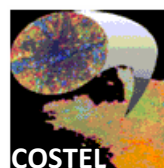




Actes du XXIII<sup>e</sup> Colloque de l'Association  
Internationale de Climatologie

## Risques et changement climatique



édités par :

Vincent DUBREUIL, Olivier PLANCHON, Hervé QUENOL et Valérie BONNARDOT  
COSTEL-LETG (UMR 6554 CNRS), Université Européenne de Bretagne, Rennes 2  
Place du Recteur H. Le Moal, 35043 Rennes Cedex, France.

### COMITE SCIENTIFIQUE

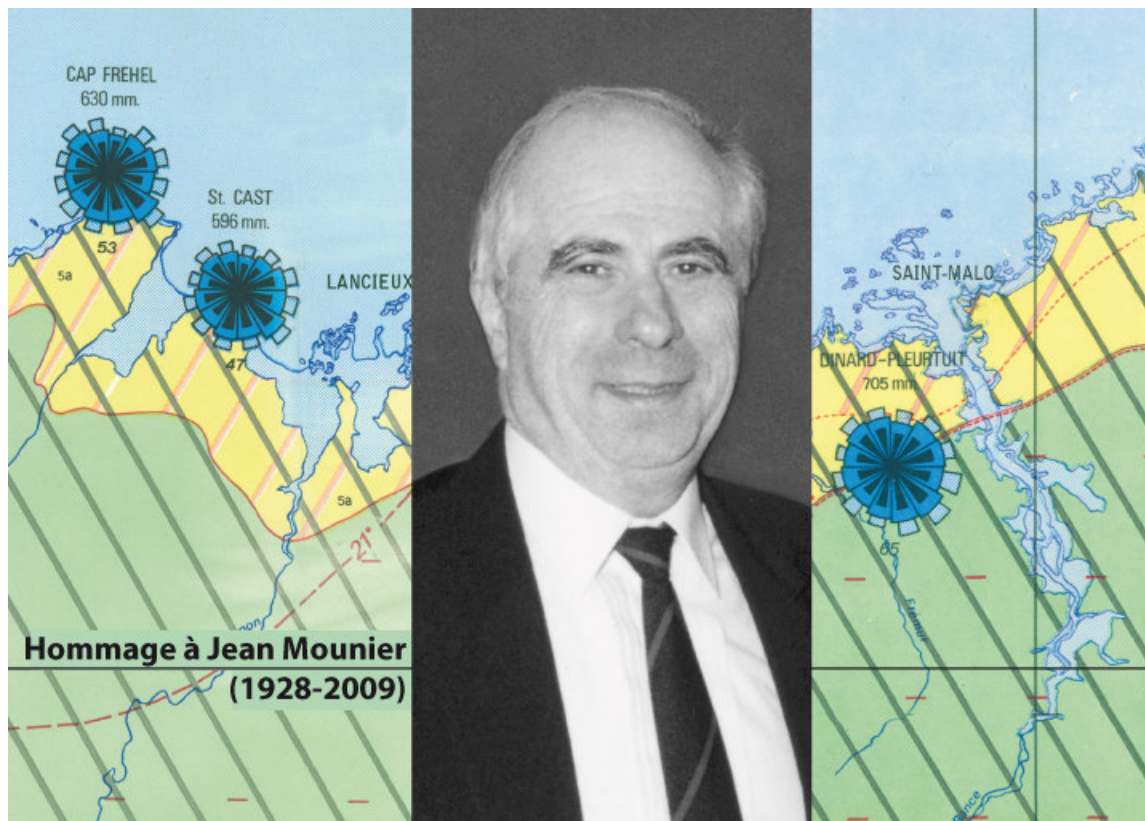
ALCOFORADO Maria-Jôao	Université de Lisbonne, Portugal
BIGOT Sylvain	Université Joseph Fourier, Grenoble
CAMBERLIN Pierre	Université de Bourgogne, Dijon
CANTAT Olivier	Université de Caen Basse Normandie
CARREGA Pierre	Université de Nice Sophia Antipolis
DOUGUEDROIT Annick	Université de Provence, Aix-Marseille 1
ENDLICHER Wilfried	Université Humboldt, Berlin, Allemagne
ERICUM Michel	Université de Liège, Belgique
FALLOT Jean-Michel	Université de Lausanne, Suisse
FAVIER René	Université Pierre Mendès-France, Grenoble
FAZZINI Massimiliano	Université de Turin, Italie
HENIA Latifa	Université de Tunis, Tunisie
HUFTY André	Université Laval, Québec
JOUZEL Jean	LSCE / IPSL, CEA Saclay
MADELIN Malika	Université Denis Diderot, Paris
MENDONCA Francisco	Université de Curitiba, Brésil
MOISSELIN Jean-Marc	Météo France, Toulouse
NDIAYE Aminata	Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal
NIZINSKI Georges	IRD, Orléans
PITA Maria Fernanda	Université de Séville, Espagne
ROME Sandra	Université Joseph Fourier, Grenoble
RICHARD Yves	Université de Bourgogne, Dijon
SEGUIN Bernard	INRA, Avignon
ZAHARIA Liliana	Université de Bucarest, Roumanie



ISBN : 978-2-907696-16-6

# **RISQUES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

*... En hommage à Jean Mounier*



© Université Rennes 2

Né en juillet 1928 à Saint-Malo « intra muros » comme il aimait à le rappeler, il obtient son certificat d'étude en juillet 1940 à St Brieuc, il passe ensuite au Lycée puis à l'Université pour une licence de géographie. Il est de la première promotion du certificat de cartographie, créé par Charles-Pierre Péguy, certificat de cartographie qui introduisait la mesure, la forme, et, comme le disait Charles-Pierre Péguy montrait que « *le géographe est celui qui sait que la terre est ronde* ». Après quelques années dans l'enseignement secondaire, il rejoint ensuite Rennes comme assistant à la faculté de lettres puis comme professeur et enfin comme président.

Ses travaux de recherches sont marqués d'abord par une thèse monumentale sur *les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal*. 1200 pages qui feront référence non seulement en termes de synthèse régionale mais aussi par l'introduction parmi les géographes climatologues francophones des travaux de l'école norvégienne puis de Chicago (Rossby, Palmen, etc...). Son premier article dans la revue RGPSO est publié en 1961 et traite de « l'humidité et l'aridité en Espagne ». Le thème de l'eau est le deuxième élément remarquable de ses travaux. C'est lui également qui diffuse chez les géographes les notions de bilan de l'eau et d'évapotranspiration potentielle notamment dans l'article de Norois de 1965 qui fera date dans l'approche globale du bilan de l'eau qu'il propose.

C'est ensuite l'aventure de l'ER-30 du CNRS à Grenoble, équipe qu'il anime et co-dirige pendant 2 ans. On lui doit les Cartes Climatiques Détaillées de la France de l'ouest, 4 coupures réalisées entre 1975 et 1985 où chaque limite climatique fait l'objet d'études approfondies (nombreux mémoires de maîtrise).

Enfin, c'est l'utilisation de l'imagerie satellitaire qui permet d'affiner les bilans hydriques à l'échelle régionale, d'affiner également l'approche spatiale et de renforcer les études

synoptiques tout en se révélant un élément fort de pédagogie. Son premier article sur l'imagerie satellitaire date de 1978 (année du lancement de TIROS-N) et contribue à fixer le C (pour climat) de l'équipe COSTEL qu'il dirigera pendant plusieurs années.

Jean Mounier était un enseignant-chercheur, convaincu que les deux facettes de notre métier sont indissociables. Enseignant exigeant mais toujours proche des étudiants, proximité qui était probablement due à son parcours qui, pour quelqu'un de sa génération, ne fût pas toujours aisé. Comme pour la recherche, l'outil cartographique est inséré dans l'enseignement et est au centre de la problématique scientifique dans une démarche souvent pragmatique mais d'une redoutable efficacité. Pour lui, la carte, comme l'imagerie satellitaire, ne sont pas des fins en soi, mais un moyen d'investigation. Doué d'un joli « coup de pattes » dans le dessin, toutes les cartes et les croquis de ses cours et de ses photocopies et dans sa thèse sont, soit des originaux, soit des interprétations personnelles d'autres travaux.

Elu Président de l'Université Rennes 2 après une période assez troublée, ses talents de négociateurs ramènent le calme et le consensus nécessaire à une université en plein essor. Il fut un président « rassembleur » et un bâtisseur. Jean Mounier a toujours su ce qu'il devait à l'enseignement public dont il a été en permanence un ardent défenseur. Il sera un farouche partisan des délocalisations et de la création des antennes de Rennes-2 persuadé qu'une des missions de l'université était de favoriser la promotion sociale.

Dès l'origine militant actif de la création de l'Association Internationale de Climatologie il a organisé le 3e colloque de l'AIC en 1990 à Lannion et Rennes. Cette année, nous lui rendons hommage à travers ce volume des Actes de la 23e édition de ces manifestations consacrée aux « risques et changement climatique », des thèmes chers à Jean Mounier. Jean Mounier est probablement parmi les climatologues français celui qui a été le plus dans la lignée de Max Sorre. Il a d'ailleurs toujours adopté sa définition du climat « *une ambiance constituée par la série des états de l'atmosphère au deus d'un lieu dans leurs successions habituelles* », en y ajoutant la dimension régionale soulignant l'importance du climat dans toutes les composantes de la géographie. Cette dimension régionale, celle du géographe comme il aimait le rappeler, en est l'échelle privilégiée, que ce soit dans sa thèse ou dans ses cours.

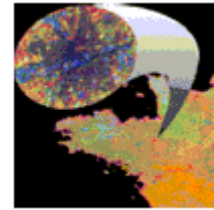
Dans les publications de Jean Mounier, comme dans son enseignement en climatologie il fait souvent beau, et l'on s'aventure rarement au nord du parallèle de Saint-Malo. Et dans le climat humide de la Bretagne, sur les cartes de Jean Mounier, il y avait, curieusement, un lieu un peu plus chaud que les autres, un peu plus ensoleillé que ce que laissaient augurer les statistiques, une sorte de microclimat autour de Lancieux où il repose désormais.

Jean Pierre MARCHAND

Vincent DUBREUIL



# XXIII<sup>e</sup> COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE



COSTEL – LETG  
UMR 6554 CNRS

## RISQUES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

### COMITE D'ORGANISATION

Vincent DUBREUIL  
Hervé QUÉNOL  
Jean - Pierre MARCHAND  
Marie-France MONNERAIS  
Roselyne GRELET  
Gérard BELTRANDO

Oliver PLANCHON  
Valérie BONNARDOT  
Hervé REGNAULD  
Michel MARTIN (Météo-France)  
Hervé NICOLAS (INRA)  
Alain Hervé LE GALL (CAREN)

### EDITEURS SCIENTIFIQUES

Vincent DUBREUIL, Olivier PLANCHON, Hervé QUENOL et Valérie BONNARDOT

### PARTENAIRES



REALISATION ET MISE EN PAGE DES ACTES :

Valérie BONNARDOT

*Les opinions défendues dans cet ouvrage n'engagent que les auteurs ; elles ne sauraient être amputées aux institutions auxquelles ils appartiennent ou qui ont financé leurs travaux.*

© COSTEL, 2010

ISBN : 978-2-907696-16-6

## VARIABILITÉ CLIMATIQUE, ADAPTATION ET PAUPÉRISATION DANS LE "PAYS SÉRÈRE"

NDIAYE A.<sup>1</sup> et SANÉ T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Géographie, FLSH, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) [amindiay2000@yahoo.fr](mailto:amindiay2000@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Département de Géographie, UFR - ST, Université de Ziguinchor (Sénégal) [tsane\\_sn@yahoo.fr](mailto:tsane_sn@yahoo.fr)

**Résumé :** Le déficit pluviométrique, caractérisé au Sénégal, par un glissement progressif des isohyètes vers le sud, sur plus de 120 Km, entre 1970 et 1990, a des répercussions considérables sur l'environnement et sur les rendements agricoles. Dans ce contexte de péjoration climatique, le désengagement de l'Etat dans le secteur de l'agriculture a bouleversé les systèmes d'exploitation agricole et exacerbé la paupérisation des ruraux par l'application effective de politiques d'ajustements structurels. Cette situation de pauvreté davantage ressentie dans les régions rurales où les Indices de Développement Humain (IDH) sont les plus faibles, est source d'un profond dysfonctionnement des sociétés qui, pour des questions de survie, ont développé des stratégies, d'adaptation souvent sources de déséquilibre naturel. Cet article souligne ces problèmes en prenant le cas du pays sérère : Diourbel, Fatick et Kaolack.

**Mots clés :** variabilité climatique, population rurale, pauvreté, adaptation.

**Abstract:** *Climatic variability, Adaptation and Poverty in "the sérère country".*

*The rainfall deficit in Senegal has considerable effects on environment and agricultural sectors. In this context of climatic pejoration and degradation of natural resources, the State disengagement in the agricultural sector led to changes in agricultural operating systems and exacerbated poverty in rural populations. This situation of poverty more felt in the rural areas, where the Human Development Indices are weakest, causes deep society dysfunctioning. So, populations are forced to develop strategies of adaptation, which are often sources of natural imbalance. The induced effects of climatic variability and the strategies of adaptation in rural areas are discussed in this article using the exemple of "the sérère country": Diourbel, Fatick and Kaolack.*

**Keywords:** *climate variability, rural population, poverty, adaptation.*

### Introduction

L'évolution des sociétés humaines a toujours été marquée par l'eau, notamment sous sa forme précipitée. En "pays sérère" sénégalais, situé au centre-ouest du pays, son importance ou sa rareté constitue un facteur déterminant qui rythme la vie de la population. En effet, lorsque le ciel est généreux, la pluie apporte la joie et rend la vie à des paysages meurtris par une longue saison sèche. En revanche, quand le ciel est parcimonieux et que l'eau se fait rare, un spectacle de désolation règne dans les campagnes. La quête des pluies devient alors source d'inquiétude quand à son abondance et sa durée dans cet espace géographique où l'essentiel de l'économie est déterminé par l'agriculture sous pluie.

Les années 1950 et 1960 correspondent à des périodes pluvieuses de l'optimum climatique contemporain. A partir de 1968, la situation climatique devient exécration. Cette période est marquée par une sécheresse répétée qui s'est exacerbée dans les années 1970 et 1980 et se poursuit, d'une certaine façon, jusqu'à présent malgré un retour, plus ou moins timide des précipitations, observé au cours de ces deux dernières décennies. Aussi, depuis plus de trois décennies, le "pays sérère" est affecté par une sécheresse d'une intensité jamais égalée depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle. En effet, les images de famines, de bétail décimé et de paysages desséchés au Sahel, avaient fait le tour du monde pendant les années de forte intensité du déficit pluviométrique. Cette situation a fortement entamé le potentiel socio-économique de cette zone dont la principale source de revenus est tirée de l'agriculture pluviale.

La problématique des changements climatiques à travers la pluviométrie en rapport avec la pauvreté en "pays sérère" est analysée dans ce texte. L'analyse porte également sur les stratégies développées par les populations pour surmonter les difficultés inhérentes à la baisse consécutive des précipitations.

Appartenant au bassin arachidier sénégalais, le "pays sérère" est situé à la limite entre trois zones climatiques : les domaines climatiques sahélien-continental, nord-soudanien-continental et nord-soudanien-côtier (Fig. 1).

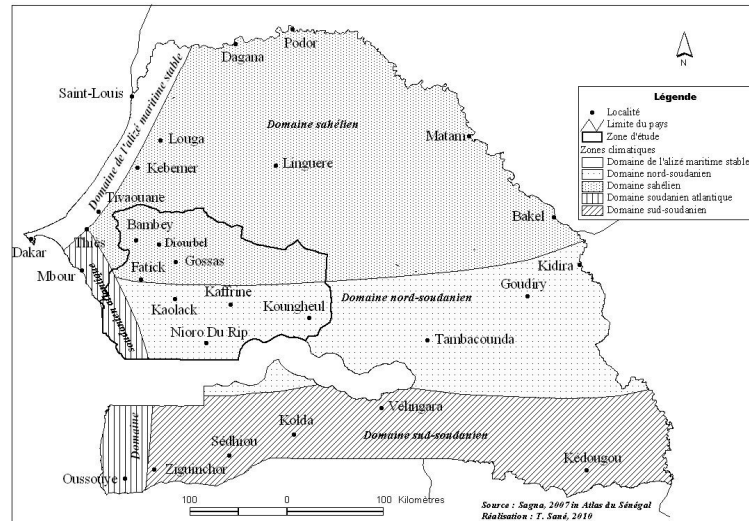


Figure 1 : Les zones climatiques du Sénégal.

## 1. Données et méthodes

Les données pluviométriques des stations du "pays sérère" sont collectées à partir des archives de l'Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal. Il s'agit des pluies mensuelles et annuelles (1951-2005) des stations de Mbacké, Bambey et Diourbel en domaine sahélien continental ; de Gossas, Fatick, Kaolack, Kaffrine et Nioro du Rip en zone nord-soudanienne continentale et de Foundiougne en domaine nord-soudanien côtier. La pluviométrie analysée, à travers son évolution spatio-temporelle, est un important facteur de différenciation climatique. L'analyse statistique des observations pluviométriques est basée sur la méthode des anomalies standardisées établie selon la formule suivante :  $As = (P - X) / \delta$ , où  $As$  est l'anomalie standardisée,  $P$  la valeur de l'observation,  $X$  la moyenne de la série et  $\delta$  correspond à l'écart type de la série considérée. La spatialisation des précipitations est réalisée à partir du logiciel Arcview GIS 3.2a, ce qui permettant ainsi d'apprécier la dynamique des isohyètes.

## 2. Analyse de la situation pluviométrique en "pays sérère"

La variabilité pluviométrique est analysée à travers l'évolution interannuelle et la distribution spatiale des précipitations.

### 2.1. La variabilité interannuelle

La situation pluviométrique ne présente pas la même physionomie sur l'ensemble du "pays sérère" à cause de la diversité des domaines climatiques dont les caractéristiques sont légèrement différentes d'une station à une autre. L'analyse montre, en effet, que le "pays sérère" se caractérise par une grande variabilité interannuelle des précipitations (Fig.2). En zone sahélienne continentale, les moyennes pluviométriques varient entre 490,5 mm à Mbacké et 624 mm à Diourbel. C'est la zone la plus aride puisqu'elle enregistre les plus faibles précipitations de la zone en plus de la longueur de la saison sèche qui dure 8 à 9 mois. Le domaine nord-soudanien continental enregistre des précipitations généralement supérieures à 500 mm comme l'attestent les moyennes de 570,3 et de 767,5 mm enregistrées respectivement à Gossas et à Nioro du Rip entre 1951 et 2005. Enfin, variante littorale du domaine nord-soudanien, le domaine nord-soudanien côtier est représenté ici par la station de Foundiougne qui a enregistré une moyenne de 664,4 mm pour la même période.



L'insécurité climatique observée en "pays sérère" est induite à la fois par la faiblesse des précipitations, le raccourcissement de la saison pluvieuse et surtout l'irrégularité interannuelle des pluies (Diop, 1996 ; Camberlin et Diop, 2003). Cette analyse montre que la sécheresse qui sévit dans le "pays sérère" depuis la fin des années 1960 se poursuit jusqu'à présent même si, par ailleurs, on y observe des années à anomalies positives. La gravité de cette situation a provoqué des conséquences dramatiques pour l'équilibre écologique et les activités humaines, notamment agricoles installant ainsi le monde rural dans une crise économique profonde.

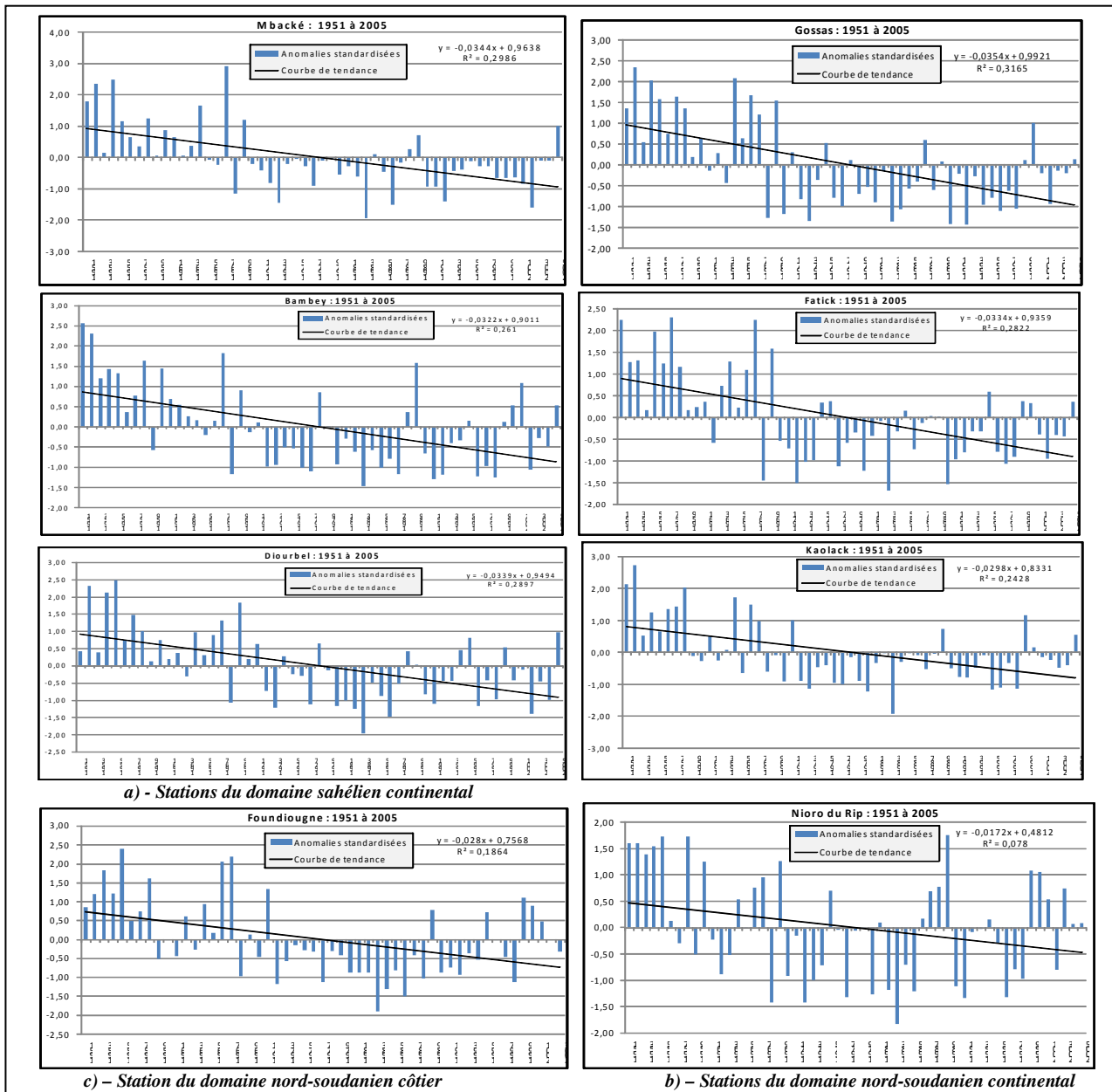


Figure 2 : Evolution pluviométrique en "pays sérère" (1951 à 2005).

## 2.2. La dynamique spatiale des précipitations

L'instabilité interannuelle des précipitations en "pays sérère" a pour corollaire leur forte variabilité spatiale. En effet, en dehors des cumuls pluviométriques annuels qui augmentent du Nord au Sud, on y observe un important glissement des isohyètes vers le sud, notamment durant les trente dernières années du XX<sup>ème</sup> siècle (Fig. 3). La partie septentrionale reste la zone la plus affectée par cette baisse pluviométrique trentenaire. Celle-ci a affecté la qualité

de la saison pluvieuse à travers la diminution du nombre de jours pluvieux, le rétrécissement de la longueur de la saison qui se dégrade davantage du sud au nord et la fréquence des séquences sèches qui constituent une contrainte à l'installation et au bon développement des plantes cultivées, d'où le problème de la sécurité alimentaire récurrent en milieu rural sénégalais.

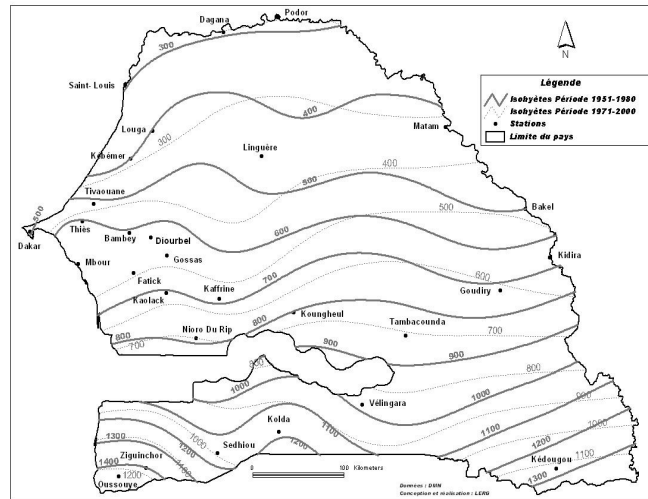


Figure 3 : La dynamique spatiale des précipitations (1951-1980 et 1971-2000).

### 3. La pauvreté en "pays sérère"

La variabilité pluviométrique observée en "pays sérère" résulte de la position géographique du Sénégal en zone sahélienne qui l'expose directement au changement climatique dont les conséquences sont désastreuses (Sané *et al*, 2005 ; Sène, 2007 ; Sène *et al*, 2007). La dégradation des conditions de l'environnement écologique, socio-économique et sanitaire liée à l'instabilité climatique fragilise les capacités de production agricole exposant les populations traditionnellement paysannes, à une insécurité alimentaire récurrente. En effet, la "crise" climatique, en ayant des répercussions directes sur ces zones à risque alimentaire, expose en permanence à la famine, contribue à fragiliser et à amplifier la pauvreté des populations foncièrement agricoles et pastorales. Le bilan vivrier, tributaire de la production céréalière, très déficitaire depuis quelques années, affiche un taux de couverture partout inférieur à 34 %, soit une période de soudure de plus de 8 mois par an.

La baisse tendancielle de la pluviométrie, l'adoption de techniques rudimentaires et destructrices du capital foncier, le désengagement de l'Etat, en ce qui concerne les crédits, pour l'achat de matériels agricoles, la baisse constante des prix aux producteurs, les difficultés de stockage et d'écoulement des produits agricoles et l'endettement des paysans incapables d'honorer leurs dettes sont autant de facteurs qui n'ont fait qu'accentuer cette situation de précarité.

#### 3.1. Des Indices de Développements Humains faibles

Classé 19<sup>ème</sup> selon l'indicateur de développement humain du PNUD (IDH inférieur à 0,5), le Sénégal, avec un indice de pauvreté de 0,431 (DSRP, 2002), est un des pays les plus pauvres (Fig. 4 et 5). Les IDH, expression synthétique du niveau de pauvreté, révèlent que la quasi-totalité du "pays sérère" caractérisé par l'ancien et une partie du nouveau bassin arachidier, enregistre des taux de couverture très en-deçà de la moyenne nationale sénégalaise : 72% et 88 % contre 44% et 59 % pour Dakar, la capitale du pays, souvent pris comme référence dans nos analyses.

L'analyse montre une désarticulation caractéristique et un profond dysfonctionnement des conditions de vie des populations, prémises d'un dépérissement du mode de vie communautaire multiséculaire, dernier sanctuaire du monde rural africain.

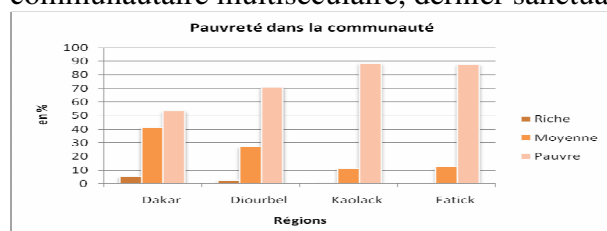


Figure 4 : Pauvreté dans la communauté Dakar et Régions du pays sérère. *Source : Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté, 2002.*

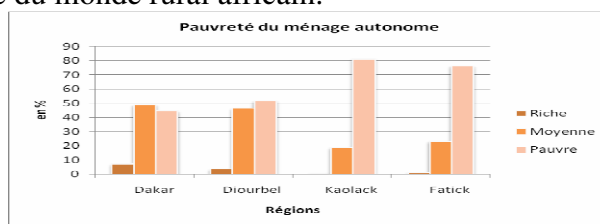


Figure 5 : Pauvreté dans le ménage Dakar et régions du pays sérère. *Source: Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté, 2002.*

### 3.2. Les difficultés d'accès aux infrastructures sociales de base

Généralement, les critères indiciaires pour évaluer le degré de pauvreté sont nombreux \*\* mais nous ne retenons ici que les trois indices liés à la perception des populations locales qui reflètent mieux les réalités de la région étudiée (DSRP, 2002). Il s'agit d'abord, des difficultés d'accès à l'eau potable et à l'énergie, du manque d'infrastructures sanitaires et scolaire.

- L'eau et l'énergie

La salinisation des eaux de surface et des nappes souterraines liée à la dégradation climatique altère la qualité de l'eau (Gouzys et Albergel, 1989). D'importants efforts restent à effectuer pour atteindre les objectifs de l'OMS qui recommande 35 litres d'eau par habitant et par jour puisque la moyenne nationale est de 28 litres par habitant et par jour. En "pays sérère", les populations qui n'ont pas accès à l'eau potable s'approvisionnent directement dans les sources d'eau non protégées s'exposant ainsi aux maladies hydriques. En plus, l'accès des populations rurales à l'électricité reste encore très faible et accentue l'utilisation de bois de cuisson, de fumage des produits halieutiques et d'autres activités consommatrices de bois amplifiant ainsi le phénomène de désertification dans un milieu déjà fragilisé.

- La santé et la formation

Milieu potentiellement rural et dépendant de l'agriculture sous pluie, la baisse des productions agricoles accélère la pauvreté en "pays sérère" et contribue à la fragilisation de la santé des populations. Le secteur sanitaire s'y caractérise, par ailleurs, par un manque criard d'infrastructures, une insuffisance en prestations de service, un personnel non qualifié et très mal réparti avec des moyens d'évacuation très limités, en particulier dans les zones enclavées des îles du Saloum. Seulement 25,5% des ménages ont accès à un dispensaire à moins de 5 km, dans la Région Diourbel, 39% des ménages à une maternité et 31,8% à une case de santé. 950 femmes sur 100 000 décèdent en couches et le taux mortalité infantile est partout très élevé. Les taux d'accès à l'école sont également très faibles de même que l'accès aux nouvelles technologies de l'information et de la communication.

## 4. Les stratégies d'adaptation des populations

Face à ces difficultés inhérentes à la forte instabilité pluviométrique, les populations essaient de contourner la contrainte climatique avec toute une dynamique d'adaptations (Fall et Ndiaye, 1999). Nous ne mentionnons ici que quelques exemples très illustratifs.

\*\* Pour les autres indices, cf. République du Sénégal, 2002 : Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté.

#### **4.1. Face à l'avancée de la mer**

Dans le "pays sérère" côtier, pour limiter la submersion fréquente des terres par l'eau de mer, les populations construisent des diguettes pour empêcher l'intrusion de la langue salée. Cependant, la durabilité et l'efficacité de telles actions se posent avec acuité du fait du manque d'entretien permanent des ouvrages.

#### **4.2. Face à la dégradation des ressources végétales**

La végétation a beaucoup souffert des sécheresses consécutives qui ont affecté significativement le potentiel écologique actuel. Comme réponse à cette situation, le reboisement est partout la solution la plus adoptée par les populations locales. C'est le cas du reboisement de mangrove effectué dans la partie littorale pour régénérer cet écosystème de haute qualité environnementale et socio-économique.

### **Conclusion**

L'économie du "pays sérère", essentiellement fondée sur le secteur agricole et faisant vivre plus des deux tiers de la population, reste tributaire des aléas climatiques. La position géographique entre deux régions d'extrêmes climatiques – bordure du Sahara et latitudes méridionales pluvieuses – expose le "pays sérère" à la menace climatique. Par conséquent, la connaissance et la prise en compte des relations étroites existant entre facteurs climatiques et facteurs humains devraient constituer une priorité fondamentale dans les programmes de développement. L'articulation judicieuse de ces questions essentielles dans des approches cohérentes d'interprétations, de dynamiques d'imbrications Science-Environnement-Société, aiderait à mieux diagnostiquer les dysfonctionnements et à faire des propositions concrètes pour la prise de décisions à différentes échelles, dans une perspective de développement durable.

### **Bibliographie**

- Camberlin P. et Diop M., 2003 : Application of daily rainfall principal component analysis to the assessment of the rainy season characteristics in Senegal. *Climate Research*, **23**, 159-169.
- Diop M., 1996 : A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal. *Sécheresse*, **7**, 7-15.
- DSRP (Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté), 2002, République du Sénégal, 28 p.
- Fall J.Y. et Ndiaye A., 1999 : Sécheresse et dynamiques d'adaptations du Paysan Sérère. Publications de l'AIC, **12**, 181-189.
- Gouzys M., Albergel J., 1989 : Du risque climatique à la contrainte écologique : incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso. In : Eldin M., et Milleville P. *Le risque en agriculture*, ORSTOM, 243-257.
- Sané T., Diop M. et Sène I., 2005 : Variabilité pluviométrique et qualité de la saison pluvieuse au Sénégal de 1951 à 2000. Communication présentée à la conférence AMMA à Dakar, 28 novembre-2 décembre.
- Sène I. M., Diop M. et Sané T., 2007 : Perceptions paysannes des changements climatiques et stratégies d'adaptations au Sénégal. In *Climat, Tourisme et Environnement, Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, **20**, 514-519, 3-8 septembre 2007, Carthage (Tunisie).
- Sène I., 2007 : *Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Sénégal : Dynamiques climatiques, économiques, adaptations, modélisation du bilan hydrique de l'arachide et du mil*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 301 p.