

**J. E. PATUREL**

IRD, 01 BP 182, Ouagadougou 01, Burkina Faso

**P. KOUKPONOU**

EIER, 03 BP 7023, Ouagadougou 03, Burkina Faso

**F. OUATTARA**

Météorologie Nationale, 01 BP 576, Ouagadougou 01, Burkina Faso

**A. L'AOUR**

IRD, 01 BP 182, Ouagadougou 01, Burkina Faso

**G. MAHE**

IRD, 01 BP 182, Ouagadougou 01, Burkina Faso

**F. N. CRES**

EIER, 03 BP 7023, Ouagadougou 03, Burkina Faso

# Variabilité du climat du Burkina Faso au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle

## Résumé

Le traitement de près de 50 années de mesures climatologiques au Burkina Faso peut nous permettre de nous faire une idée plus précise de la sécheresse que les pays d'Afrique de l'Ouest et Centrale subissent depuis 1970 et du nouveau déterminisme du climat actuel. Les pays sahéliens comme le Burkina Faso ont été particulièrement touchés par ce phénomène. La pluviométrie, caractéristique forte du climat tropical, a fortement diminué.

Celle-ci s'accompagne d'une baisse de la pluviométrie mensuelle en fin de saison des pluies et d'une diminution des jours pluvieux. Les événements pluvieux moyens (pluviométrie journalière comprise entre 10 et 50 mm) semblent être les plus sensibles. Il semble que l'insolation annuelle a sensiblement augmenté, entraînant un réchauffement des températures minimales journalières alors que l'évapotranspiration potentielle n'a pas varié.

Mots clés : changement climatique, Burkina Faso, séries chronologiques, climatologie

## Abstract

The analysis of nearly 50 years of climatological measures in Burkina Faso allows a more precise description of the aridity that the countries of West and Central Africa undergo since 1970, and a better knowledge about the new determinism of the current climate.

Sahelian countries like Burkina Faso were particularly concerned by this phenomenon. The rainfall, main characteristic of the tropical climate, strongly decreased. This one comes along with a decline of the monthly rainfall at the end of rainy season and of a decrease of rainy days.

Average rainy events (daily rainfall between 10 and 50 mm) seem to be the most sensitive. It seems that annual insolation increased appreciably, entailing a reheating of daily minimal temperatures, while the potential evapotranspiration did not vary significantly.

Key words : climatic changes, Burkina Faso, time series, climatology

## INTRODUCTION

La Météorologie Nationale du Burkina Faso et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) ont souhaité faire un bilan de l'évolution climatique au Burkina Faso au cours du XXème siècle. Le Burkina Faso, pays sahélien, a connu comme bien d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest et Centrale une forte diminution de la pluviométrie aux alentours de 1970.

Celle-ci s'accompagne d'une diminution quasiment généralisée du nombre de jours pluvieux. Une étude se basant sur des représentations cartographiques et l'application de tests statistiques de détections de rupture au sein de séries chronologiques, portant sur une analyse fine des données pluviométriques et d'autres données climatologiques (insolation, température et évapotranspiration potentielle) a été entreprise (Koukponou, 2001). Ce premier article présente les résultats cartographiques obtenus.

Trente à cinquante années de mesures, depuis 1950, ont été analysées à des stations synoptiques et autres, réparties sur le

territoire burkinabé de façon relativement homogène. Les résultats obtenus devraient pouvoir être considérés comme représentatifs de l'évolution de différents facteurs climatiques qui peuvent expliquer le nouveau déterminisme du climat actuel des régions sahéliennes particulièrement sensibles au dernier épisode de sécheresse du XXème siècle.

## LE MILIEU NATUREL

Le Burkina Faso est un pays enclavé d'Afrique de l'Ouest sans fenêtre maritime qui se situe entre les latitudes 9°30' et 15° nord. Situé en majeure partie dans la bande sahélienne, le pays se subdivise en trois zones climatiques qui sont du sud au nord : zone soudano-guinéenne, soudano-sahélienne et sahélienne. La détermination du climat apparaît étroitement liée au déplacement Nord-Sud du front intertropical (F.I.T.), zone de convergence tropicale entre 2 masses d'air humide (océanique) et sèche (continentale). Deux saisons s'opposent : la saison des pluies qui débute en avril au sud et en juin au nord et la saison sèche qui règne sur l'ensemble du pays à partir de la fin du mois d'octobre. Le maximum de la saison des

pluies se situe au mois d'août qui se caractérise par des pluies abondantes et d'intensité parfois très violente.

## DONNÉES ET MÉTHODE

### Données

La Météorologie Nationale du Burkina Faso a fourni l'ensemble de ses données climatologiques disponibles sur support informatique. L'IRD a amené des corrections ou effectué des compléments. Les données sur lesquelles ont porté l'étude sont : pluviométrie (P), nombre de jours de pluie (Nbjp), classification des jours pluvieux en fonction de la quantité tombée, évapotranspiration potentielle de Penman (Ep), températures minimale et maximale et durée d'insolation (S). Les séries analysées sont constituées de valeurs moyennes annuelles (resp. mensuelles) ou de cumuls annuels (resp. mensuels) ou encore, d'occurrences annuelles (resp. mensuelles).

Ces données (tab. 1) ont fait l'objet de nombreuses critiques et les postes de mesures sélectionnés, pour la plupart des stations synoptiques, ont été suivis régulièrement. Il existe donc très peu de lacunes.

### Méthode

Nous avons choisi de présenter les résultats sous une forme visuelle afin de pouvoir suivre facilement l'évolution des variables analysées, mieux que ne pourraient le faire la juxtaposition de nombreux tableaux et commentaires. Nous nous sommes donc appuyés sur des

Données	Période de disponibilité	Nombre de stations
Températures	1960 - 1998	8
Ep	1961 - 1990	8
P	1950 - 1999	18
Nbjp	1950 - 1999	18
Classes	1950 - 1999	18
S	1950 - 1989	7

Tableau 1. Données climatologiques analysées

cartographies par décennie des données climatologiques et les commentaires seront donc très qualitatifs. Un indice centré réduit a été calculé pour la variable pluviométrie annuelle.

La méthode d'interpolation utilisée est le krigeage. L'information disponible semble être suffisante au regard des variations spatiales très lissées des variables climatologiques sur le territoire burkinabé.

## RÉSULTATS

### Pluviométrie annuelle

L'ensemble du Burkina Faso, à l'exception de 2 stations situées au sud-ouest, a connu une baisse significative d'un point de vue statistique, de sa pluviométrie annuelle aux alentours de 1970. La cartographie par décennie de la pluviométrie moyenne annuelle montre que la pluviométrie annuelle a diminué de la décennie 1950 à la décennie 1980. Pendant la décennie 1990, la pluviométrie est remontée. La cartographie par décennie (fig. 1) de l'indice pluviométrique moyen sur la période de référence 1950-1999 montre que les décennies 1950 et 1960 sont excédentaires (indices positifs), que les décennies 1970 et 1980 sont déficitaires (indices négatifs – déficits moyens de 20% pour la décennie 1980) et que la décennie 1990 est une décennie moyenne (indice proche de 0).

### Pluviométrie mensuelle

A un pas de temps plus faible, le mois, on observe que la pluviométrie a également diminué. La pluviométrie du mois d'août et,

plus particulièrement, du mois de septembre (fig. 2) a significativement diminué. C'est donc plus particulièrement la seconde partie de la saison des pluies qui a connu un changement notable de ses conditions pluviométriques.

### Nombre annuel de jours de pluie

L'évolution du nombre annuel de jours de pluie supérieure à 1 mm (fig. 3) suit l'évolution de la pluviométrie annuelle. La diminution débute globalement pendant la décennie 1970. Au nord, en région sahélienne, la diminution du nombre annuel de jours de pluie s'observe dès la décennie 1960 alors qu'au sud, en région soudano-guinéenne, il augmente. On peut noter également que depuis 1990, cette variable aurait tendance à augmenter.

Au pas de temps mensuel, c'est plus particulièrement le mois de septembre qui connaît une baisse de l'occurrence de jours pluvieux. En effectuant une classification des jours pluvieux en fonction de la quantité de pluie tombée par jour, on se rend compte que c'est le nombre d'événements pluvieux compris entre 10 et 50 mm/j qui varient particulièrement. Les autres classes, comme les événements extrêmes supérieurs à 50 mm/j, ne connaissent pas de changement notable.

### Evapotranspiration potentielle annuelle

Cette variable ne semble pas varier sauf en deux stations, Po (sud du Burkina) et Fada N'Gourma (sud-est du Burkina). Pour ces 2 stations, les mesures

sont probablement faussées car leur environnement a changé, ce qui pourrait modifier certains paramètres de calcul comme le vent.

### Températures moyennes journalières minimales et maximales

La température moyenne journalière minimale sur l'ensemble du Burkina Faso a augmenté de 1°C en moyenne entre la décennie 1960 et 1990 ; alors que la température moyenne journalière maximale reste inchangée. Au cours de la décennie 1990, ce réchauffement n'a été que de 0,1°C en moyenne. On assiste donc à un réchauffement général qui semble se poursuivre même s'il s'est sensiblement ralenti.

### Insolation annuelle

Sur les décennies 1960 et 1970, l'insolation annuelle a augmenté. Depuis 1980, l'insolation a diminué, mais elle aurait tendance à être plus homogène qu'elle ne l'était auparavant : sur l'ensemble du pays, elle varie dorénavant entre 2900 et 3300 heures annuelles alors qu'elle variait auparavant entre 2500 et 3500 heures.

## COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

Cinquante années de mesures climatiques ont permis de définir quelques caractéristiques de l'évolution du climat du Burkina Faso. Le climat burkinabé a connu des évolutions parfois importantes de certaines caractéristiques de son climat depuis 1950. Celles-ci n'ont pas été forcément de la même ampleur par-

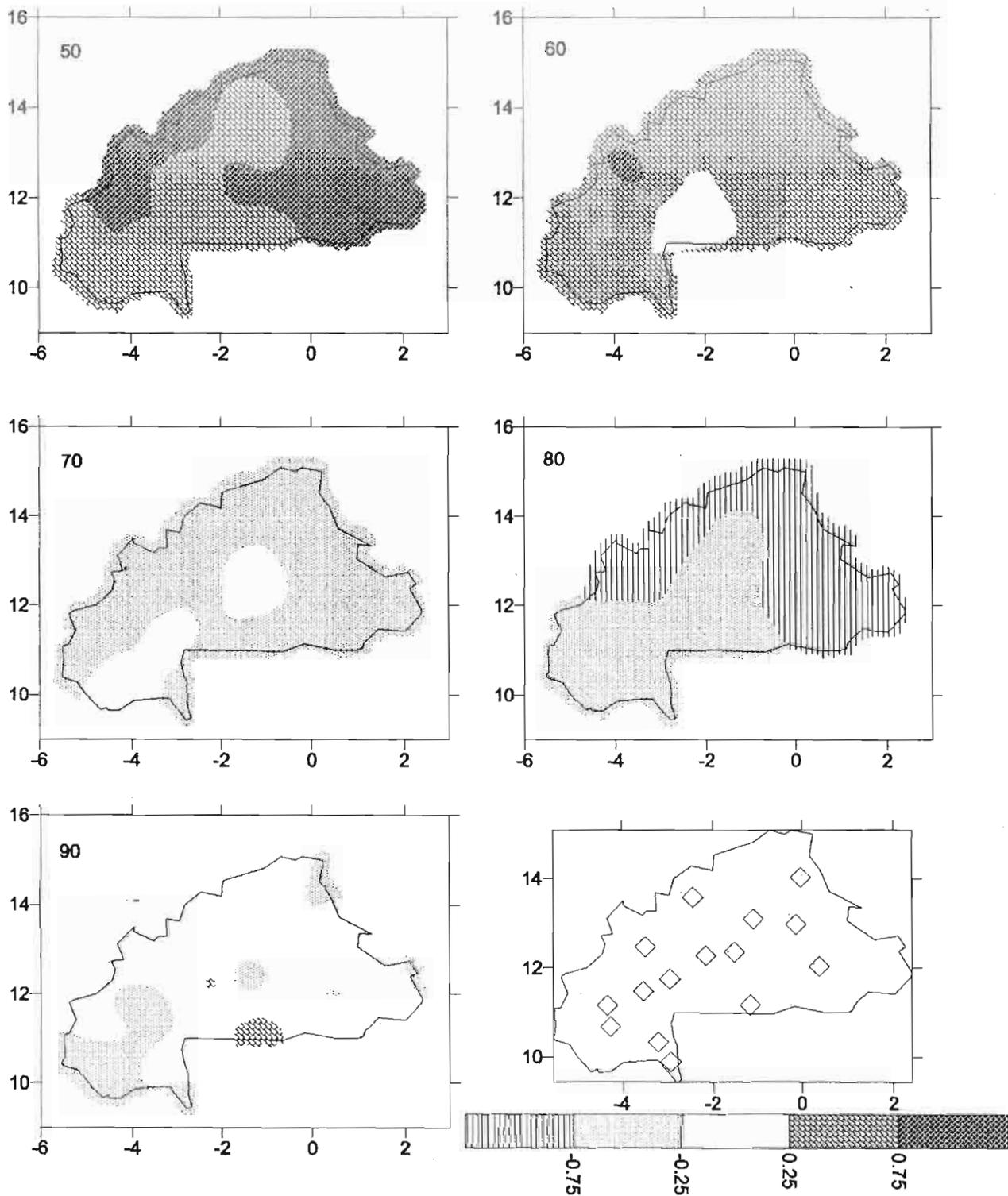


Figure 1. Indice pluviométrique annuel au Burkina Faso de 1950 à 1999 (moyenne sur les décennies 50, 60, 70, 80, 90) et localisation des poste de mesure

tout sur le territoire du Burkina Faso.

Comme dans tous les pays tropicaux, c'est la pluviométrie qui

donne la meilleure image de l'analyse du climat (Pagney, 1995). La pluviométrie a fortement diminué au cours des décennies 1970 et 1980. Au

cours de la décennie 1990, elle a augmenté tout en restant inférieure à ce qu'elle avait été en 1950 ou 1960. La décennie 1990 apparaît d'ailleurs comme une

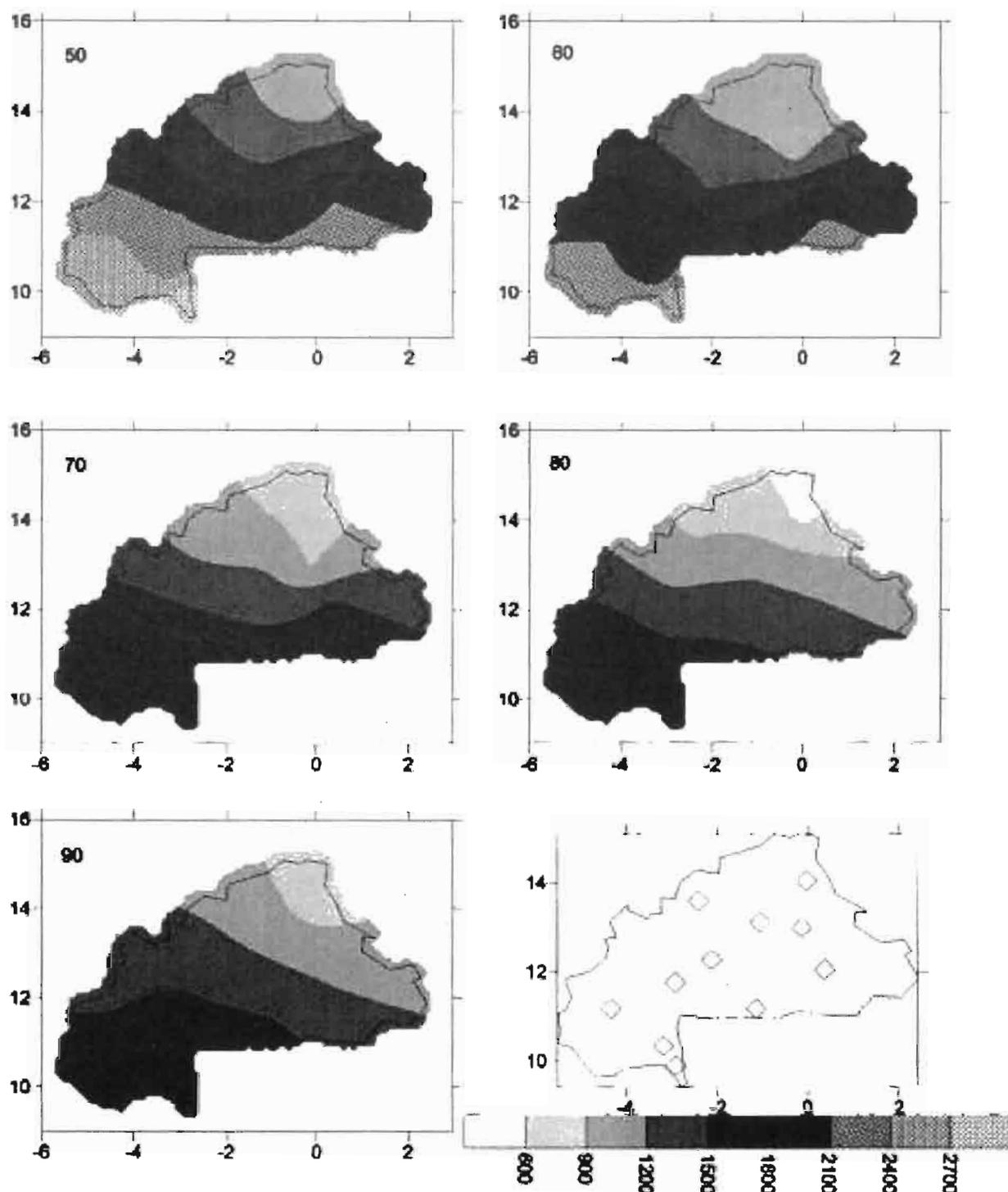


Figure 2. Pluviométrie du mois de septembre (1/10 mm) au Burkina Faso de 1950 à 1999 (moyenne sur les décennies 50, 60, 70, 80 et 90) et localisation des postes de mesure

décennie «moyenne» de la période de 1950-1999.

Cette diminution de la pluviométrie annuelle s'accompagne d'une diminution du nombre

annuel de jours de pluie. C'est particulièrement la seconde partie de la saison des pluies (mois de septembre) qui est touchée par ce phénomène. Il faut ajouter que seul le nombre de jours pluvieux

de l'ordre de 10 à 50 mm diminue significativement.

Les températures conditionnent également le climat d'une région. Au Burkina Faso, l'amplitude

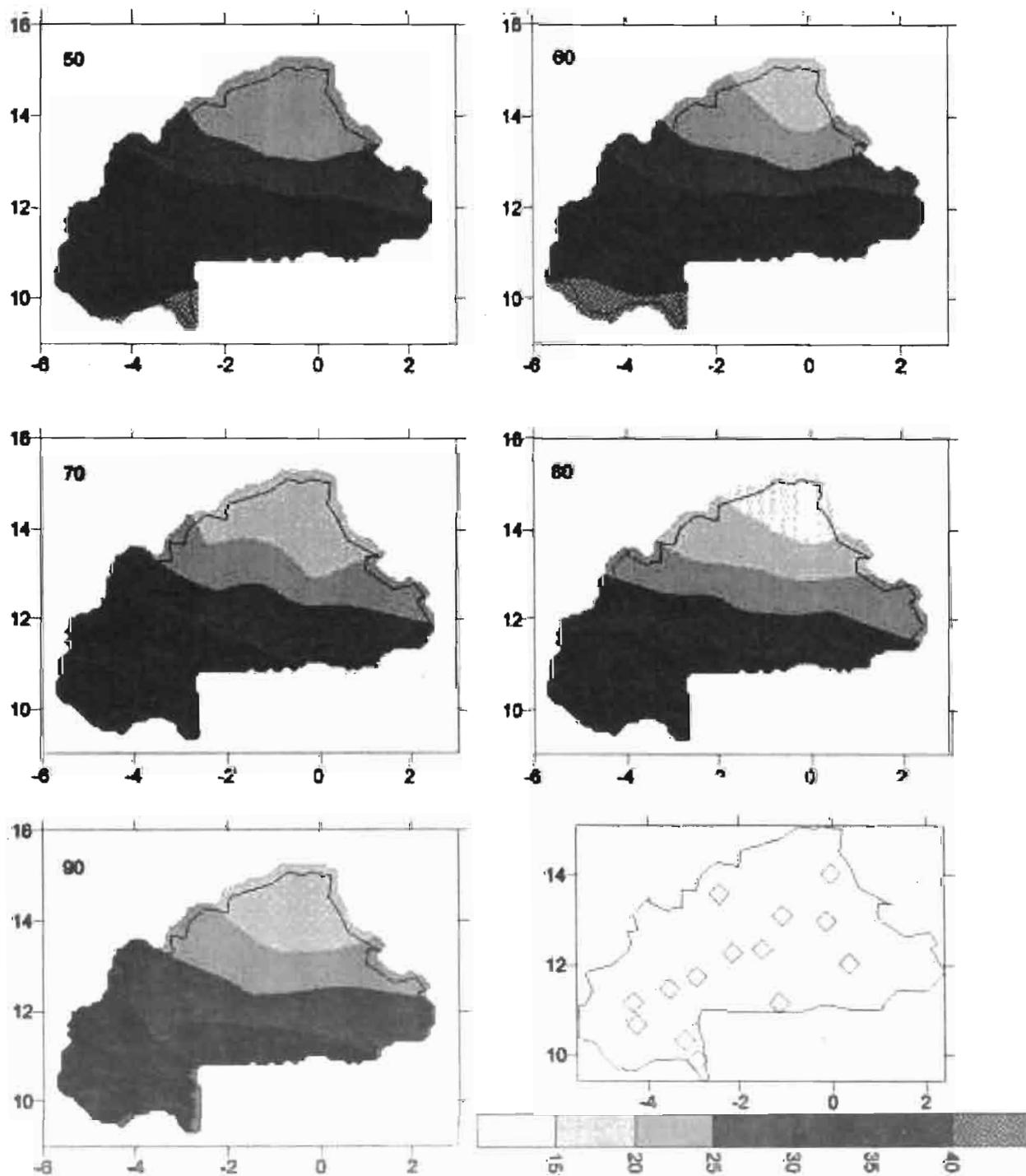


Figure 3. Nombre annuel de jours de pluie (> 1 mm) au Burkina Faso de 1950 à 1999 (moyenne sur les décennies 50, 60, 80 et 90) et localisation des postes de mesure

thermique diurne a diminué de près de 1°C en moyenne et ce phénomène se poursuit. C'est la température minimale journalière qui a augmenté alors que la

température maximale reste inchangée. Cela peut être lié à une augmentation de l'insolation mais elle a cessé après la fin de la décennie 1970. L'évapotrans-

piration potentielle n'a pas varié. Cette variable demande d'ailleurs des travaux plus approfondis car la formule de Penman que la Météorologie Nationale utilise

n'a jamais été recalée alors que des paramètres comme l'albédo ont évolué en raison de la modification de l'environnement.

Un grand nombre de variables climatologiques reste à être étudiées pour essayer de mieux analyser le changement climatique observé à la fin de la décennie 1960 et au début de la décennie 1970. Un effort important sur les dates de début et de fin de saisons des pluies sera entrepris car ces données sont très importantes pour un pays où la population survit grâce aux revenus des activités agricoles dont les résultats demeurent très insuffisants.

D'autres variables comme l'humidité dont les variations, normalement, se produisent en sens inverse de celles des températures, et le vent seront également analysées avec attention. Cet article présente des résultats qualitatifs. D'ores et déjà, ce travail a été complété et fera l'objet d'un prochain article qui permettra de mieux quantifier cette variabilité du climat : l'identification d'une variabilité du climat sur le Burkina Faso a également été abordée par l'application de tests statistiques de rupture de séries chronologiques mensuelles et annuelles de ces mêmes variables climatologiques (WMO, 1966 ; Ceresta, 1986 ; Lubès-Niel *et al.*, 1994). Une rupture est définie de façon générale par un changement dans la loi de probabilité de la série chronologique à un instant donné, le plus souvent inconnu. Les résultats obtenus montrent que des changements, nets en ce qui concerne la pluviométrie, se situant majoritairement autour de l'année 1970,

sont observables sur la plupart des séries chronologiques étudiées comme l'avaient déjà montré d'autres études antérieures sur la pluviométrie annuelle et mensuelle de l'Afrique de l'Ouest et centrale (Paturel *et al.*, 1997 ; Servat *et al.*, 1997 ; Paturel *et al.*, 1998 ; Servat *et al.*, 1998).

Ces premiers résultats ont déjà permis de confirmer certaines impressions que les scientifiques et les agriculteurs burkinabés ont ressenties au cours des décennies 1970 et 1980. Ces mêmes personnes ont l'impression que la décennie 1990 est la décennie qui marque la fin de la sécheresse. Cela ne semble pas avéré en ce qui concerne la pluviométrie, car même si elle a réaugmenté durant la décennie 1990, elle n'a pas encore atteint le niveau des décennies 1950 et 1960. Il en est de même en ce qui concerne les autres variables ■

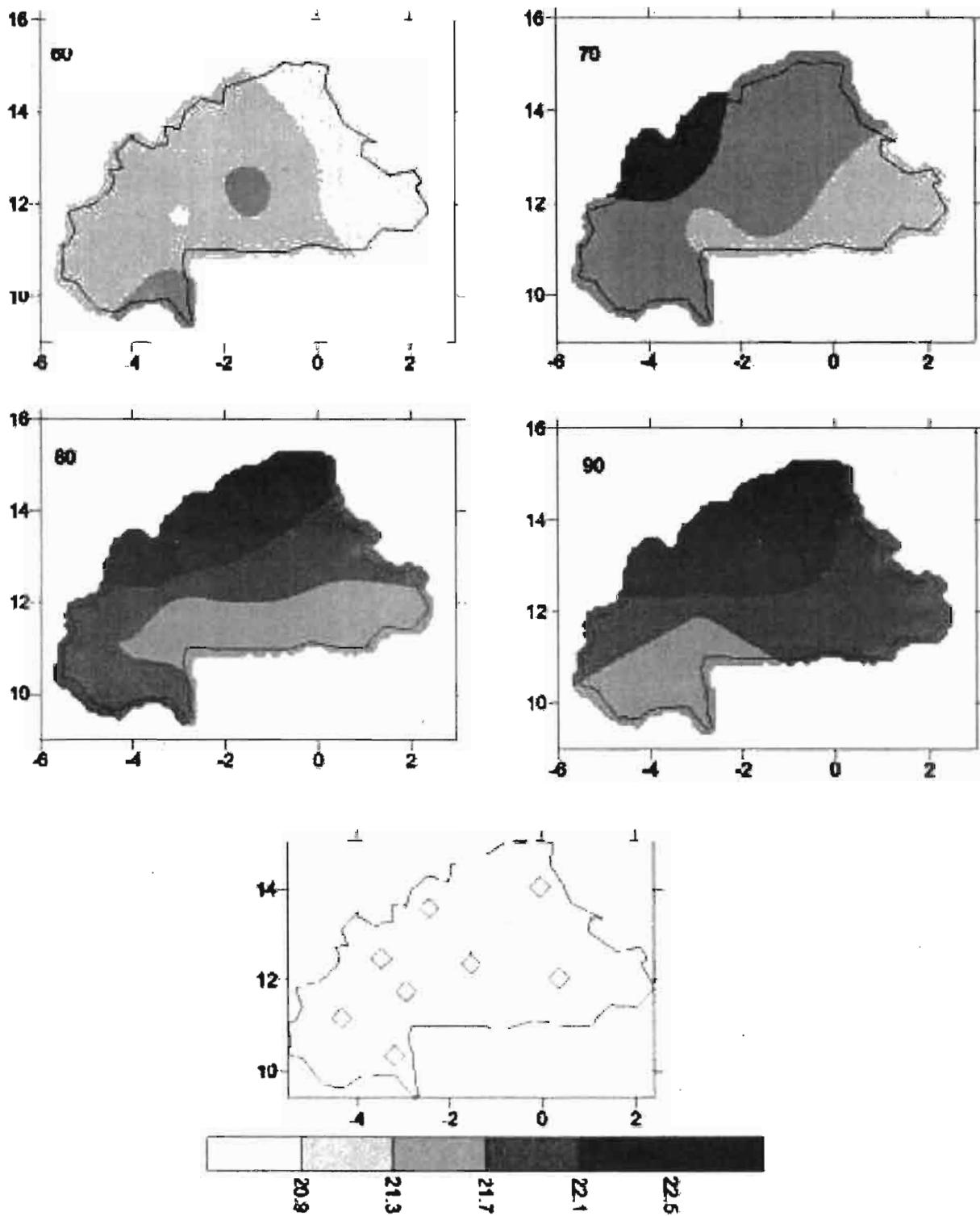


Figure 4. Température minimale moyenne journalière (°C) au Burkina Faso de 1950 à 1999 (moyenne sur les décennies 50, 60, 80 et 90) et localisation des postes de mesure

## BIBLIOGRAPHIE

CERESTA (Centre d'Enseignement et de Recherche de Statistique Appliquée). Aide-mémoire pratique des techniques statistiques pour ingénieurs et techniciens supérieurs, Revue de Statistique Appliquée, vol. 34, 1986, 271 pp.

Koukponou P., Détermination de rupture statistiques dans les séries chronologiques de paramètres météorologiques : application aux stations du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, EIER, 2001, 86 pp + annexes.

Lubès-Niel H., Masson J.M., Servat E., Paturel J. E., Kouamé B., Boyer J. F., Caractérisation de fluctuations dans une série chronologique par applications de tests statistiques - Etude bibliographique, ORS-TOM FRIEND AOC, programme ICCARE, n°3, 1994, 21 pp.

Pagney P., La climatologie, Que sais-je ?, 6ème édition, PUF Paris, 1995, 128 pp.

Paturel J. E., Servat E., Kouame B., Lubes H., Ouedraogo M., Masson J. M., Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea - Part two : "an integrated regional approach. J. of Hydrology, 191, 1997, p.16-36.

Paturel J. E., Servat E., Lubes H., Delattre M. O., Analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'ouest et centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique. Hyd. Se. Jour., 43(6), 1998, p. 937-946.

Servat E., Paturel J. E., Kouamé B., Travaglio M., Ouedraogo M., Boyer J. F., Lubès-Niel H., Fritsch J. M., Masson J. M., Marieu B., Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'ouest et centrale. in : Water resources variability in Africa during the XXth Century, IAHS publ. N°252, 1998, pp 462.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Climatic change. A working group of the Commission for Climatology, World Meteorological Organization, WMO 195, TP 100, Tech. Note n°79 : 78 p., 1966.

## COMMUNIQUÉ

L'Institut International du Froid (IIF) et l'Association des Ingénieurs et Techniciens Frigoristes du Burkina Faso (AITFB) organisent à Ouagadougou (Burkina Faso) du 16 au 20 décembre 2002, un Séminaire International sur le thème « Les Technologies du froid face aux protocoles de Montréal et Kyoto » en collaboration avec le Groupe EIER-ETHSER et le Ministère de l'Environnement et de l'Eau du Burkina Faso.

Ce séminaire verra la participation de nombreux spécialistes internationaux du domaine du froid avec une forte représentation du continent pour faire mieux connaître la filière du froid dans les Etats Africains.

Contacts : - Yézouma COULIBALY Professeur à l'EIER

Tél. : (226) 30 71 16 – 30 20 53

Fax : (226) 31 27 24

E-mail : yezouma.coulibaly@eier.org

- Jules ITINI, Directeur Technique SOFITEL Silmandé Ouagadougou

Tél. : (226) 35 60 05 Fax : (226) 35 60 54

E-mail : hotelsilmande@fasonet.bf ; Silmande@cenatrin.bf

Paturel Jean-Emmanuel, Koukponou P., Ouattara F., L'Aour A., Mahé Gil, Cres F.N. (2002)

Variabilité du climat du Burkina Faso au cours de la seconde moitié du 20ème siècle

Sud Sciences et Technologies, (8), 41-49