

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

**2000 - Volume 13**



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

## COMITE DE LECTURE 2000-2001 (Nice)

- Pierre CARREGA**, Président, Professeur, Equipe "Gestion et Valorisation de l'Environnement", (UMR 5651), UFR Espaces et Cultures, Université de Nice-Sophia Antipolis (France).
- Maria-Joao ALCOFORADO**, Professeur, Centre d'Etudes Géographiques, Université de Lisbonne (Portugal).
- Gérard BELTRANDO**, Professeur, UFR de Géographie et d'Aménagement, Université des Sciences et Technologies de Lille, Villeneuve d'Ascq (France).
- Jean-Pierre BESANCENOT**, Directeur de recherches CNRS, Climat et santé, Université de Bourgogne (France)
- Pierre BESSEMOULIN**, Ingénieur en chef de la Météorologie, Directeur de la Climatologie, MétéoFrance, Toulouse (France).
- Jean-Pierre CERON**, Ingénieur divisionnaire, MétéoFrance, ENM/UMT, Toulouse, (France).
- Michel ERPICUM**, Professeur, Laboratoire de Géographie Physique, Université de Liège (Belgique).
- Jean-Michel FALLOT**, Docteur, Chargé de cours, Université de Fribourg (Suisse).
- Claude KERGOMARD**, Professeur, UFR de Géographie et d'Aménagement, Université des Sciences et Technologies de Lille, Villeneuve d'Ascq (France).
- Jean-Pierre LABORDE**, Professeur, Equipe "Gestion et Valorisation de l'Environnement" (UMR 5651), UFR Espaces et Cultures, Université de Nice-Sophia Antipolis (France).
- Denis LAMARRE**, Professeur, Centre de Recherches de Climatologie, Université de Bourgogne (France).
- Robert MOREL**, Ingénieur Général d'Agronomie, Paris (France).
- Patrice PAUL**, Professeur, UFR de Géographie, Université Louis Pasteur, Strasbourg I (France).
- Yves RICHARD**, Maître de Conférences, Centre de Recherches de Climatologie, Université de Bourgogne (France).
- Isabelle ROUSSEL**, Professeur, UFR de Géographie et d'Aménagement, Université des Sciences et Technologies de Lille, Villeneuve d'Ascq (France).
- Alain ROYER**, Professeur, Centre d'Applications et de Recherches en Télédétection, Université de Sherbrooke (Canada).
- Dominique RUFFIEUX**, Institut Suisse de Météorologie, Payerne (Suisse).
- Pascal SAGNA**, Professeur, Département de Géographie, Université C.A. Diop, DAKAR (Sénégal).

Publications de l'Association Internationale de Climatologie

**Volume 13**

- OUVERTURE DU COLLOQUE DE NICE •
- EVALUATION, PERCEPTION DES RISQUES •
  - FORTES PRECIPITATIONS •
- CARTOGRAPHIE DES PLUIES, A FINE ECHELLE •
  - SECHERESSE •
- RISQUES DIVERS, VARIABILITE CLIMATIQUE •
- CLIMAT ET CIRCULATION ATMOSPHERIQUE •
  - TECHNIQUES EN TOPOCLIMATOLOGIE •
    - TOPOCLIMATOLOGIE •
- POLLUTION ATMOSPHERIQUE •

édité par

**Panagiotis MAHERAS**

e-mail: [maheras@geo.auth.gr](mailto:maheras@geo.auth.gr)

---

*Publié avec le soutien*

*de la Mairie de Nice et du Conseil Régional: Provence-Alpes – Côte d'Azur*

---



MAIRIE DE NICE

*Région Provence-Alpes Côte d'Azur*



Département de Météorologie et de Climatologie  
Université Aristote de Thessaloniki (Grèce)

## TABLE DES MATIERES

### OUVERTURE DU COLLOQUE DE NICE

LES RISQUES ET CONTRAINTES CLIMATIQUES EXTENSION SPATIALE ET TEMPORELLE D'EXTREMES <i>D. DUBAND</i> .....	15
QUELQUES ELEMENTS GENERAUX SUR LES PRECIPITATIONS DANS LES ALPES-MARITIMES <i>M. LAFAURIE</i> .....	23
LE ROLE DES ASSUREURS EN MATIERE DE PRÉVENTION DES RISQUES CLIMATIQUES <i>R. NUSSBAUM</i> .....	27
VERS UNE GESTION GLOBALE DES RISQUES CLIMATIQUES <i>J. L. WYBO</i> .....	39

### EVALUATION, PERCEPTION DES RISQUES

CONTRAINTES, RISQUES CLIMATIQUES ET SOUTENABILITÉ: TROIS ASPECTS D'UN SEUL PROBLEME <i>J.C.GARCÍA CODRON et F.SILIÓ CERVERA</i> .....	49
LA CRISE DU VERGLAS DE JANVIER 1998 AU QUÉBEC <i>A. HUFTY</i> .....	58
A PROPOS DE MITCH: PROBLEMES GEOGRAPHIQUES D'EVALUATION DES RISQUES MAJEURS LIES AU CLIMAT <i>D. LAMARRE</i> .....	65
LE "VENT DU SUD", UN RISQUE POUR LA SANTÉ ? <i>P. BÁRCENA, C. GARMENDIA et S. PACHECO</i> .....	70
SITUATIONS D'INCONFORT THERMIQUE ET TYPES DE FLUX DE SURFACE EN TUNISIE <i>H. BEN BOUBAKER</i> .....	79

### FORTES PRECIPITATIONS

L'ÉVOLUTION RÉCENTE DES CRUES DE LA VILAINE: ROLE DES PRÉCIPITATIONS ET DE L'OCCUPATION DU SOL SUR LE BASSIN VERSANT <i>N. DUPONT, V. DUBREUIL et O. PLANCHON</i> .....	91
EVOLUTION DU NOMBRE DE JOURS AVEC DES PRECIPITATIONS ABONDANTES EN SUISSE DURANT LE 20EME SIECLE <i>J.-M. FALLOT</i> .....	100
CONTRIBUTION À L'ÉTUDE CLIMATOLOGIQUE DES ÉPISODES DE PRÉCIPITATIONS ABONDANTES DANS LE SUD DU PORTUGAL (1983-1998) <i>M. FRAGOSO et P. TILDES GOMES</i> .....	110
CIRCULATION DE «RETOUR D'EST» ET PLUIES DILUVIENNES SUR LA TUNISIE ORIENTALE <i>L. HENIA et T. EL MELKI</i> .....	120
LES RISQUES PLUVIOMETRIQUES DANS LA DEPRESSION DE LA TRANSYLVANIE <i>I. H. HOLBÁČÁ et A. E. CROITORU</i> .....	128
L'ALEA HYDROCLIMATIQUE EN FACADE OCCIDENTALE DES CONTINENTS: COMPARAISON ENTRE LE PEROU ET LE CONGO-GABON (1951-1990) <i>S. ROME, S. BIGOT et E. CADIER</i> .....	136

### CARTOGRAPHIE DES PLUIES, A FINE ECHELLE

LA PRISE EN COMPTE DU RELIEF DANS L'ESTIMATION DES PLUIES MENSUELLES: LE CAS DE LA CORSE <i>M. ASSABA et J.-P. LABORDE</i> .....	149
CARTOGRAPHIE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES, MENSUELLES ET JOURNALIERES EXTREMES SUR LES ALPES-MARITIMES <i>W. BEROLO, C. CHAMOIX et J.P. LABORDE</i> .....	158
LES FORTES PRECIPITATIONS QUOTIDIENNES EN TOSCANE, ET LEUR CARTOGRAPHIE <i>P. CARREGA et E. GARCIA</i> .....	169
LES PRECIPITATIONS JOURNALIERES EXTREMES DE TUNISIE: CARTOGRAPHIE DES GRADEX ET VALEURS EXCEPTIONNELLES <i>Y. ZAHAR et J.P. LABORDE</i> .....	181

CARTOGRAPHIE DES PLUIES ANNUELLES EN ALGERIE DU NORD <i>M. TOUAZI et J.-P. LABORDE</i> .....	191
---	-----

### SECHERESSE

SÉCHERESSES ET AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES SUR LE SÉNÉGAL: IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT DE LA BASSE VALLÉE <i>A. NDIAYE</i> .....	203
CARACTÉRISATION DES SÉQUENCES DE DESSECHEMENT DES SOLS CULTIVÉS EN DOMAINES TEMPÉRÉ OCÉANIQUE ET MÉDITERRANÉEN <i>P. LE GOUÉE</i> .....	213
UN NOUVEL INDICE DE SÉCHERESSE POUR LES DOMAINES MÉDITERRANÉENS. APPLICATION AU BASSIN DU GUADALQUIVIR (SUD-OUEST DE L'ESPAGNE) <i>M. F. PITA</i> .....	225
POTENTIEL DE L'IMAGERIE SATELLITALE POUR LE SUIVI ET LA CARACTÉRISATION DE LA SÉCHERESSE EN ANDALOUSIE <i>A.A.VIAU, J.V.VOGT et I. BEAUDIN</i> .....	234
EVALUATION DU RISQUE D'ECLOSION DE FEU DE FORET A DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES A PARTIR DE DONNÉES VÉGÉTALES, MÉTÉOROLOGIQUES ET SATELLITALES (département des Bouches-du-Rhône, SE France) <i>V. PROSPER-LAGET, C. ROUX et F. GIROUD</i> .....	244

### RISQUES DIVERS, VARIABILITE CLIMATIQUE

L'EVOLUTION DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE DANS LA PROVINCE VERBANO – CUSIO - OSSOLA <i>I. MAGGI et C. OTTONE</i> .....	255
VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE DANS L'OUEST ALGERIEN DURANT LES CINQ DERNIERES DECENNIES <i>M. MEDDI et J. HUMBERT</i> .....	266
RISQUES CLIMATIQUES ET CULTURES VIVRIERES EN AFRIQUE DE L'OUEST <i>R. MOREL</i> .....	275
LE RISQUE DE TROMBES EN FRANCE <i>F. PAUL et G. PETIT-RENAUD</i> .....	284
L'EVOLUTION DES PRECIPITATIONS EN ESPAGNE MEDITERRANEENNE <i>J. QUEREDA SALA, A. GIL OLCINA, J. OLCINA CANTOS,</i> <i>A. RICO AMOROS, E. MONTON CHIVA et J. ESCRIG BARBERA</i> .....	292

ANALYSE DES CONTRAINTES CLIMATIQUES DE LA STATION DE DI AU NORD-OUEST DU BURKINA FASO <i>M. SANON, F. OUATTARA et Y. DEMBELE</i> .....	301
L'AGRICULTURE FRANÇAISE FACE AUX RISQUES CLIMATIQUES <i>F. VINET</i> .....	309
REGIONALISATION DES PLUIES COTIERES ET SUBLITTORALES DE L'AFRIQUE EQUATORIALE ATLANTIQUE <i>J.D. MALOBA MAKANGA</i> .....	318
L'OSCILLATION MÉDITERRANÉENNE EN AUTOMNE <i>A. DOUGUÉDROIT</i> .....	326
CONTRIBUTION DES IMAGES SATELLITAIRES METEOSAT A L'ANALYSE DES SAISONS PLUVIEUSES AU SENEGAL DE 1980 A 1999 <i>P. SAGNA</i> .....	335

### CLIMAT ET CIRCULATION ATMOSPHERIQUE

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES TEMPERATURES MAXIMALES PAR TYPE DE CIRCULATION ET LEURS TENDANCES, EN GRECE <i>A. ARSENI - PAPADIMITRIOU, P. MAHERAS, J. PATRIKAS</i> <i>et Ch. ANAGNOSTOPOULOU</i> .....	347
LA DISTRIBUTION SPATIALE DES PRECIPITATIONS HIVERNALES SUR LA PENINSULE IBERIQUE ET LEURS RELATIONS AVEC LE GÉOPOTENTIEL A 500 HPA <i>L. GOMEZ, J. LUTERBACHER, J. MARTIN-VIDE, M.J. ALCOFORADO,</i> <i>E. MONTON et H. WANNER</i> .....	356
CLASSIFICATION AUTOMATIQUE DES TYPES DE CIRCULATION ET DELIMITATION OBJECTIVE DES SAISONS EN GRECE <i>P. MAHERAS, J. PATRIKAS, CHR. ANAGNOSTOPOULOU</i> <i>et E. XOPLAKI</i> .....	364
DÉTERMINATION DES ANOMALIES DE PRÉCIPITATIONS SAISONNIERES A CRACOVIE <i>R. TWARDOSZ</i> .....	372
DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DE LA PROBABILITE D'APPARITION DE PRECIPITATIONS D' HIVER PAR TYPE DE CIRCULATION EN GRECE <i>M. VAFIADIS, K. TOLIKA, I. PATRIKAS et CHR. ANAGNOSTOPOULOU</i> .....	381

# CONTRIBUTION DES IMAGES SATELLITAIRES METEOSAT A L'ANALYSE DES SAISONS PLUVIEUSES AU SENEGAL DE 1980 A 1999

P. SAGNA

*Centre de Recherches de Climatologie Tropicale Africaine (CRCTA)  
Département de Géographie - FLSH- Université C.A. DIOP  
Dakar - Sénégal email psagna@ucad.refer.sn.*

## **Résumé:**

Le Sénégal a connu ses vingt dernières années une grande variabilité pluviométrique qui a revêtu un caractère différent selon les régions climatiques. A côté des années globalement pluvieuses (1988, 1989, 1999) se retrouvent d'autres années relativement sèches (1983, 1991, 1992). L'étude des différentes saisons pluvieuses à partir des images satellitaires et des données au sol constitue un moyen efficace de lutte contre certains risques climatiques liés à une forte pluviométrie comme cela fut le cas en août 1999. Cela permet aussi de déterminer les différents apports pluviométriques et de mieux cerner les particularités entre une année sèche et une année humide.

## **Abstract:**

During the last twenty years, Senegal has known a big variability of rainfall which has put on a different nature, according to climatic regions. Next to entirely rainy years like (1988, 1989, 1999), we find some others relatively dry years like (1983, 1991 and 1992). The study of different rainy seasons from satellite images and data from the ground, constitute an efficacious means of fight against some climatic risks bound to a strong rainfall as it was the case in august 1999 with the disturbance which little by little turned in the Atlantic into Cindy hurricane. It also allows to determine the different contributions and to better explain the distinctive features between a dry year and a wet year.

**Mots-clés:** Images satellitaires, pluviométrie, Sénégal, année sèche, année humide.

**Key-words:** Satellite images, rainfall, Senegal, dry year, wet year.

## **Introduction**

L'analyse de l'évolution du temps au niveau des stations synoptiques et des cartes météorologiques a abouti sur une classification des types de précipitations. Nous distinguons ainsi, essentiellement au niveau de l'Afrique occidentale, trois types qui sont: les précipitations orageuses, les précipitations continues et les bruines. Ces pluies correspondent à un cadre aérologique précis et à des formations nuageuses spécifiques qui sont parfois associées à des éclairs, à des orages ou à des grains. Le premier type de précipitations, ayant un caractère essentiellement orageux, se manifeste globalement au niveau de la structure inclinée de l'équateur météorologique tandis que le second, avec des pluies continues, se confond aisément avec l'aire occupée par la structure verticale.

Les bruines intéressent surtout au cœur de l'été la bande méridionale de l'Afrique de l'ouest (Sagna, 1988).

A partir de ces connaissances, l'imagerie satellitaire est venue apporter un complément d'informations à l'analyse de la situation en surface en permettant d'abord de déterminer l'origine, la nature, l'extension et le déplacement des nuages, ensuite d'identifier et de suivre l'évolution des différentes perturbations et enfin, de quantifier les différents apports pluviométriques (Sagna 1988, 1993 et 1999). Cette démarche apporte une meilleure explication aux anomalies pluviométriques observées entre 1980 et 1999 au Sénégal.

### 1. Apport des données météorologiques conventionnelles

L'analyse des données météorologiques conventionnelles a permis de reconstituer le cadre aérologique de la troposphère tropicale. Celui-ci s'inscrit dans une structure en «V» renversé à l'intérieur de laquelle s'individualisent les flux de surface, les noyaux de vents d'est d'altitude et les principales discontinuités dont l'équateur météorologique. Ce dernier détermine deux zones pluvieuses liées d'une part à sa structure inclinée et d'autre part à sa structure verticale. Ces deux zones intéressent le Sénégal où l'évolution de la pluviométrie est davantage liée au caractère aléatoire des précipitations de la première.

Ces données ont aussi permis d'établir un découpage climatique du Sénégal (Le-roux et Sagna, 2000). C'est ainsi que nous distinguons sur le plan zonal et du nord au sud: le domaine sahélien qui est couvert par la mousson continentalisée pendant trois ou quatre mois, le domaine nord-soudanien où ce flux humide se maintient pendant 5 à

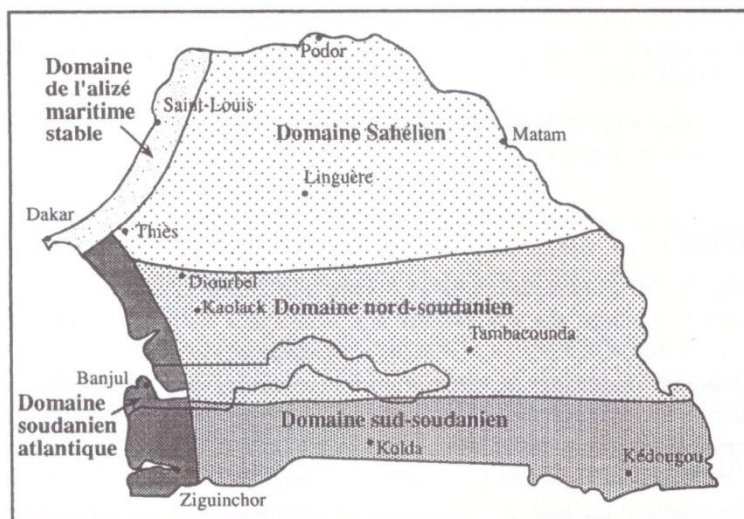


Figure 1: Domaines climatiques du Sénégal

6 mois et le domaine sud-soudanien qui bénéficie pendant 8 à 9 mois de la présence de la mousson qui est le principal vecteur d'eau précipitable (figure 1). La proximité de l'océan Atlantique atténue les caractères zonaux et impose un découpage méridien avec sur la côte nord le domaine de l'alizé maritime stable et sur la côte sud le domaine soudanien atlantique.

L'étude des perturbations pluvieuses à partir de ces données révèle un certain nombre de résultats différents. Pour le cas des lignes de grains par exemple, Dhonneur (1981) estime leur apport à 80% des précipitations sahéliennes. Leroux (1983) a remarqué qu'elles «constituent un des deux utilisateurs principaux de l'eau précipitable et parfois l'utilisateur essentiel». Pour Peters et Tetzlaff (1986), les lignes de grains apportent 85% entre 10 et 15° nord. Jean Louis Domergue et A. Chanzy (1987) affirment que des études climatologiques ont permis de montrer que les lignes de grains sont responsables de 15 à 80% des précipitations enregistrées dans la zone sahélienne. Enfin Hisard (1987) avance que «70% des précipitations en Afrique de l'ouest proviennent des lignes de grains associées à des ondes d'est». Au vue de ces différents résultats, l'imagerie satellitaire permettra d'obtenir une réponse plus précise quant à l'apport pluviométrique des lignes de grains sur les différents domaines climatiques du Sénégal.

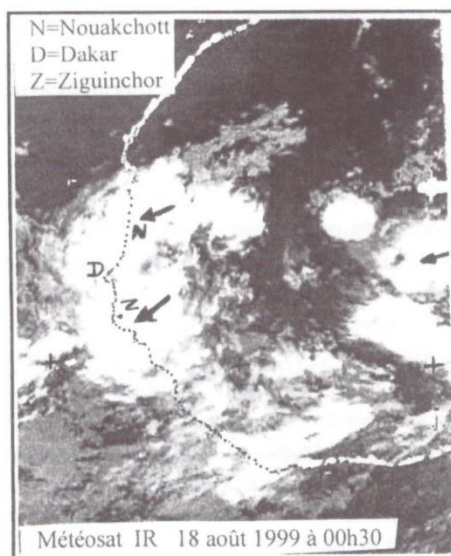
## 2. Apport de l'imagerie satellitaire

Les images satellites offrent par rapport aux données conventionnelles de surface une vision plus globale et une meilleure compréhension de la circulation atmosphérique à travers le déplacement des nuages. Elles facilitent l'identification des perturbations dès leur naissance et le suivi de leur évolution. Ainsi, les précipitations enregistrées sont essentiellement liées aux lignes de grains, à la Zone Intertropicale de Convergence et aux perturbations cycloniques.

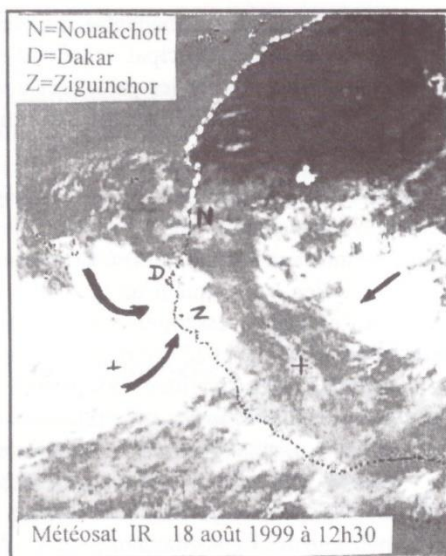
Le suivi des lignes de grains à partir de l'analyse des cartes synoptiques et des images satellites en Afrique de l'ouest a renforcé notre conviction que les manifestations pluvieuses d'une manière générale doivent être replacées dans le cadre des échanges méridiens. Ainsi, il ne s'agit pas de voir dans les lignes de grains des phénomènes ponctuels, isolés, mais au contraire l'aboutissement des échanges méridiens et zonaux.

L'existence de bandes nuageuses continues entre l'Afrique occidentale et le bassin méditerranéen, montre de façon évidente l'interaction dynamique entre les moyennes et les basses latitudes. C'est pourquoi nous reconnaissons que «la méconnaissance de la solidarité de tous les phénomènes météorologiques rend vaines toutes les tentatives de découvrir les lois régissant l'évolution de la situation en lieu donné en partant uniquement de relevés antérieurs en ce même lieu» (Berger, 1986).

Les images satellites constituent par leur répétitivité un moyen efficace de prévision de certains risques climatiques liés à une forte pluviométrie. En effet, l'arrivée d'une ligne de grains sur les côtes sénégalaises le 18 août 1999 (image 1) et sa transformation en perturbation cyclonique (image 2) puis en cyclone Cindy dans l'océan Atlantique a



**Image 1: Arrivée d'une perturbation pluvieuse sur les côtes sénégal-mauritaniennes**



**Image 2: Amorce d'un enroulement cyclonique dans l'océan au Sud-Ouest du Sénégal**

provoqué des vents relativement violents et des précipitations abondantes (plus de 200 mm à Ziguinchor). Les conséquences du passage de la perturbation se sont traduites par des dégâts matériels importants (plusieurs centaines de maisons endommagées), par des inondations de certains quartiers dans les villes, par la disparition de plusieurs pirogues en mer et par des pertes en vies humaines considérables (plus de 100 morts). De telles perturbations se manifestent chaque année au Sénégal mais avec une ampleur moins importante. Malheureusement pour le 18 août 1999, l'imagerie satellitaire n'a pas été utilisée pleinement pour permettre une meilleure prévision du risque qui menaçait les populations avec l'arrivée de la perturbation sur le Sénégal.

### 3. Application à la pluviométrie du Sénégal

L'évolution récente de la pluviométrie au Sénégal, caractérisée par une tendance générale à la baisse, se subdivise en trois périodes. La première s'arrête en 1969 et se caractérise surtout par des excédents. La deuxième, qui s'achève en 1998, est globalement déficitaire. Elle est cependant marquée par des années pluvieuses notamment en 1971, 1975, 1978, 1988, 1989 et 1994. L'année 1975 est la plus pluvieuse de cette période et 1983 la plus déficitaire. La troisième, qui commence en 1999, renoue avec une pluviométrie excédentaire (figure 2).

En suivant l'évolution des différentes perturbations de 1980 à 1999 nous avons déterminé le nombre de lignes de grains pour plusieurs stations du Sénégal. Ce nombre,

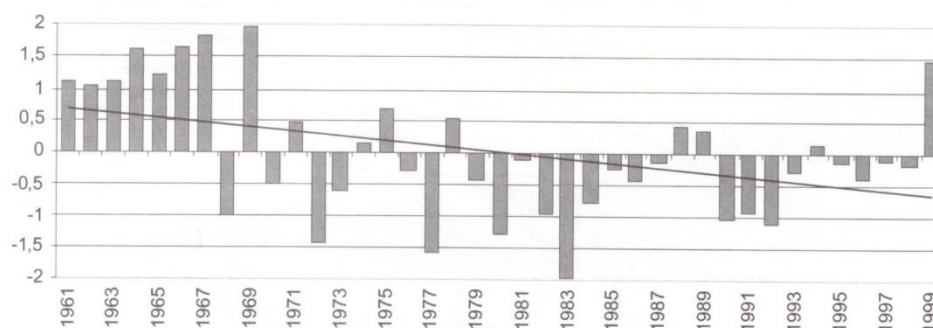


Figure 2. Ecart normalisés de la pluviométrie du Sénégal de 1961 à 1999.

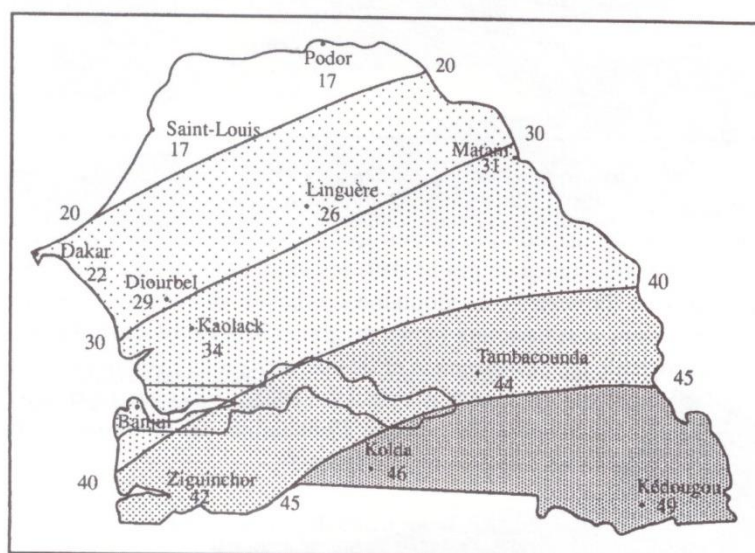


Figure 3: Nombre moyen de lignes de grains au Sénégal (1980-1999)

par rapport à la moyenne de la période 1980-1999, est plus élevé au sud-est avec 49 perturbations pour Kédougou. Il est plus faible au nord où Saint-Louis et Podor en comptent en moyenne 17 (figure 3). La diminution du nombre de lignes de grains du sud vers le nord correspond à la migration de la Zone Intertropicale de Convergence et celle de l'est vers l'ouest confirme le caractère contraignant des flux océaniques (alizé maritime, alizé maritime continentalisé) sur leur évolution. Il reste entendu que l'influence de ces flux est liée aux températures de surface de l'océan. L'apport pluviométrique des lignes de grains dépasse en moyenne (période 1980-1999) 500 mm au sud d'une ligne allant de Banjul au sud de Bakel. Les stations méridionales enregistrent 740 mm à Ziguinchor, 733 mm à Kolda et 838 mm à Kédougou, station où est relevé le maximum. Le nord reçoit 174 mm à Saint-Louis et 163 mm à Podor, soit des quantités faibles par rapport au sud (figure 4).

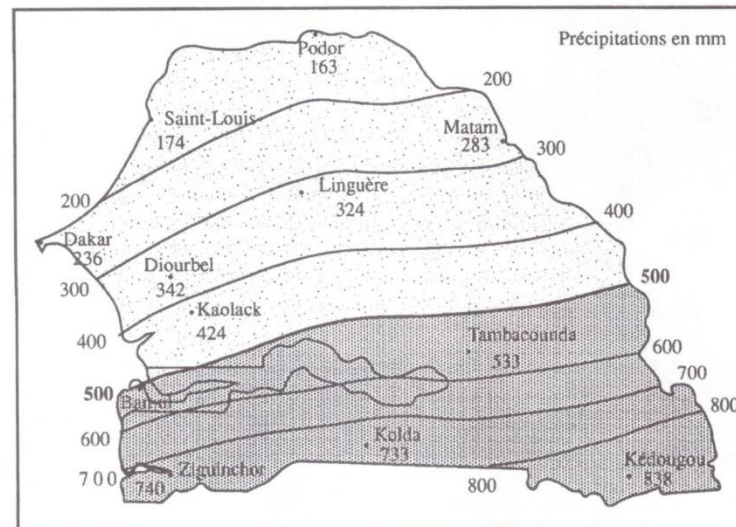


Figure 4: Apports pluviométriques moyens des lignes de grains au Sénégal (1980-1999)

La quantification des apports pluviométriques pendant la période estivale a permis de déterminer la part des lignes de grains dans les totaux enregistrés dans les différents domaines climatiques (tableau 1). Le domaine soudanien atlantique est celui qui reçoit le plus de précipitations non liées aux lignes de grains. Elles proviennent des remontées de la Zone Intertropicale de Convergence et des perturbations cycloniques. On observe aussi une grande variabilité en années pluvieuses (1988, 1989) par rapport aux années sèches (1983, 1992). En prenant en compte l'ensemble des stations retenues dans l'étude, la différence est beaucoup plus nette (figure 5).

Tableau 1: Apports pluviométriques en % des lignes de grains au Sénégal

Domaines climatiques	1980-1999	1988	1989	1983	1992
Domaine de l'alizé maritime stable	72	66	57	79	76
Domaine sahélien	81	65	80	85	81
Domaine nord-soudanien	78	52	77	84	86
Domaine sud-soudanien	74	55	74	68	86
Domaine soudanien atlantique	63	41	54	51	81

L'explication de la variabilité interannuelle des précipitations apparaît en partie à travers les informations qui découlent des différents apports pluviométriques. Pendant les années pluvieuses (1988, 1989, 1999), les apports non liés aux lignes de grains sont beaucoup plus importants que pendant les années déficitaires (1983, 1991, 1992) (tableau 2). Ainsi les années pluvieuses se distinguent par des précipitations abondantes

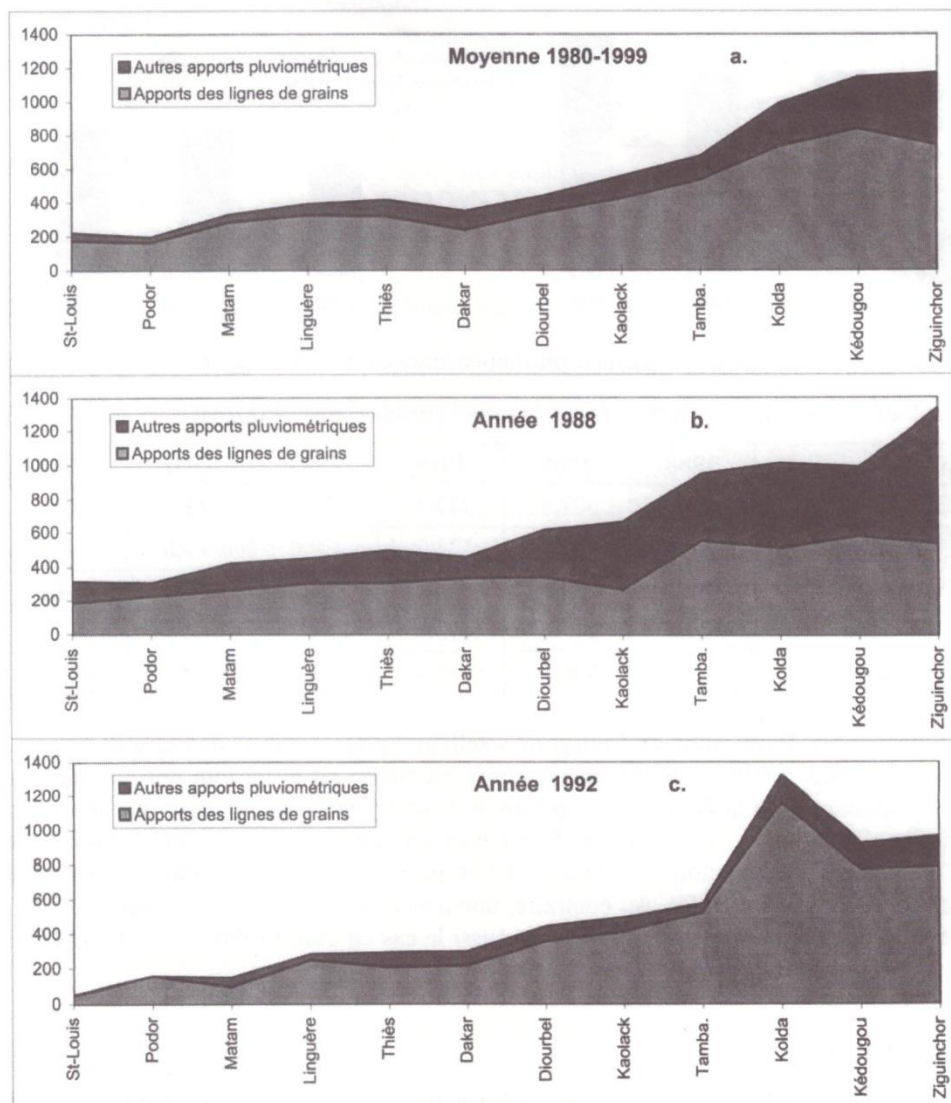


Figure 5: Différents apports pluviométriques en mm dans douze stations du Sénégal

apportées par la Zone Intertropicale de Convergence et par les perturbations cycloniques. Les années les plus déficitaires se caractérisent par une prédominance des apports liés aux lignes de grains. A l'échelle du Sénégal, nous constatons que le pays reçoit en général l'essentiel de ses précipitations des lignes de grains et que ce sont les autres apports qui donnent la particularité à chaque année pluviométrique (figure 6).

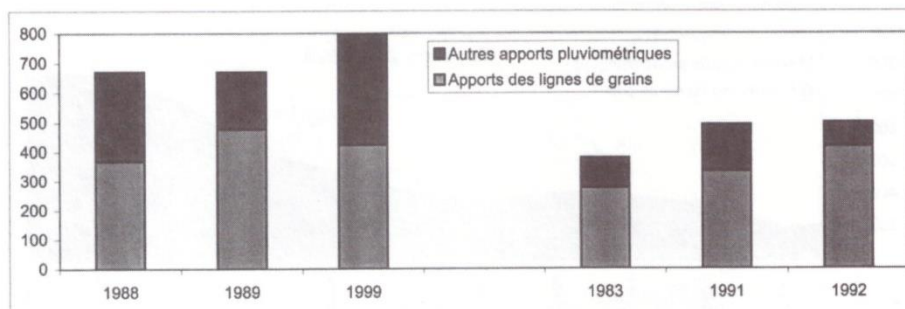


Figure 6: Apports pluviométriques en mm au Sénégal

Tableau 2: Apports pluviométriques non liés aux lignes de grains au Sénégal

Stations	1988	1989	1999	1983	1991	1992
Dakar	129,7	307,8	277,7	54,8	15,9	80,2
Podor	81,1	35,1	131,2	9,0	19,0	0,0
Kaolack	406,1	194,5	434,4	88,6	179,1	84,8
Kédougou	405,2	243,5	493,8	284,9	386,1	164,1
Ziguinchor	789,8	538,7	1005,4	402,8	492,9	181,4

En somme, l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour l'analyse des saisons pluvieuses au Sénégal confirme qu'une bonne année pluvieuse est avant tout liée aux remontées importantes de la Zone Intertropicale de Convergence, identifiables par leurs formations nuageuses, et dont les fréquentes migrations vers le nord favorisent d'abondantes précipitations qui donnent à la saison son cachet particulier ; ce qui est le cas en 1988, 1989 et 1999. Au contraire, une année sèche se caractérise par une intervention limitée de cette zone ; ce qui est aussi le cas en 1983, 1990, 1991 et 1992 (Sagna, 1993 et 1999).

## Conclusion

Le suivi de l'hivernage en temps réel à partir de l'imagerie satellitaire permet de mieux dégager les particularités des différentes saisons pluvieuses et de mieux comprendre l'évolution de la pluviométrie. Celle-ci trouve toute son explication dans les variations de la circulation générale qui tendent à favoriser les remontées de la Zone Intertropicale de Convergence en années pluvieuses et à les limiter en années sèches. Ces mécanismes généraux sont aussi liés à des aspects particuliers tels que la température de surface de la mer, le nombre, la fréquence et l'importance de l'apport pluviométrique des perturbations etc. Ainsi, malgré la grande utilité de l'information satellitaire, celle-ci doit être combinée avec les données météorologiques et océanographiques afin d'arriver à des analyses plus satisfaisantes.

## Bibliographie

- BERROIR, A., 1986: *La météorologie*. QSJ, PUF, **89**, 127p.
- DHONNEUR, G., 1981: Les amas nuageux mobiles, principale composante de la météorologie du Sahel. *La Météorologie*, 6<sup>e</sup> Série, **27**, 75-82.
- DOMERGUE, J.L. et CHANZY, A., 1987: Les outils satellitaires et les produits Agrhymet. *Veille Climatique Satellitaire*, ORSTOM/CMS, Lannion, **16**, 32-45.
- HISARD, P., 1987: Jet d'Est Africain et Jet d'Est Tropical. *Veille Climatique Satellitaire*, ORSTOM/CMS, Lannion, **44**, 55-71.
- LEROUX, M., 1983: Le climat de l'Afrique tropicale. Ed. H. Champion, Paris, Genève, T1, 633p, 350fig, T2, 250 cartes.
- LEROUX, M. et SAGNA, P., 2000: Climat. In Atlas du Sénégal. Ed. Jeune Afrique, 16-19.
- PETERS, M. et TETZLAFF, G. 1986: Precipitation patterns in West Africa. WMO/TD, **22**, 29-33.
- SAGNA, P., 1988: Etude des lignes de gains en Afrique de l'ouest. *Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle*, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, T1, 291p, T2, 241p.
- SAGNA, P., 1993: Etude des saisons des pluies 1989 et 1990 au Sénégal. *Veille Climatique Satellitaire*, ORSTOM/CMS, Lannion, **44**, 55-71.
- SAGNA, P., 1999: Particularités pluviométriques de la façade ouest du Sénégal. *Publications de l'AIC*, **12**, 132-140.