

# Evaluation de la méthode de cisaillement vertical des vents utilisée dans la prévision de la date de démarrage de la saison pluvieuse 2010: cas des stations synoptiques du Niger.



**OUSMAN BAOUA**

Tech Degree in Meteorology  
Federal University of Technology, Akure  
(Republic of Nigeria)

**ADAMOU SAYRI YOUNOUSSA**

Ingénieur d'Etat en Météorologie  
Institut Hydro-météorologique de Formation et de Recherche d'Oran  
(République d'Algérie)

**Article publié le 2 novembre 2022**

## Résumé :

Une méthode dynamique de prévision de la date de démarrage de la saison d'hivernage 2010, basée sur le cisaillement des vents a été expérimentée sur les stations synoptiques du Niger. L'objectif visé à travers cette étude est d'évaluer l'efficacité de cette méthode en comparant les dates de démarrage prévues à celles des dates réelles des semis enregistrées au niveau des différentes stations synoptiques.

Cette méthode dynamique de cisaillement des vents repose sur deux techniques différentes mais complémentaires qui consiste à utiliser

d'une part la moyenne hebdomadaire des vitesses des vents à 300-400 hpa ( $\Delta U_L$  et  $\Delta U_m$ ), et d'autre part la direction des vents à 700-1000 hpa (cisaillement vertical).

Les résultats de ce travail de recherche ont montré une corrélation assez étroite entre les dates de démarrage réelles observées et celles prévues par la technique des moyennes des vents en altitude. C'est ainsi que les dates de démarrage de la saison d'hivernage 2010 prévues pour les stations de Tahoua, Maradi et Birni N'Konni étaient pour le 2 juin alors que celles des semis étaient pour le 3 juin. De plus, pour les stations de Gaya et Tillabéry la date de semis a coïncidé avec celle prévue (respectivement le 14 mai et le 2 juin). Néanmoins, pour les stations de Dosso, Gouré et Niamey les dates de semis ont précédé celles prévues de 72 heures. Il est à noter aussi que la prévision faite sur Zinder a accusé un retard d'une semaine alors que pour celles des stations de Mainé Soroa, Magaria et N'Guigmi le retard était de deux semaines.

Cependant, la prévision des dates de démarrage relatives à la technique de changement brusque des directions des vents présente un écart significatif par rapport aux dates des semis observées.

## Abstract :

A dynamic method of prediction of the onset of 2010 rainy season, based on the vertical wind shear method was experimented over Niger synoptic stations. The principal objective of this study is to evaluate the efficiency of this method by comparing the onset predicted dates with the ones really observed and recorded (planting dates) at the synoptic stations.

This dynamic vertical wind shear method relies on two different but complementary techniques. The first technique deals with the used of the mean weekly wind velocity at 300-400 hpa ( $\Delta U_L$  et  $\Delta U_m$ ), whereas the second one used the wind direction (wind shear) at 700-1000 hpa.

The result of this research work shows a fairly close correlation between real starting dates of 2010 rainy season observed and those predicted by the technique of wind speed aloft. Hence, the analysis reveal that the onset dates predicted by the used of the mean wind velocity for Tahoua, Maradi and Birni N'Konni was for the 2<sup>nd</sup> june whereas the recorded date was for the 3<sup>rd</sup> june. In addition, Gaya and Tillabery dates of seeding coincide with the predicted dates (respectively Mai 14 and 2<sup>nd</sup> june).

Nevertheless, for the stations of Dosso, Gouré and Niamey the real planting date preceded the predicted one by three days. It noticed that the prediction made for Zinder station was delayed by a week compared to the recorded one. Also, the predicted onset dates for Mainé Soroa, Magaria and N'Guigmi preceded the planting dates by 2 weeks.

## Introduction :

La pluviométrie joue un rôle crucial dans le développement économique du Niger. A cet effet, toute perturbation dans le déroulement de la saison d'hivernage, qu'il s'agisse du retard dans le démarrage, des poches de sécheresse et de l'arrêt précoce des pluies présente de lourdes conséquences sur la production agricole, accentuant ainsi la vulnérabilité de la population face à l'insécurité alimentaire.

Cependant, l'installation de la saison pluvieuse au Sahel en général et particulièrement au Niger, dépend de l'épaisseur de la mousson humide. Les études menées par Omotosho (1988), ont révélé que plus de 95% des précipitations enregistrées au Sahel sont délivrées par les lignes de grains et les orages. En effet, pendant l'été boréal la mousson est épaisse et fraîche, elle arrive sur le continent déjà réchauffé suite à l'intense insolation par voie de conséquence, cette mousson se réchauffe elle-même et devient rapidement instable, d'où la fréquence élevée des systèmes convectifs. De plus, le développement de ces systèmes de mésoéchelles dépend aussi du cisaillement vertical des vents associé au Jet Est Africain (AEJ).

Par conséquent, la présente méthode de prévision dynamique de la date de début d'hivernage qui prend en considération les paramètres météorologiques locaux (vents, température et humidité), pourrait être substituée à long terme aux modèles de circulation générale (MCG) dont la résolution horizontale est assez large et inadéquate pour la représentation des événements météorologiques extrêmes localisés.

La présente technique basée sur le cisaillement vertical des vents, expérimentée sur 13 des 15 stations synoptiques de la République du Niger (fig 1) est certes un challenge qui pourrait être une bonne approche dans la prévision des dates de démarrage, de fin et aussi d'estimation des quantités de pluie à espérer. Il est cependant important de rappeler que cette méthode a été pendant longtemps appliquée dans la prévision saisonnière des stations du Nigeria, Omotosho (1978, 1980, 1988).

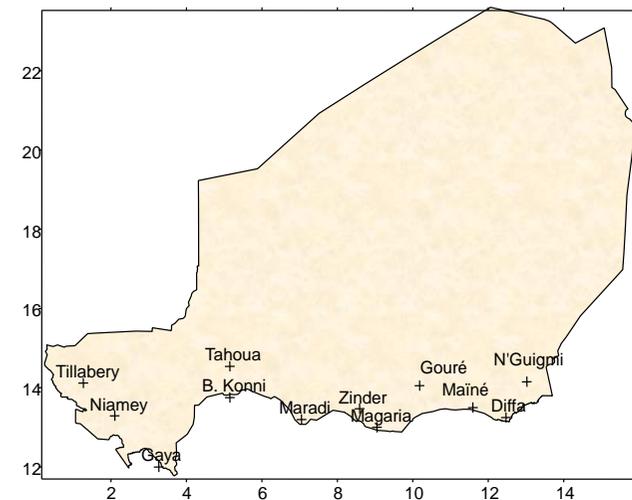


Fig1: Stations synoptiques sur lesquelles la prévision numérique a été faite

## Matériels et méthodes :

### Matériels :

Il s'agit des données simulées et journalières des vents des stations synoptiques (vitesse et direction) à 12h00 TU du 1<sup>er</sup> février au 17 mai 2010. De ce fait, la première technique basée sur la moyenne hebdomadaire des vitesses des vents fait appel à la composante (U) des couches moyennes (700-1000 hpa) et des couches supérieures (300-400 hpa). Par contre, la deuxième méthode qui fait référence au changement brusque de direction des vents (d'Ouest en Est) utilise aussi les données à 300, 400 et 700 hpa. Simultanément, des données observées des différentes dates de semis et les quantités de précipitation enregistrées ont été collectées au niveau de la Division Agrométéorologiques.

Il est à noter que pour la présente étude, des données des 13 stations synoptiques ont été analysées sur les 15 car Les stations d'Agadez et de Bilma n'ont pas été prises en compte du fait de leurs situations géographiques par rapport à la migration septentrionale du Front Inter Tropical (FIT).

## Méthodologie :

Les critères ou les conditions de détermination de la date de début de la saison des pluies à travers le temps et l'espace ont toujours suscité des réactions diverses allant parfois jusqu'à la contradiction totale. Pour la présente étude, il est utilisé comme critère de démarrage de la saison pluvieuse : un cumul pluviométrique supérieur ou égale à 20 mm en 1, 2 ou 3 jours consécutif à partir du 1<sup>er</sup> avril.

S'agissant de La méthode de cisaillement des vents elle repose sur deux approches à savoir :

1. La technique basée sur les vitesses moyennes des vents ( $\Delta u_1$  et  $\Delta u_m$ ) à 300-400 hpa et 700-1000 hpa : cette technique met en exergue le cisaillement des vents qui est un bon indicatif dans la prévision des activités pluvio-orageuses d'une part et dans la détermination de la date probable de début de la saison d'hivernage. Par conséquent, les conditions suivantes doivent être satisfaites :

$$-20 \leq \Delta u_1 \leq -5 \quad \dots\dots\dots \text{eqn(1)}$$

$$0 \leq \Delta u_m \leq 10 \quad \dots\dots\dots \text{eqn(2)}$$

$\Delta u_1$  : différence 700 hpa – 1000 hpa

$\Delta u_m$  : différence 400 hpa – 300 hpa

L'équation .....eqn(2) n'est vérifiée que si les vents à 300 et 400 hpa tous changent de direction d'Ouest en Est.

L'équation .....eqn(1) ne peut aussi être satisfaite et maintenue si et seulement si les vents en surface persistent sur la direction Sud-Ouest. Ce flux océanique qui est la mousson apportée à l'intérieur des continents un capital d'eau précipitable, mis en valeur par l'évolution dynamique interne de l'atmosphère. De ce fait, si eqn(1) reste satisfaite sur les trois semaines (probablement ce qui permettra aux vents en altitude de se stabiliser), alors le début de la saison d'hivernage est projeté de 2 à 3 semaines en avant. C'est-à-dire 6 à 7 semaines (en moyenne 40 jours) dès que les conditions régissant les eqn(1) et eqn(2) sont satisfaites.

2. La technique de cisaillement des vents (direction) en altitude : les analyses des séries temporelles des données journalières à 700, 400 et 300 hpa ont révélé un changement brusque des directions des vents d'Ouest en Est pour des raisons inconnues avant de retrouver quelques semaines plus tard leurs directions Ouest. Ainsi, à partir de ce jour de cisaillement des vents, le démarrage de la saison des pluies est prévu 72 jours en avant.

## Résultats et discussion :

Les séries temporelles des moyennes des vents en altitude (fig1a, fig1b, fig1c, fig1d, fig1e, fig1f, fig1g) ont permis de déterminer à la fois les dates de cisaillement des vents et aussi les dates où les conditions  $\Delta u_1$  et  $\Delta u_m$  sont vérifiées. C'est ainsi que les dates probables de démarrage de la saison d'hivernage 2010 pour les stations synoptiques analysées sont prévues 40 jours en avant à partir du jour où les conditions  $\Delta u_1$  et  $\Delta u_m$  sont vérifiées. Les treize (13) stations synoptiques ayant été réparties sur une résolution spatiale bidimensionnelle (latitude, longitude) de 2.5° sur 2.5°, d'où un regroupement de deux à trois stations synoptiques présentant une date de démarrage uniforme (fig1c, fig1d, fig1f, fig1g).

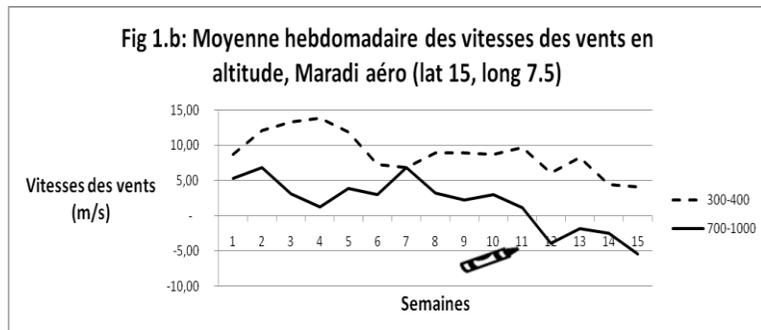
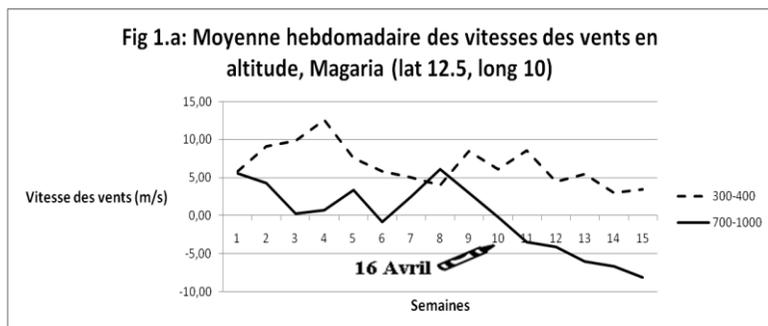
Une analyse approfondie des différentes dates de démarrage prévues par la technique des moyennes de vents comparativement à celles des semis observées (tableau 1) montrent une nette corrélation entre ces deux dates. Ainsi, les dates de démarrage de la saison d'hivernage 2010 prévues pour les stations synoptiques de Tahoua, Maradi et Birni N'Konni étaient pour le 2 juin, alors que les dates de semis réelles observées étaient pour le 3 juin. De plus, pour les stations de Gaya et Tillabéry la date de semis a coïncidé avec celle prévue (respectivement le 14 mai et le 2 juin). Néanmoins, pour les stations de Dosso, Gouré et Niamey, les dates de semis ont précédé celles prévues de 72 heures. Il est à noter d'une part que seule la station de Zinder a enregistré un retard d'une semaine par rapport à la date réelle des semis alors que celles de Mainé Soroa, Magaria et N'Guigmi ont connues un retard de plus de deux semaines.

Une analyse approfondie de toutes les dates où les conditions de  $\Delta u_1$  et  $\Delta u_m$  sont satisfaisantes, le cisaillement des vents intervient en avril voir même au mois de mai (fig1a à fig1g). Ce qui confirme cette logique de la dynamique météorologique ouest africaine, celle qui met en exergue les basses pressions des latitudes moyennes (les talwegs). Les analyses ont démontré aussi que pour les stations synoptiques de Tahoua, Maradi et Birni N'Konni dont les dates de semis observées étaient pour le 3 juin alors que celles prévues étaient pour le 2 juin, le cisaillement des vents en altitude est intervenu à la 12<sup>eme</sup> semaine.

Les analyses des figures (fig2a, fig2b, fig2c, fig2d, fig2e, fig2f, fig2g), mettant en évidence les séries temporelles des directions des vents en altitude ont montré un changement brusque de directions des vents à 300 et 400 hpa. Ces vents qui étaient de composantes Ouest changent subitement en composante Est pendant quelques semaines. A partir de ce

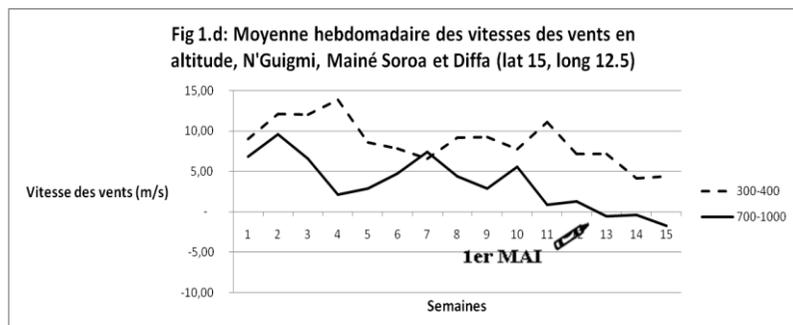
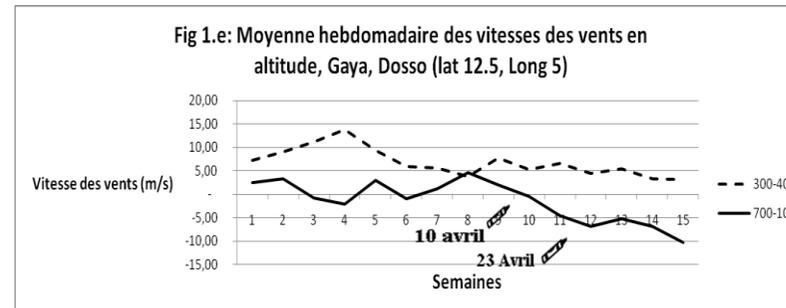
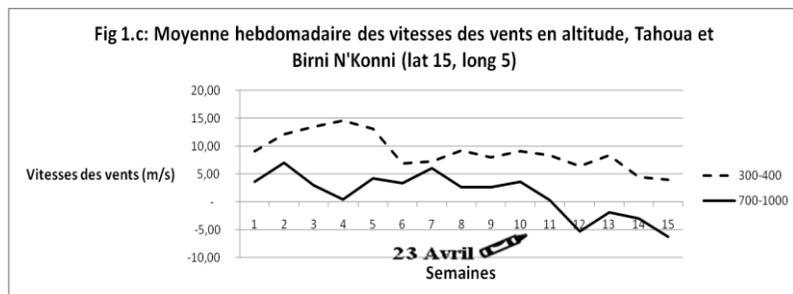
jour de cisaillement vertical, 72 jours sont comptés en avant afin de déterminer la date de démarrage de la saison pluvieuse pour les 13 stations synoptiques prises de façon spécifique.

Contrairement à la technique des moyennes des vents dont les dates de prévision de démarrage de la saison pluvieuse sont très proches de celles des semis, cette deuxième technique de cisaillement vertical utilisant la direction des vents a révélé un écart important entre les dates de démarrage de la saison d'hivernage 2010 et les dates des semis observées (tableau 1). Néanmoins, de façon spécifique les prévisions des stations de Gaya et de Niamey se sont rapprochées des dates de semis (fig2e, fig2f).



**Tableau 1: Comparaison des dates de semis réelles et des dates de démarrage prévues de la saison des pluies 2010 par la méthode dynamique.**

Stations Synoptiques	Technique de la moyenne des vitesses des vents		Date de démarrage réelle de la saison hivernale 2010		Technique de changement brusque des directions des vents	
	Date de vérification des conditions ( $\Delta U_1$ et $\Delta U_m$ )	Date prévue de démarrage : Jour (J+40)	Date de semis	Précipitations enregistrées	Date de cisaillement des vents en altitude	Date prévue de démarrage : Jour (J+72)
Tahoua	23 avril	2 juin	3 juin	31 mm	3 mars	13 mai
Maradi Aéro	23 avril	2 juin	3 juin	31 mm	4 mars	14 mai
Zinder Aéro	26 avril	5 juin	13 juin	33 mm	12 mars	21 mai
Tillabéry	23 avril	2 juin	2 juin	31 mm	6 mars	16 mai
Gaya	10 avril	14 mai	14 mai	27 mm	27 février	9 mai
Niamey	16 avril	20 mai	19 mai	28 mm	6 mars	16 mai
N'Guigmi	1 <sup>er</sup> mai	10 juin	18 juin	34 mm	14 avril	25 juin
Magaria	16 avril	20 mai	3 juin	31 mm	11 mars	20 mai
Birni N'Konni	23 avril	2 juin	3 juin	31 mm	3 mars	13 mai
Mainé Soroa	1 <sup>er</sup> mai	10 juin	18 juin	34 mm	14 avril	25 juin
Diffa	1 <sup>er</sup> mai	10 juin	3 juin	37 mm	14 avril	25 juin
Gouré	26 avril	5 juin	3 juin	31 mm	12 mars	21 mai
Dosso	23 avril	2 juin	29 mai	30 mm	27 février	9 mai

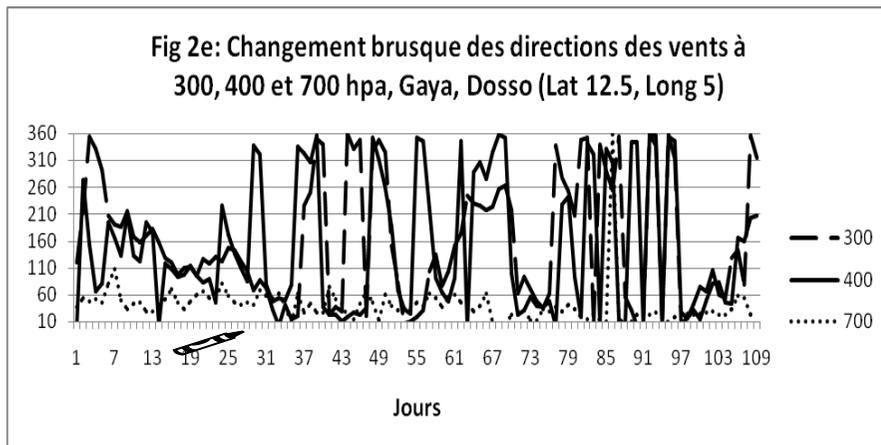


## Conclusion :

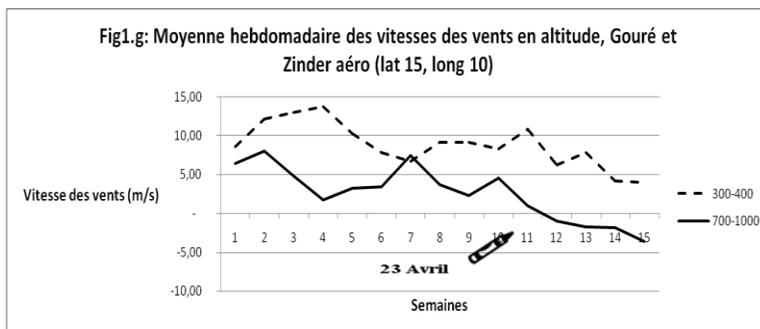
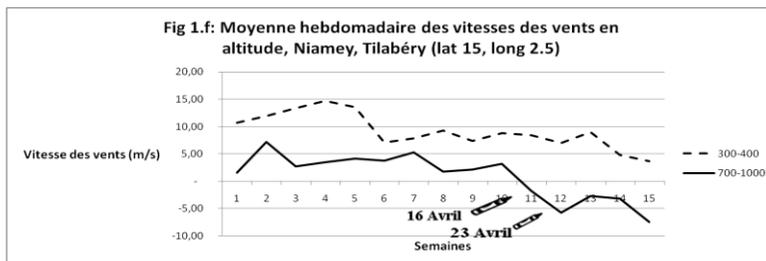
Cette étude de prévision de la date de début de la saison des pluies 2010 sur les stations synoptiques du Niger a permis d'une part d'expérimenter cette méthode dynamique basée sur le cisaillement vertical des vents, et aussi de mesurer son efficacité contribuant ainsi à la recherche d'une technique numérique de prévision la mieux appropriée à notre environnement.

En effet, cette étude comparative des dates prévues de démarrage de saison et celles observées (dates de semis) ont permis de conclure que l'approche se reposant sur la moyenne des vitesses ( $\Delta u_L$  et  $\Delta u_m$ ) donnent une étroite corrélation avec les dates de semis 2010. Ainsi ? il est à noter d'une part une nette corrélation entre les dates de démarrage prévues et celles des semis pour les stations de Gaya et Tillabéry. De plus, les résultats des prévisions sur les autres stations synoptiques ont été aussi très proche des dates réelles observées à l'exception des stations de Mainé Soroa, Magaria et de N'Guigmi. Par contre, les prévisions des dates par la technique du cisaillement vertical (direction des vents) présentent un écart significatif par rapport aux dates de semis.

En définitive, nous pouvons affirmer avec confiance que la technique basée sur la vitesse moyenne des vents en altitude s'avère mieux adaptée dans la prévision de la date de démarrage de la saison pluvieuse 2010 par rapport à la technique mettant en exergue le cisaillement des vents (direction). Cette étude servira sans nul doute d'échantillon pour les prévisions futures des dates de démarrage des saisons pluvieuses sur le Niger.



**Observations Fig 2e** : Date de cisaillement des vents : 27 février  
Date de début de saison hivernale prévue: 9 mai 2010



## Références Bibliographiques :

Aféssimama E.A. (2001) : “The Role of Numerical Weather and Climate Prediction Models-The Benefits and Challenges Ahead in Nigeria”, Proc. Of Workshop on “Meteorology in the 21<sup>st</sup> Century-The Challenge Ahead”, 20-22 March.

Balogun E.E. (1974): The origin of some weather disturbances over West Africa, WASA Conference Dakar, 1974

Eagleman, J.R. (1985): Meteorology, the atmosphere in action, Belmont, California, 1985

Obassi G.O.P. (1966), Atmospheric, synoptic and climatological features of west African region, The Nigerian Meteorological Service, Lagos, Nigeria Technical Note N°.28, 43 pp

Omosho, J.B. (1992), Long-range prediction of the onset and end of the rainy season in the west African Sahel. Int. J. Climatol., 12, 369-382.

Oyediran O., Kayode O. and Feyi O. (2001): Fundamental of Physical and Dynamic Climatology. Pp 193-196, pp 240-245

Sivakumar M.V.K. (1988): Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Soudanian Climatic Zones of West Africa, Agricultural and Forest Meteorology 42: 295-305

WMO (1996b): Guide to Public Weather Services Practices. WMO N°834, Geneva, 106 pp