

**PUBLICATIONS
de l'ASSOCIATION
INTERNATIONALE
DE CLIMATOLOGIE**

1993 - Volume 6



ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE
Institut de Géographie
29, avenue Robert Schuman
13621 AIX-en-PROVENCE Cedex-France

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE

L' Association Internationale de Climatologie a pour but le développement des relations entre les climatologues de langue française par la promotion:

- d'échanges d'information concernant les études climatologiques;
- d'activités scientifiques communes à tous ses membres ;
- de réunions et colloques. Le prochain colloque aura lieu à Toulouse (France), du 14 au 16 septembre 1994 ;
- de la publication de travaux scientifiques : Vol. 1 (1988), Vol. 2 (1989), Vol. 3 (1990), Vol. 4 (1991), Vol. 5 (1992), Vol. 6 (1993).

Son siège a été fixé à l'Institut de Géographie, Université d'Aix-Marseille I, 29 avenue Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence Cedex, France

Association loi 1901, dont la création a été décidée lors du colloque de climatologie tenu à Aix-en-Provence en juin 1988, l'Association Internationale de Climatologie est gérée par un conseil d'administration composé de 12 membres.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

- André HUFTY**, Président, professeur à l'Université Laval de Québec (Canada).
Annick DOUGUEDROIT, Secrétaire, professeur à l'Université d'Aix-Marseille I (France).
Isabelle ROUSSEL, Trésorier, professeur à l'Université de Lille I (France).
Maria-João ALCOFORADO, professeur à l'Université de Lisboa (Portugal).
Gerardo BRANCUCCI, professeur à l'Université de Torino (Italie).
Yamina DJELLOULI, maître de conférences, URBT, Alger (Algérie).
Michel ERPICUM, professeur à l'Université de Liège (Belgique).
Panagiotis MAHERAS, professeur à l'Université de Thessalonique (Grèce).
Janusz PASZYNSKI, professeur à l'Académie des Sciences de Varsovie (Pologne).
Marc PAYEN, ingénieur en Chef de la Météorologie Nationale, Toulouse (France).
Michel ROTEN, professeur aux Universités de Fribourg et de Lausanne (Suisse).
Pascal SAGNA, professeur à l'Université Ca Diop de Dakar (Sénégal).

TABLE DES MATIERES

LA SECHERESSE EN MEDITERRANEE ET DANS LES PAYS ENVIRONNANTS

A PROPOS DE LA SECHERESSE DANS LE BASSIN MEDITERRANEEN	
A. DOUGUEDROIT	15
QUELQUES ASPECTS DES CONDITIONS DE LA SÉCHERESSE DANS LA DOBROUDJA DU SUD (ROUMANIE)	
I. F. MIHAILESCU et I. BUCŞĂ	25
CARACTERES ET MESURE DE LA SECHERESSE EN ALGERIE ORIENTALE	
A. BENSAAD	35
LA SECHERESSE AU COURS DE LA SAISON DES PLUIES EN TUNISIE: ETUDE A PARTIR DES BILANS HYDRIQUES AGROCLIMATIQUES	
L. HENIA	47
DEFICIT PLUVIOMETRIQUE EN FRANCE AU COURS DE L'HIVER 1992-1993	
J. COMBY	57
SECHERESSE ET DYNAMIQUE DE LA CIRCULATION DANS L'HEMISPHERE NORD	
M. LEROUX	69
LES EPISODES SECS LORS DE LA SAISON DES PLUIES DANS LE NORD-OUEST PORTUGAIS	
E. VELHAS	83
ANALYSE DE LA VARIABILITE DE LA SECHERESSE A PARTIR DES DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES	
G. BRANCUCCI et P. NOLA	93
CONSEQUENCE DE LA SECHERESSE DES DEUX DERNIERES DECENNIES SUR LES ECOSYSTEMES NATURELS ALGERIENS	
Y. DJELLOULI et Ph. DAGET	105
LA SECHERESSE DE L'ETE 1992 EN POLOGNE	
B. OLECHNOWICZ-BOBROWSKA	115
LE PHENOMENE RECENT DE SECHERESSE PERSISTANTE ET L'ALIMENTATION EN EAU DE LA CITE D'ATHENES	
I. NALBANTIS, N. MAMASSIS et D. KOUTSOYIANNIS	123
L'INFLUENCE DES PHENOMENES DE SECHERESSE ET D'EXCES D'HUMIDITE SUR L'EVOLUTION DES PAYSAGES DES REGIONS DE PLAINE EN ROUMANIE	
O. BOGDAN	133
EVALUATION PAR TELEDETECTION SATELLITAIRE DE LA SECHERESSE DU SOL EN REGION FORESTIERE MEDITERRANEENNE	
V. PROSPER-LAGET, A. DOUGUEDROIT et J.P. GUINOT	141
L'INCERTITUDE DU REGIME PLUVIOMETRIQUE EN MEDITERRANEE ORIENTALE	
H. KUTIEL	151

VENTS EXTREMES COMME FACTEURS DE CONSTRUCTION DANS LA REGION DE LA JONCTION DE RIO-ANDIRIO, GRECE <i>J. PNEVMATIKOS</i>	423
FROID, PLUIE, NEIGE ET TEMPETES AU PROCHE-ORIENT DURANT L'HIVER 1991-92 <i>Gu. BLANCHET et M. TRABOULSI</i>	433
ETUDE DE JETS DE BASSES COUCHES ET DE JETS D'ALTITUDE ASSOCIES A DES FRONTS FROIDS OBSERVES LORS DE L'EXPERIENCE FRONTS 87 <i>K. LAGOUVARDOS et V. KOTRONI</i>	443
LOCALISATION ET FREQUENCE DES CELLULES DE PRESSION DANS L'ATLANTI- QUE NORD, L'EUROPE OCCIDENTALE ET LE NORD DE L'AFRIQUE (1983-1992) <i>P. DORTA, M^e.V. MARZOL, P. VALLADARES</i>	453
OSCILLATION DE QUATRE MOIS DE L'OZONE TOTAL EN EUROPE CENTRALE <i>A. VLASSI, C. VAROTSOS et P. KALABOKAS</i>	467

CLIMATOLOGIE TROPICALE

LES AMAS NUAGEUX DE L'AFRIQUE TROPICALE ENTRE 30°N ET 30°S VUS PAR METEOSAT A 12 HEURES: CARACTERISATION, TYPOLOGIE ET REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE <i>M. TSALEFAC et B. LENGUE - FOBISSIE</i>	477
LA CIRCULATION ZONALE DITE "DE WALKER" EN AFRIQUE: MYTHE OU REALITE? <i>M. LEROUX</i>	487
TEMPERATURE MAXIMALE DE L'AIR ET PLUVIOMETRIE EN AFRIQUE DE L'OUEST <i>R. MOREL</i>	497
VARIABILITE PLUVIEUSE ET MUTATIONS SOCIO-ECONOMIQUES DANS LE HAUT BORGOU (NORD BENIN) <i>J. PERARD et E. BOKONON-GANTA</i>	509
PRECIPITATIONS D'OCTOBRE 1991 AU SENEGAL: MANIFESTATION TARDIVE DE LA ZONE INTERTROPICALE DE CONVERGENCE <i>P. SAGNA</i>	519
INFLUENCE DES EXTREMES DE TEMPERATURES SUR LE CHOIX ET LE CALAGE DES CYCLES DES CULTURES DE DIVERSIFICATION DANS LA BASSE VALLEE DU FLEUVE SENEGAL <i>B. SARR</i>	529

CLIMATOLOGIE LOCALE- TOPOCLIMATOLOGIE POLLUTION - BIOCLIMATOLOGIE.

ASPECTS DE L'ETUDE D'IMPACT D'UNE AUTOROUTE SUR LA QUALITE DE L'AIR DE LA ZONE TRAVERSEE <i>M. ROTEN</i>	539
QUALITE DE L'AIR ET TYPES DE VENTILATION : PROBLEMATIQUE D'UNE VALLEE ALPINE, LE BASSIN RHODANIEN EN VALAIS (SUISSE) <i>A. M. DE BUMAN</i>	551

PRECIPITATIONS D'OCTOBRE 1991 AU SENEGAL: MANIFESTATION TARDIVE DE LA ZONE INTERTROPICALE DE CONVERGENCE

P. SAGNA

Département de Géographie, Université C.A.DIOP Dakar

UTIS/CRODT/ORSTOM Sénégal

Résumé:

Le mois d'octobre marque la fin de la saison pluvieuse dans la zone soudano-sahélienne. En 1991, une situation météorologique particulièrement favorable à la pluviogenèse est venue prolonger l'hivernage jusqu'au niveau de la deuxième décennie pour certaines stations septentrionales de cette zone, leur permettant ainsi de recueillir des quantités inhabituelles. L'étude de cet épisode pluvieux à partir des cartes synoptiques de surface et d'altitude, des cartes de températures de la surface de la mer et des photos satellites, permet de mieux comprendre l'importance de la Zone Intertropicale de Convergence d'une part dans la dynamique des précipitations ouest-africaines et d'autre part dans l'explication de leur variabilité spatio-temporelle. Ainsi, l'activité de cette zone ne se limite pas seulement au coeur de l'hivernage. Elle peut contribuer au démarrage de la saison pluvieuse par des apports significatifs et intervenir aussi avec les derniers événements pluvio-orageux importants, donnant ainsi à la saison un cachet particulier.

Abstract:

In the Sudan-Sahel area, the month of October indicates the end of the rainy season. In 1991, a meteorological situation particularly favourable to the rain genesis, has extended the rainy season to the second decade for some northern stations of this zone, thus allowing them to collect unusual amounts. The study of this rainy episode from synoptical maps, sea surface temperature maps and from satellite imagery allows to understand, firstly the importance of the Intertropical Convergence Zone in the dynamics of West African rainfall and secondly their space and time variability. Activity of this area is not limited to the heart of the rainy season. It may contribute to its settlement with significant supplies and can interfere with the last important rainy and stormy events, thus giving a specific pattern to the season.

Mots-clés: Pluies, Zone Intertropicale de Convergence, Sahel.

Key-words: Rains, Intertropical Convergence Zone, Sahel.

Introduction

La saison des pluies 1991 se caractérise dans certaines parties de la zone soudano-sahélienne, notamment au Sénégal, par des déficits importants. En comparant aux différentes normales (cf. Tab.1), seule la station de Linguère (105%) a enregistré un léger excédent par rapport à la normale de la période sèche 1961-1990, tandis que Ziguinchor (99%) se situe pratiquement à son niveau. En tenant compte de la normale de la période humide 1931-1960, le déficit est général et dépasse 50% à Saint-Louis, Podor, Matam, Thiès et Dakar.

Tableau 1: Précipitations de 1991 par rapport aux normales en %.

Stations	S.L	Po.	Ma.	Li.	Th.	Da.	Di.	Ka.	Ta.	Zi.	Ko.	Ké.
1931-1960	50	40	42	79	48	47	51	58	72	80	52	89
1951-1980	61	48	51	93	55	55	56	65	78	88	56	87
1961-1990	69	62	61	105	70	67	70	76	87	99	64	94

Stations synoptiques du Sénégal

S.L. Saint-Louis	Po. Podor	Ma. Matam
Li. Linguère	Th. Thiès	Da. Dakar
Di. Diourbel	Ka. Kaolack	Ta. Tambacounda
Zi. Ziguinchor	Ko. Kolda	Ké. Kédougou

La répartition mensuelle des précipitations singularise le mois d'octobre qui est relativement pluvieux. En se référant aux normales (cf.Tab.2) nous constatons qu'à côté des stations déficitaires telles que Podor, Dakar, Diourbel, Tambacounda, Kolda et Kédougou, existent d'autres stations excédentaires comme Saint-Louis, Matam, Linguère, Thiès, Kaolack et Ziguinchor. La particularité ainsi observée est due à une manifestation tardive de la Zone Intertropicale de Convergence (ZIC) qui est venue prolonger l'hivernage jusqu'à la deuxième décade dans la partie septentrionale du Sahel occidental. A la suite de cette situation météorologique, remarquablement favorable à la pluviogenèse, beaucoup de stations ont recueilli des quantités inhabituelles. C'est ainsi que la frange littorale et l'extrême sud de la Mauritanie ont bénéficié "de ce contexte favorable pour enregistrer des pluies tardives (de l'ordre de 36 mm à Nouackchott, Keur Macène, Sélibaly, Timbedra, 24 mm à Rosso)" (Lahuec, 1991). Au Sénégal, le mois d'octobre a été le plus pluvieux de l'année à Bokidiawé, Dagana et Kébémer compte de cette situation météorologique.

Tableau 2: Précipitations d'octobre 1991 par rapport aux normales en %.

Stations	S.L	Po.	Ma.	Li.	Th.	Da.	Di.	Ka.	Ta.	Zi.	Ko.	Ké
1931-1960	153	35	255	106	119	47	70	137	72	114	77	67
1951-1980	122	33	208	108	129	45	80	141	67	122	77	62
1961-1990	190	52	271	138	220	63	101	175	85	163	91	77

1. La zone intertropicale de convergence et ses manifestations

La Zone Intertropicale de Convergence correspond à la partie active de l'Equateur Météorologique (E.M.), c'est-à-dire à sa structure verticale. Cette discontinuité planétaire se présente sous deux formes qui sont liées aux conditions de la circulation tropicale (Leroux, 1993). Au coeur des océans, l'E.M. a une structure verticale et représente l'axe de concentration de la vapeur d'eau accumulée sous les inversions d'alizés et l'axe vers lequel s'annulent les mouvements subsidents. Au niveau des continents

et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest, il présente deux structures, compte tenu des caractéristiques du substratum. L'une d'elle est inclinée et est plus connue sous le nom de "Front Intertropical" ou FIT tandis que l'autre, qui migre peu, dont la structure est verticale offre des conditions particulièrement favorables aux mouvements ascendants et au développement des formations nuageuses, du fait de conditions dynamiques et énergétiques. C'est pourquoi elle correspond au maximum de convection et de nébulosité. Cette convection connaît un cycle diurne (Desbois, 1990) et enregistre aussi des variations instantanées qui sont associées "à la dynamique des flux de mousson et d'alizés, et notamment à la vigueur des pulsations qui forcent l'ascendance lorsqu'elles parviennent à l'aplomb de la structure ZIC" (Leroux, 1983).

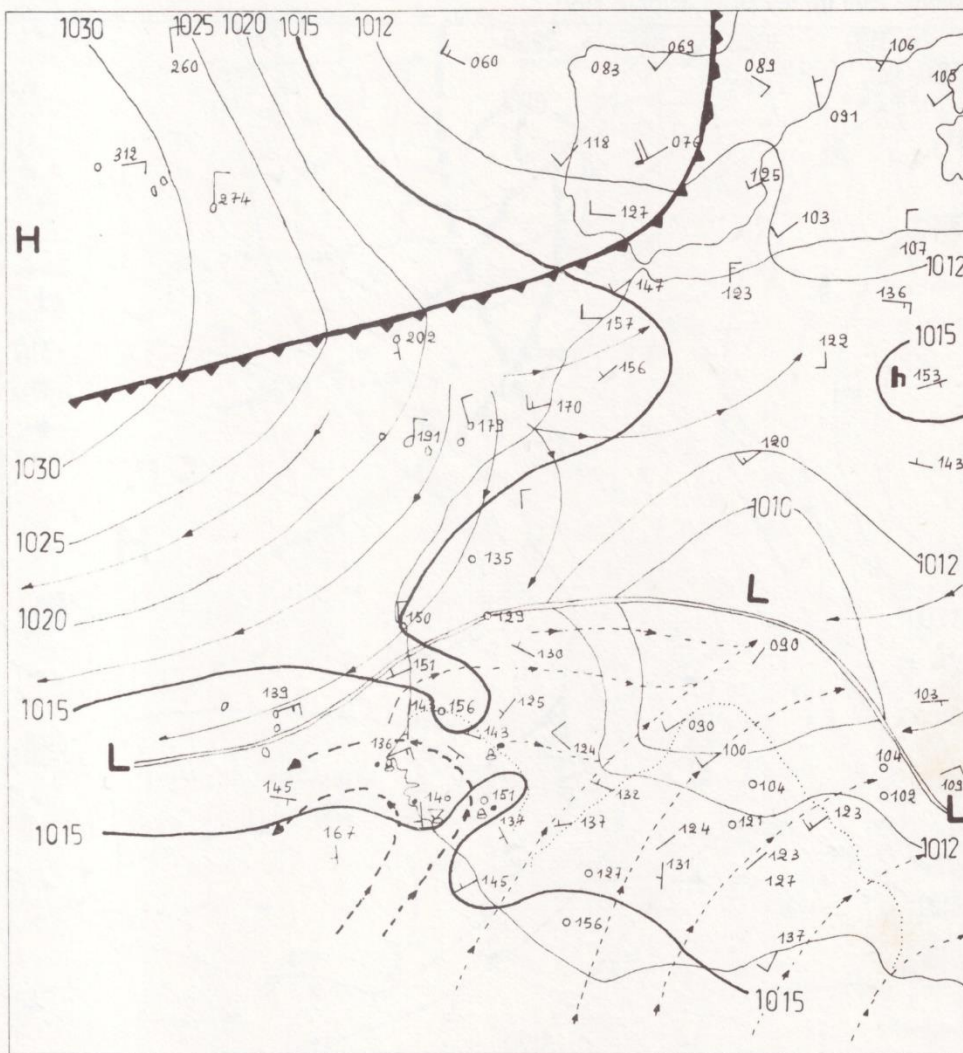


Figure 1: 8 octobre 1991 niveau surface 1200 TU.

Dans sa migration, qui dépend du mouvement zénithal du soleil, elle occupe une position moyenne de l'ordre de 10-12° de latitude Nord en juillet-août en Afrique occidentale. Elle continue parfois en début d'hivernage, par une remontée significative, à l'affirmation de la saison pluvieuse dans la zone soudanienne. Elle se manifeste au coeur de celle-ci par des précipitations continues, généralement non orageuses, appelées souvent "pluies de mousson", qui peuvent s'étaler sur plusieurs jours lorsque les conditions météorologiques sont favorables. Ses remontées peuvent être à l'origine de perturbations cycloniques dont l'évolution aboutit parfois à la formation de dépressions tropicales au large des côtes africaines. Elle se manifeste parfois tardivement avec les derniers événements pluvio-orageux, ce qui donne à la saison un cachet particulier, comme cela fut le cas en octobre 1991.

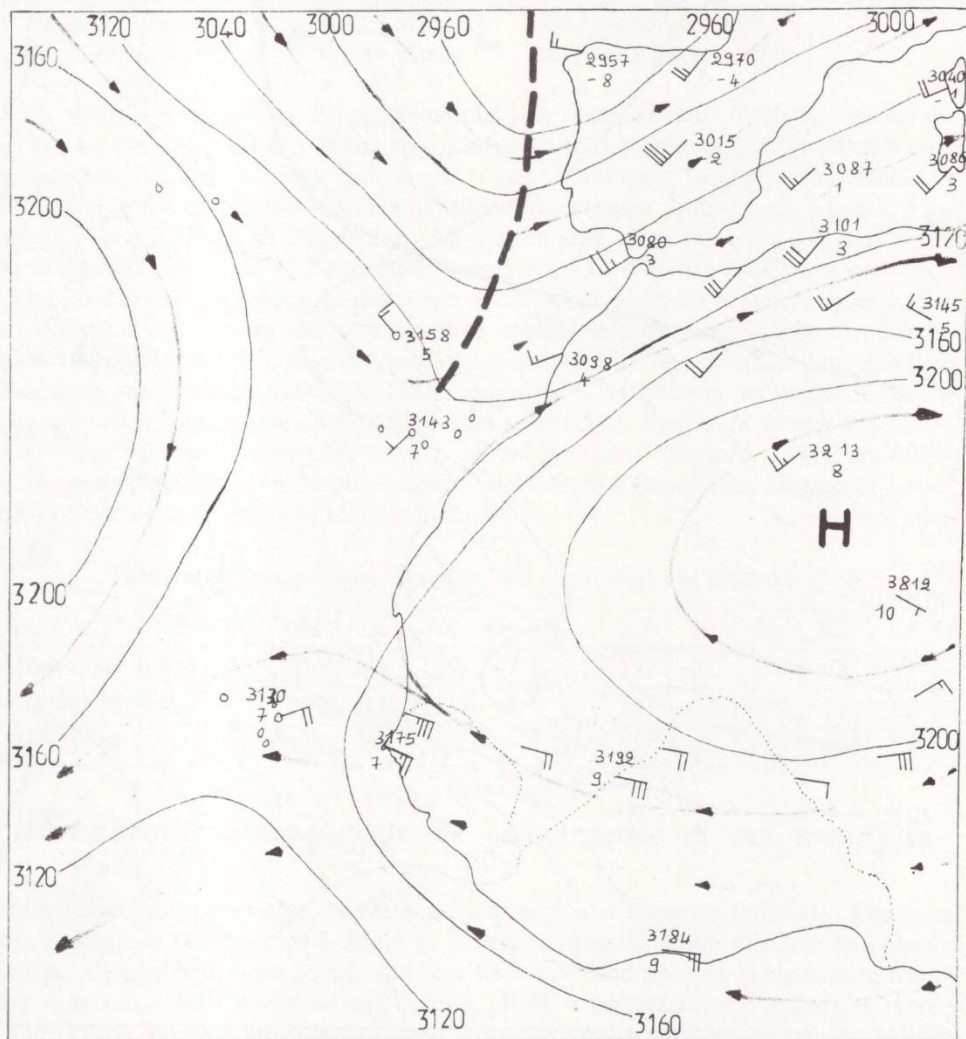


Figure 2: 8 octobre 1991 700 hPa 1200 TU.

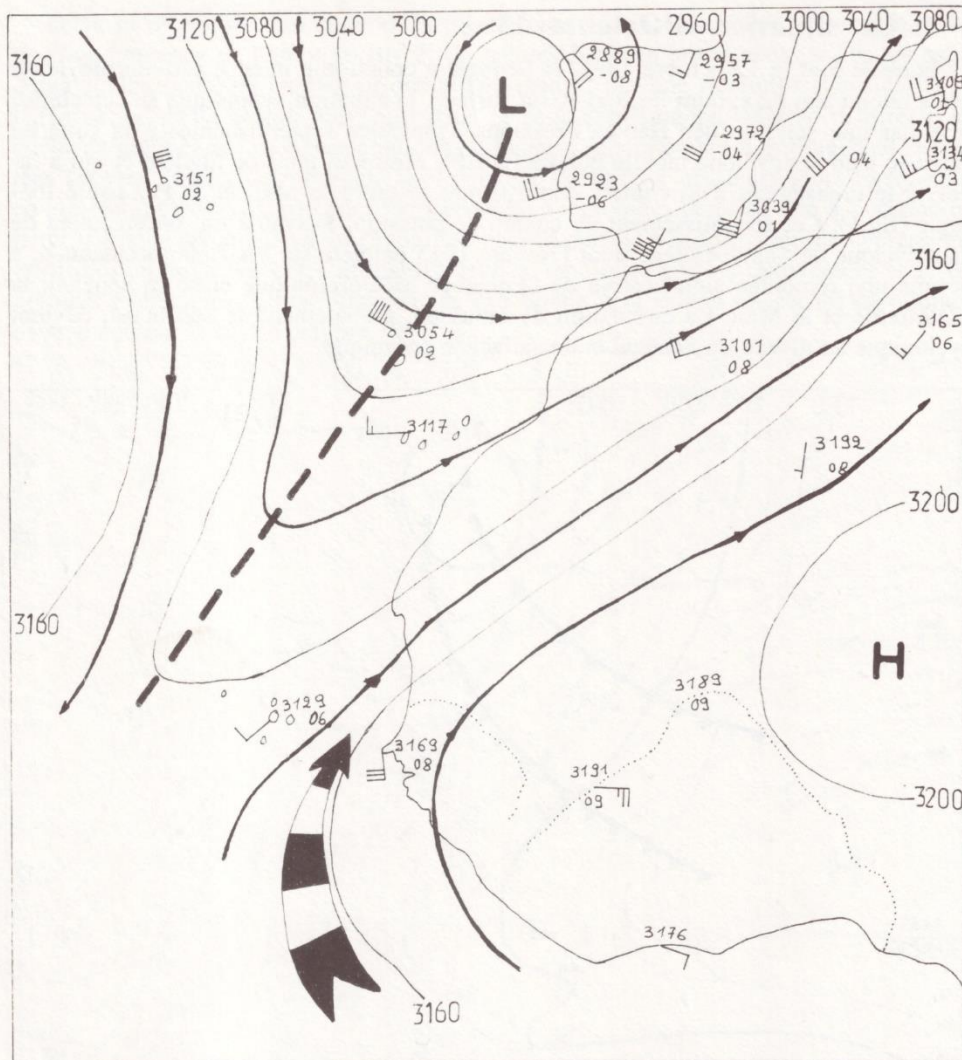


Figure 4: 9 octobre 1991 700 hPa 1200 TU.

En altitude, on retrouve la même scission et un talweg associé au déplacement en surface de l'AMP. La descente des moyenne latitude se manifeste au large des îles du Cap Vert tandis que la remontée tropicale contourne la cellule anticyclonique centrée sur le Sahara (cf. fig.2).

L'imagerie satellitaire (image 1) confirme la remontée progressive des formations nuageuses de la ZIC qui ont apporté des précipitations spatialement bien réparties. En effet 93 stations ont enregistré des pluies dont 50 ont eu moins de 10 mm, 40 entre 10 et 50 mm et 3 plus de 50 mm.

La journée du 9 se particularise par un surcreusement du champ de pression au large de la Péninsule Ibérique, une descente de plus de 200 km de l'E.M. sur l'ouest de la Mauritanie et une légère remontée au niveau de la boucle du Niger. La circulation cyclonique se maintient mais n'intéresse plus que la zone côtière (cf. fig.3).

En altitude, le talweg s'allonge et modifie fortement la circulation entre Madère et les îles du Cap Vert. La circulation zonale est remplacée par une circulation méridienne au niveau de la côte Sénégal-Mauritanienne donnant ainsi au flux une trajectoire plus océanique (cf. fig.4).

Cette circulation se reflète sur la disposition des formations nuageuses qui s'étendent sur la face orientale du talweg. Elles ont maintenu l'activité pluvieuse sur le Sénégal et la Mauritanie et même au niveau des localités balayés par le flux d'alizé (image 2). A partir du 10, l'activité de la ZIC se décale de plus en plus vers le sud et retrouve progressivement sa situation normale saisonnière.

3. Remarques et conclusions

Cette situation d'octobre 1991 s'est caractérisée par le déplacement vers les latitudes tropicales d'un anticyclone mobile polaire qui a créé sur sa face avant un champ

MB-VC 2eme PENTADE OCTOBRE91 - 90 images

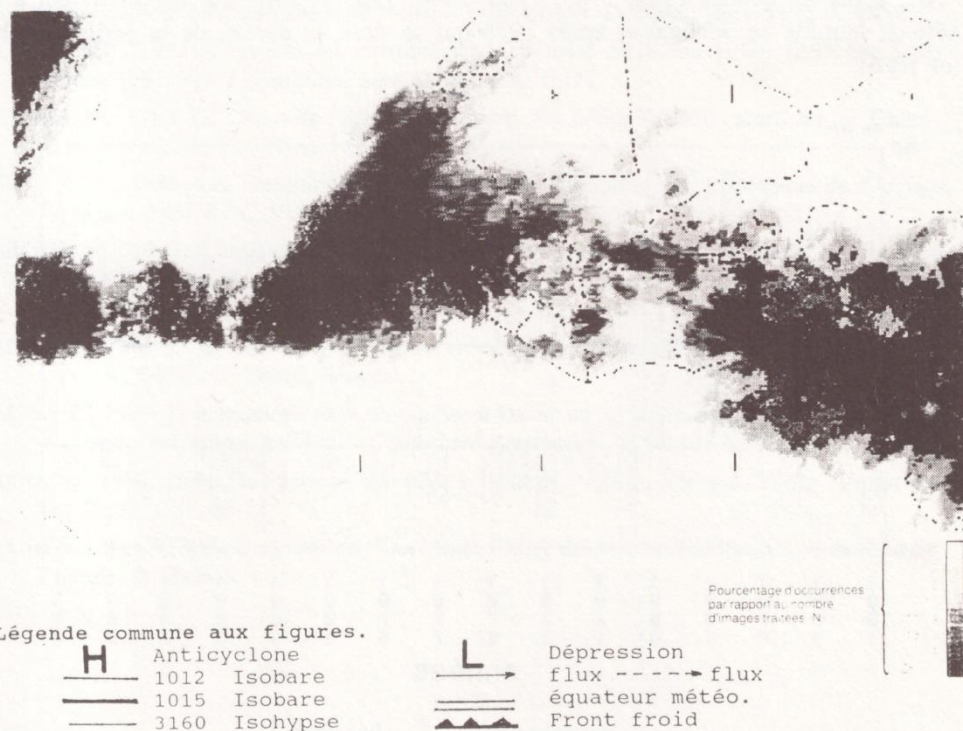


Figure 5: Importance des nuages à sommet froid.

de pression favorable aux remontées australes sur l'Afrique occidentale, par l'ouverture d'un couloir dépressionnaire creusé. Elle s'est aussi particularisée par un renforcement de l'anticyclone de Sainte-Hélène qui, compte tenu des conditions météorologiques existantes, a repoussé la trace au sol de l'Equateur Météorologique sur plus de 500 km en certains endroits vers le nord, lui permettant ainsi de se situer parfois au-delà de 20° de latitude nord. Une telle disposition de l'E.M. ramène aux conditions observées en juillet, août ou en début septembre, ce qui traduit effectivement le caractère exceptionnel de la situation.

Elle s'est accompagnée d'une modification de la circulation en altitude suite à l'allongement du talweg et d'une plus grande advection de potentiel précipitable, aussi bien dans les basses couches à la faveur d'une circulation cyclonique, que dans les couches moyennes par suite d'une remontée de la vapeur d'eau sur la façade orientale du talweg. Ceci a favorisé le développement d'abondantes formations nuageuses (cf fig.5) qui ont épousé les principaux axes de la circulation observés et qui ont apporté les importantes précipitations étalées sur plusieurs jours au Sénégal. Les totaux enregistrés ont permis à la pluviométrie du mois d'octobre d'être relativement abondante (cf. Tab.3) et excédentaire sur plus de la moitié du Sénégal. Ceux-ci placent le mois d'octobre 1991 en huitième position par rapport à l'évolution pluviométrique depuis 1961, après les années 1962, 1963, 1965, 1966, 1967 et 1969 qui appartiennent à la période humide au Sénégal et après 1978 qui se situe au niveau de la période sèche (cf. fig.6).

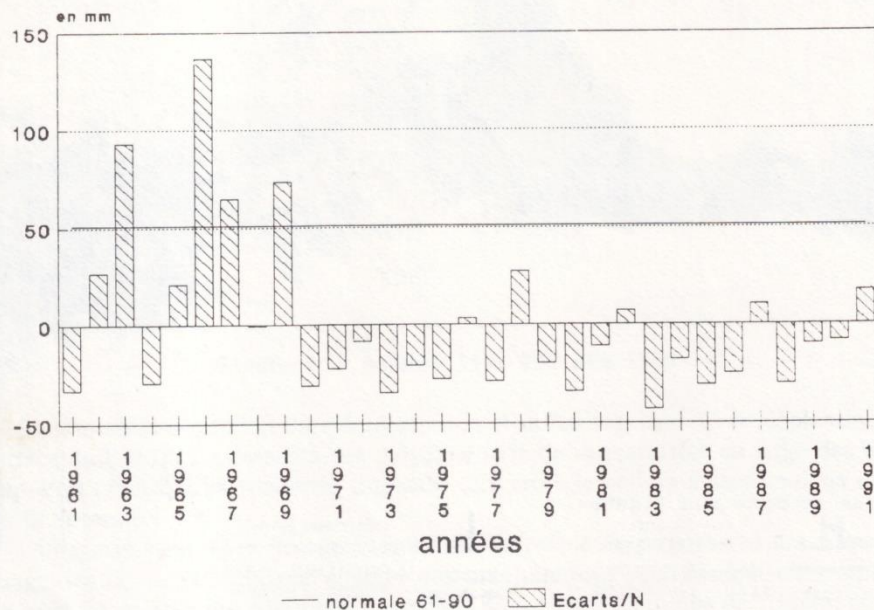


Figure 6: Evolution des précipitations d'octobre au Sénégal.

Tableau 3: Importance des totaux pluviométriques du mois d'octobre au niveau des différentes stations du Sénégal..

P(mm)	0	25	50	75	100	125	150	175	200	+
Stat.	26	37	21	15	6	7	6	1	4	

En somme, cet épisode relativement pluvieux qui a bénéficié d'une conjonction de plusieurs phénomènes appartenant aux deux hémisphères météorologiques, traduit d'une part l'importance des échanges méridiens et d'autre part le rôle moteur des basses couches dans le déclenchement des manifestations pluvieuses observées.

Bibliographie

- CITEAU J., 1992: *Les satellites météorologiques, une approche nouvelle de la connaissance du climat au Sahel*. Doctorat, Université Paul SABATIER, Toulouse, 110p.
- DESBOIS M., 1990: Etude de la climatologie de la couverture nuageuse par satellite. *Publ. A.I.C.*, Vol.3, 61-72.
- JANICOT S., 1990: *Variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest et circulation quasi-stationnaire durant une phase de transition climatique*. Doctorat, Univ. Paris 6, 600p.
- LAHUEC J.P., 1991: Convection intertropicale. L'intensité de la convection d'octobre à décembre 1991. *Veille Climatologique Satellitaire*, n°40, 6-15.
- LEROUX M., 1983: *Le climat de l'Afrique tropicale*. T.1 636p, T.2 250 cartes. Ed. H. Champion/M.Slatkine. Paris/Genève.
- LEROUX M., 1988: Les conditions structurales de la variabilité pluviométrique de l'Afrique Tropicale. *Publ. A.I.C.*, Vol. 1, 179-190.
- LEROUX M., 1993: L'équateur météorologique en Afrique tropicale. Du Front Intertropical (FIT) à l'Equateur Météorologique (EMI et EMV). Evolution d'un concept. *Publ. A.I.C.*, Vol.5 145-156.
- SAGNA P., 1988: *Etude des lignes de grains en Afrique del'Ouest*. Thèse de 3e cycle. Université C.A. DIOP, 2t. Dakar, Sénégal.
- SAGNA P., 1990: Précipitations exceptionnelles à Dakar du 23 au 26 août 1989. Analyse de la situation météorologique. *Veille Climatologique Satellitaire*, N° 30 et 31, 56-65.
- SAGNA P., 1993: Etude des saisons des pluies 1989 et 1990 au Sénégal. *Veille Climatologique Satellitaire* n°44, 55-71.
- SUCHEL J.B., 1988: *Les climats du Cameroun*. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de St-Etienne, 4t. France.

Tableau 3: Importance des totaux pluviométriques du mois d'octobre au niveau des différentes stations du Sénégal..

P(mm)	0	25	50	75	100	125	150	175	200	+
Stat.	26	37	21	15	6	7	6	1	4	

En somme, cet épisode relativement pluvieux qui a bénéficié d'une conjonction de plusieurs phénomènes appartenant aux deux hémisphères météorologiques, traduit d'une part l'importance des échanges méridiens et d'autre part le rôle moteur des basses couches dans le déclenchement des manifestations pluvieuses observées.

Bibliographie

- CITEAU J., 1992: *Les satellites météorologiques, une approche nouvelle de la connaissance du climat au Sahel*. Doctorat, Université Paul SABATIER, Toulouse, 110p.
- DESBOIS M., 1990: Etude de la climatologie de la couverture nuageuse par satellite. *Publ. A.I.C.*, Vol.3, 61-72.
- JANICOT S., 1990: *Variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest et circulation quasi-stationnaire durant une phase de transition climatique*. Doctorat, Univ. Paris 6, 600p.
- LAHUEC J.P., 1991: Convection intertropicale. L'intensité de la convection d'octobre à décembre 1991. *Veille Climatique Satellitaire*, n°40, 6-15.
- LEROUX M., 1983: *Le climat de l'Afrique tropicale*. T.1 636p, T.2 250 cartes. Ed. H. Champion/M.Slatkine. Paris/Genève.
- LEROUX M., 1988: Les conditions structurales de la variabilité pluviométrique de l'Afrique Tropicale. *Publ. A.I.C.*, Vol. 1, 179-190.
- LEROUX M., 1993: L'équateur météorologique en Afrique tropicale. Du Front Intertropical (FIT) à l'Equateur Météorologique (EMI et EMV). Evolution d'un concept. *Publ. A.I.C.*, Vol.5 145-156.
- SAGNA P., 1988: *Etude des lignes de grains en Afrique del'Ouest*. Thèse de 3e cycle. Université C.A. DIOP, 2t. Dakar, Sénégal.
- SAGNA P., 1990: Précipitations exceptionnelles à Dakar du 23 au 26 août 1989. Analyse de la situation météorologique. *Veille Climatique Satellitaire*, N° 30 et 31, 56-65.
- SAGNA P., 1993: Etude des saisons des pluies 1989 et 1990 au Sénégal. *Veille Climatique Satellitaire* n°44, 55-71.
- SUCHEL J.B., 1988: *Les climats du Cameroun*. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de St-Etienne, 4t. France.