marie-Claire PIERRARD, Jean-Pierre ROCAFORT, Daniel ROUSSEAU

Octobre 1979

N° 56- PROJET AMETHYSTE cahier n°3. Le modèle à 15 niveaux. Application à la prévision numérique sur les données de l'expérience E.T.G.A.

Yves BIDET, Bernard BRET, Georges DHONNEUR, François DUVERNET, René JOURDAN, Jean LEPAS, Serge PLANTON

Mars 1980

N° 53- PROJET AMETHYSTE cahier n°4. Un schéma opérationnel d'analyse objective par interpolation optimale

Paul BETOUT, Yves DURAND, Jean PAILLEUX.

Juillet 1980.

N° 76- PROJET AMETHYSTE cahier n°5. Présentation d'un modèle spectral de simulation des mouvements atmosphériques à grande échelle

Michel ROCHAS, Germaine ROCHAS, Jean-Pierre MITTELBERGER, Jean-François ROYER, Yves ERNIE

Juillet 1980

AMETHYSTE Project

Notes techniques de l'Établissement d'Études et de Recherches Météorologiques

N° 81- PROJET AMETHYSTE cahier n°6. Adaptation statistique des sorties du modèle « AMETHYSTE » pour la prévision locale de températures extrêmes et d'occurrences de précipitation par la méthode de prévision parfaite.

Jean-Michel VEYSSEIRE

Octobre 1980

N° 85- PROJET AMETHYSTE cahier n°7. Le modèle de prévision en points de grilles. Expérimentation et résultats

Bernard BRET, Jean COIFFIER, Danièle DECAM, Marie-Claire PIERRARD

Janvier 1981

Notes de travail de l'Établissement d'Études et de Recherches Météorologiques

N° 26- Développements et résultats de l'analyse objective opérationnelle SAPHIR

Jean PAILLEUX, Mathieu NURET, Yves DURAND, Paul BETOUT

Février 1982

N° 53- Adaptation dynamique des prévisions. Le modèle AMF.

Daniel ROUSSEAU, Hong-Le PHAM

Juillet 1983.

Operational

AMH: 4/04/1979

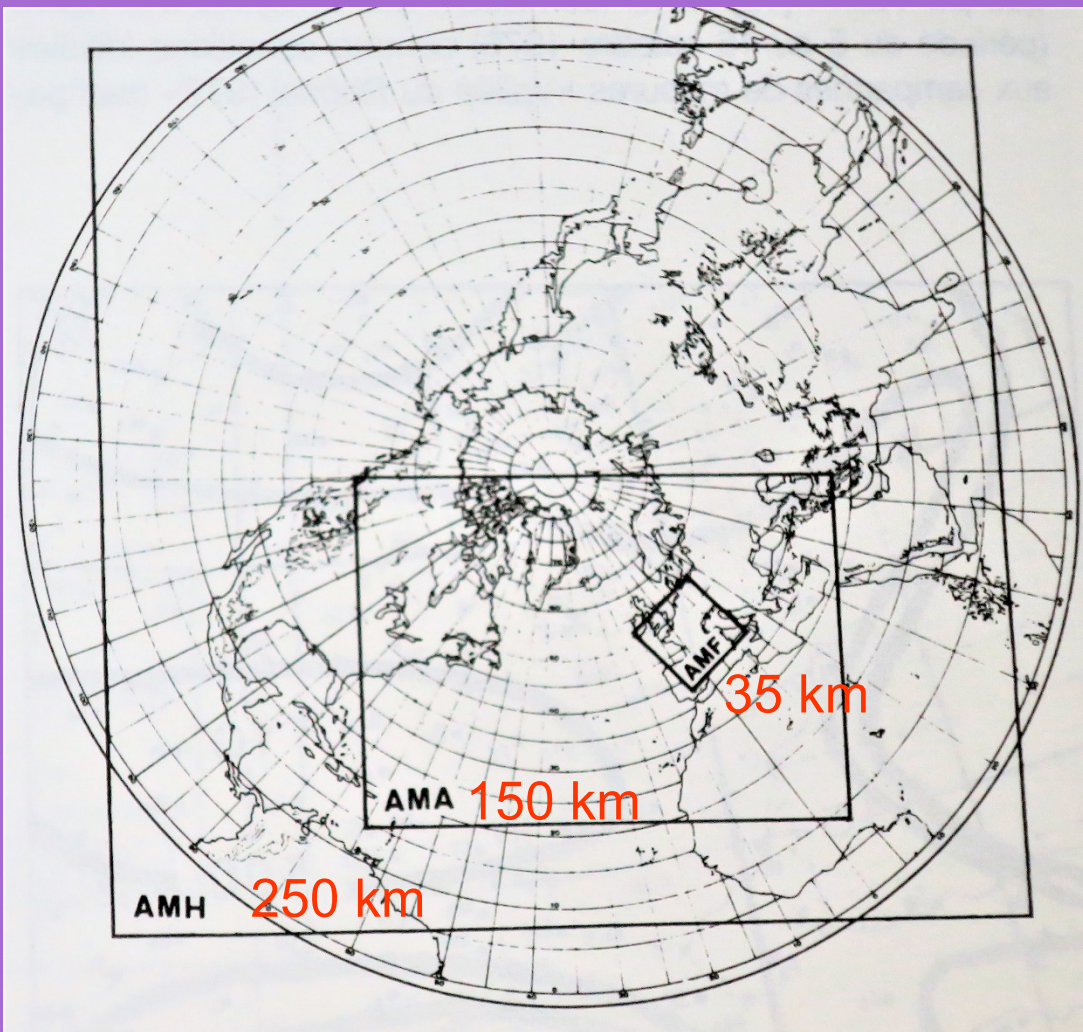
AMA: 06/11/1979

AMF: 08/1980

Sisyphé: 12/1/1983

Saphir: 02/1981

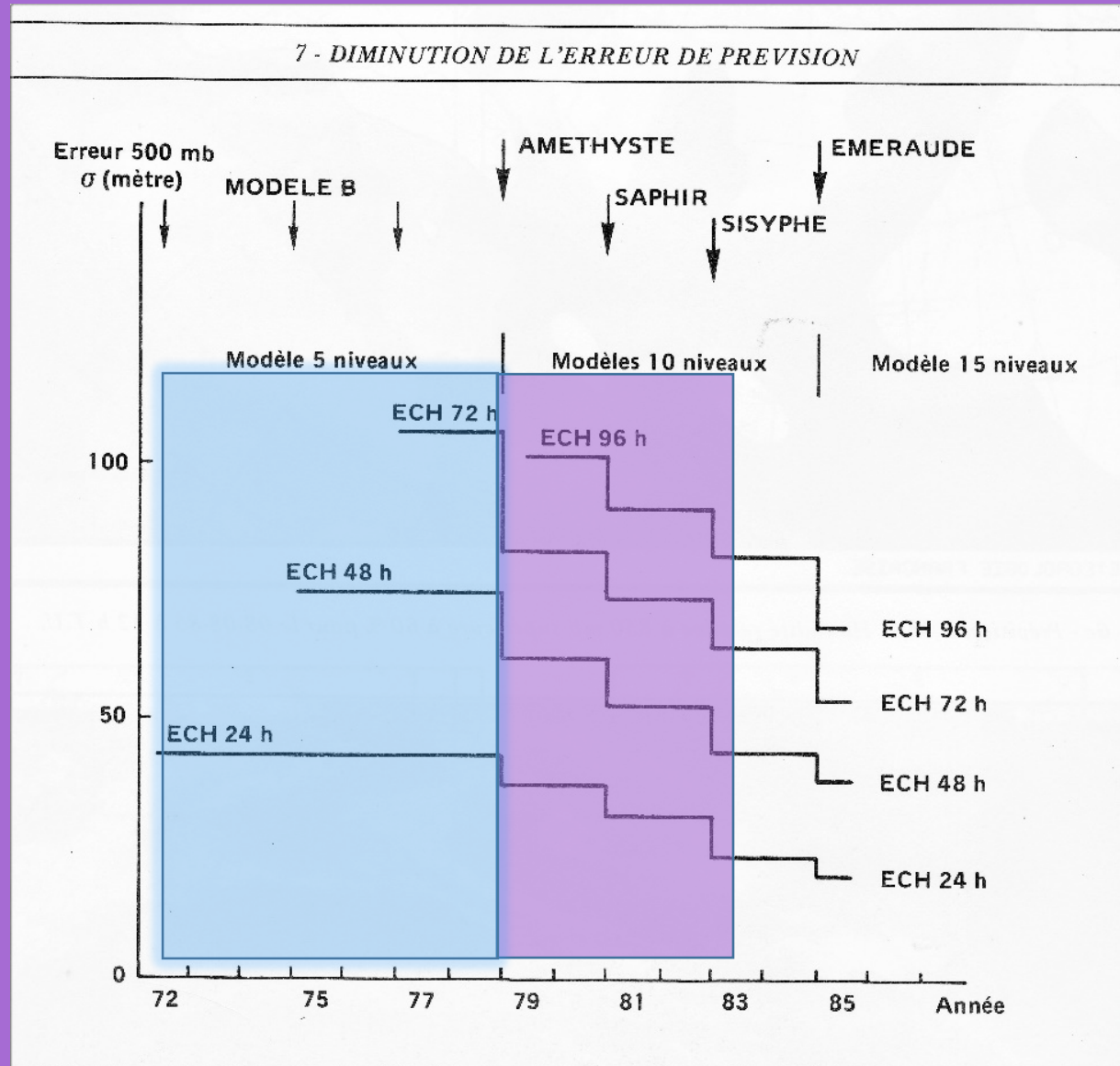
Statistiques PP:
04/1979



Domain & mesh size

AMETHYSTE Project

1983



Après la mise en exploitation de 1979 à 1980 des modèles de prévision AMH, AMA, AMF de nouvelles perspectives s'ouvrent:

- Les techniques spectrales deviennent plus performantes
- L'initialisation par modes-normaux permet une meilleure prise en compte des observations de vent

AMH → Sisyphé → Projet EMERAUDE

- La disponibilité de moyens de calcul plus puissant au CEPMMT et la possibilité d'utiliser le CRAY 1 permettent de tester des définitions horizontales comme verticales plus fines, et d'introduire une physique plus élaborée, en liaison avec le CEPMMT
- Utiliser un modèle de même définition que le modèle d'adaptation AMF devient envisageable. Pour ce modèle l'utilisation directe des radiances satellitaires TOVS est mise au point

AMF → Projet PERIDOT

- C'est en 1985 que le couple EMERAUDE-PERIDOT à 15 niveaux remplacera opérationnellement les modèles AMETHYSTE à 10 niveaux

After the operation beginnings of the **AMH, AMA, AMF** forecast models from 1979 to 1980, new perspectives opened up:

- Spectral techniques are becoming more efficient
- Initialization by normal modes allows better consideration of wind observations

AMH → Sisyphé → **EMERAUDE** Project

The availability of more powerful computing means at ECMWF and the possibility of using CRAY 1 allow to test finer horizontal and vertical definitions, and to introduce more sophisticated physics, in conjunction with ECMWF

Using a model with the same definition as the AMF adaptation model becomes possible. For this model, the direct use of TOVS satellite radiances is developed

AMF → **PERIDOT** Project –

It was in 1985 that the 15-level **EMERAUDE-PERIDOT** couple replaced the 10-level **AMETHYSTE** models operationally

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Daniel Rousseau