

CHANGEMENT CLIMATIQUE AU MALI ET TENDANCE A LA DESERTIFICATION

M. DIALLO IAM, C. H. KONDE, F. TRAORE et M. L. FOFANA

RESUME :

La présente étude fait partie d'un programme global de recherche sur la désertification liée aux changements climatiques au Mali.

Le paramètre climatique considéré ici est la température moyenne relevée sur 30 ans. On procède au suivi des décades les plus représentatives de la saison sèche et de la saison humide pour identifier une tendance quelconque. Ici une hausse ou une baisse. Des résultats de l'analyse des températures moyennes il apparaît une nette tendance à la hausse pendant les 3 dernières décennies.

1 INTRODUCTION:

Depuis déjà trois décennies le Mali, comme l'ensemble du Sahel, connaît des épisodes sévères de variations climatiques qui n'ont pas laissé le temps à nos différents écosystèmes de revenir à leur équilibre d'antan. Graduellement, il s'est instauré une austérité climatique aux effets dévastateurs : déficits pluviométriques chroniques entraînant la famine, l'exode et la mort pour les hommes et les bêtes, réactivation des dunes de sable dans tout le Sahel Nord du Mali, etc...

Ici nous entendons par désertification et par sahélisation une tendance à la pérennisation des conditions climatiques austères du Sahara et du Sahel dans les zones climatiques voisines plus au Sud. Nous n'entrerons pas dans les grandes discussions savamment menées par Odingo, (1990) à propos des différentes définitions de la désertification et de toute la stratégie de lutte bâtie par le BNUS/UNSO autour.

Nous avons souvent utilisé le terme d'exportation par le Sahara de flux de poussières atmosphériques, de dunes de sable et de chaleur vers les zones climatiques voisines à savoir le Sahel, la Savane Soudanaise et l'Océan Atlantique, (Diallo Iam, 1989).

La base de temps est ramenée à l'échelle d'une vie humaine. L'analyse des différents résultats montrent une péjoration du climat sur les trois décennies étudiées. Les moyennes décennales des températures moyennes ont augmenté presque régulièrement de 1961 à 1990 pour toutes les stations étudiées.

Le projet de recherche « Aérosols Sahéliens et Désertification » qui s'occupe de l'exécution du programme global cité plus haut a été conjointement mené par l'Equipe de Géophysique Externe (EGE), du Département de Physique - chimie de l'Ecole Normale supérieure de Bamako (DER de PC/ENSUP) et par une équipe canadienne du Geography Department, University of Guelph, Ontario, sur un financement du CRDI à Ottawa, Canada.

De Novembre 1988 à Novembre 1992, les deux équipes ont installé et exploité trois stations fixes dans le Delta Intérieur du fleuve Niger (DIN) pour mesurer dans les 10 premiers mètres de la couche limite planétaire : le profil vertical de la température et du vecteur vent, les valeurs instantanées de la concentration des aérosols désertiques et sahéliens, de l'humidité relative et du rayonnement global.

Un tunnel aérodynamique a aussi été utilisé pour mesurer la susceptibilité des sols à émettre des aérosols dans les conditions naturelles du Sahel et des échantillons de poussières ont été prélevés par pompage sur filtres Gellman pour des analyses chimiques.

La phase active est terminée et nous sommes actuellement occupés au dépouillement des données.

Le présent travail est un pré-requis pour nous, les séries temporelles de la météorologie étant plus longues que les nôtres nous avons débuté par leur analyse pour situer le contexte climatique dans lequel nous avons travaillé.

2 METHODES ET RESULTATS :

Il est possible de paramétriser le processus de la désertification par un choix judicieux de variables fondamentales orientées vers des objectifs précis préétablis (Diallo Iam, 1989; Odingo, 1990; Kharin, 1990 et BNUS/UNSO, 1992).

Par exemple, le sujet de la désertification bien qu'étant fondamental pour tous ne sera pas abordé de la même façon par un agronome du DIN, confronté à la fuite des sols, par un sociologue s'intéressant aux conséquences désastreuses du phénomène sur les populations nomades, semi nomades et sédentaires ou par un physicien de l'atmosphère. Chacun d'eux pourra définir un protocole d'étude comprenant un ensemble de paramètres fondamentaux et de variables secondaires.

EXEMPLES DE PROTOCOLES :

Exemple 1: Effets socio-économiques de la désertification sur les populations du DIN. Un protocole approprié pour un sociologue pourrait contenir :

- - quelques paramètres climatiques tels que la température moyenne et la pluviométrie,
- - des indicateurs socio-économiques de la région d'intérêt,
- - des données éthno-démographiques.

Exemple 2: Processus de la désertification étudié par un scientifique. Ici le protocole s'attaquant à ce problème pourrait être constitué de plusieurs matières indépendantes. Mais quel que soit la forme adoptée par le scientifique, le dit protocole doit néanmoins contenir des paramètres fondamentaux tels que:

- - La température et son profil vertical
- - La pluviométrie, l'humidité relative, l'ETP
- - Le rayonnement global
- - Le vecteur vent et son gradient
- - La concentration en aérosols
- - Les dunes de sables et la dynamique des dunes.
- - La susceptibilité d'émission des aérosols par les sols
- - La disponibilité en eau de surface en $ha.km^{-2}$, etc ...

Les paramètres soulignés ci-dessus sont ceux que l'EGE a choisis pour mener son étude globale sur la désertification.

L'analyse des grandes tendances du processus de la désertification que l'on ne peut tirer que des longues séries temporelles de la Météorologie Nationale, est un pré-requis pour l'EGE avant de formuler ses conclusions sur la période étudiée de 1988 à 1992. comme dans l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest le climat du Mali est déterminé par les oscillations de la Zone de Convergence Inter Tropicale (ZCIT) entre le Golfe de Guinée et le Sahara. Il en est résulté trois zones climatiques principales au Mali: la zone Soudanaise ou Soudano-guinéenne, la zone Sahélienne, et le Sahara. ces zones sont traversées transversalement par la ZCIT. Les isohyètes sont parallèles aux latitudes et

décroissent du sud au nord. Deux saisons principales sont connues au Mali, la saison sèche et la saison pluvieuse dont les longueurs, anticorrelées entre elles, varient du Sud au Nord. (Bulletins Agrométéorologiques de la Météorologie Nationale du Mali; Sivakumar et al, 1984).

Les stations météorologiques sont choisies dans ces différentes zones climatiques et des séries de 30 ans sont analysées (à l'exception de Bamako-Sénou où nous n'avons pu disposer que de 16 ans de données). Le traitement qui suit concerne uniquement les données déjà disponibles sur support informatique gracieusement fournies par la Météorologie Nationale. Nous avons choisi les décades les plus représentatives des saisons et nous les avons suivi sur 16 ou 30 ans. Signalons que les mois les plus chauds pour la saison sèche sont avril et mai et pour la saison humide août.

Le déficit pluviométrique lui, est bien discuté dans la littérature. (Sivakumar et al, 1984; Odongo, 1990 et Direction de la Météorologie Nationale du Mali).

Nous avons ensuite calculé et tracé les valeurs des moyennes décennales pour une même décennie et pour un même mois de 1961 à 1990, les moyennes mobiles décennales obtenues par lissage polynomial pour la même période et pour les différentes stations d'étude (Fig. 4 et 5). Pour fixer les idées, la figure 1 représente en tiret les moyennes décennales des températures moyennes de la première décennie du mois de mai de 1961 à 1990, en pointillé la moyenne mobile simple des moyennes décennales et en trait plein la moyenne arithmétique des mêmes moyennes décennales des températures moyennes pour la station de Mopti Sévaré (code 270060).

Nous avons tracé dans un repère unique à la figure 2 et pour la température moyenne toujours, les fluctuations des moyennes décennales en tiret,, celles de la moyenne mobile obtenue par lissage polynomial en trait plein et la moyenne arithmétique. Les amplitudes des fluctuations que nous avons observées vont de 2 à 5 degrés Celsius selon les saisons et bien entendu selon la latitude des stations. La distance de la côte atlantique à une station donnée pouvant être considérée comme directement proportionnelle à la quantité de pluie recueillie à la dite station. Les occurrences d'amplitude les plus courantes se situent aux environs de 3 .à 4 degrés Celsius. Les moyennes mobiles obtenues par lissage polynomial suivent mieux les fluctuations des normales tout en conservant la tendance générale à la hausse mentionnée plus haut comme on le voit sur la figure 2. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes limités à ces courbes pour les autres stations.

La plupart des troisièmes décennales sont bien représentatives de leur saison et des hausses observées, comme si la saison prenait le temps de s'installer confortablement, mais ceci reste à être confirmé par l'analyse statistique des décennales chaudes et froides qui fera l'objet d'une autre publication de l'EGE.

Puisque les mois d'avril et de mai d'une part, et d'août de l'autre, sont les plus chauds de leur saison respective, on a axé l'attention sur leurs décennales. Cependant nous avons également étudié celles de juillet et de septembre à cause de leur nature pluvieuse et aussi à cause du glissement latéral de la saison humide elle même d'une année à l'autre. Il est ensuite prévu de faire la part des choses en traçant la pluviométrie et le vecteur vent pour ces mêmes décennales pour bien voir leur effet, ces deux paramètres pouvant entraîner des variations considérables de la température moyenne.

En annexe se trouvent les différents tableaux et graphiques. Nous aboutissons à une hausse des températures moyennes comme trouvé aussi par Obasi, (1988) sans préjuger de son origine anthropogénique ou naturelle.

En effet Obasi, (1988) montre que sur la base de températures moyennes mesurées à l'échelle mondiale on a trouvé une tendance nette à la hausse comme d'ailleurs prévu par

les différents modèles mathématiques. On retrouve les mêmes conclusions générales chez Budyko, (1991) quand il dit que la température moyenne a crû de 0,3°C par décennie de 1975 à 1989. Nous ne le suivons pas non plus, dans le cadre de cette étude, quand lui aussi affirme que cette augmentation, serait due à l'effet de serre d'origine anthropogénique. Pour autant nous ne pouvons pas dire que cet effet n'intervient pas comme un des facteurs clés du réchauffement global.

Houghton, (1991) trouve la même tendance à la hausse de la température sur les 100 dernières années. Hausse qu'il situe entre 0.3 et 0.6 °C avec les années les plus chaudes dans la décennie 1980-1990. Notons que les valeurs trouvées par Obasi Budyko et Houghton s'appliquent à l'ensemble du globe terrestre et pour une série chronologique de 100 ans tandis que les nôtres ne concernent que quelques stations du Mali et pour une période plus courte.

3 CONCLUSIONS :

L'analyse menée sur les décades des températures moyennes a abouti à une augmentation de celles-ci au cours des trente dernières années. Le processus de la désertification est au coeur de cette tendance. Mais il importe de faire une analyse globale en prenant en compte les autres paramètres. Par ailleurs une analyse plus fine fera le décompte des décades plus chaudes ou plus froides qu'une décade "unité" caractérisée par sa température moyenne égale à la moyenne des moyennes décennales pour un mois et une décade donnés.

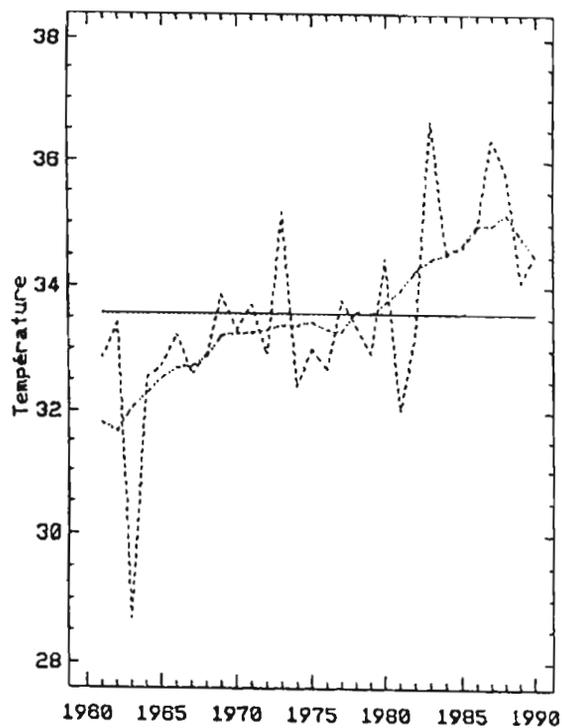
REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient très sincèrement le CRDI pour son soutien financier pendant 5 ans à travers la 03-P-86-1045 et la Direction Générale de la Météorologie Nationale du Mali pour la disponibilité des données prétraitées et saisies sur disquettes.

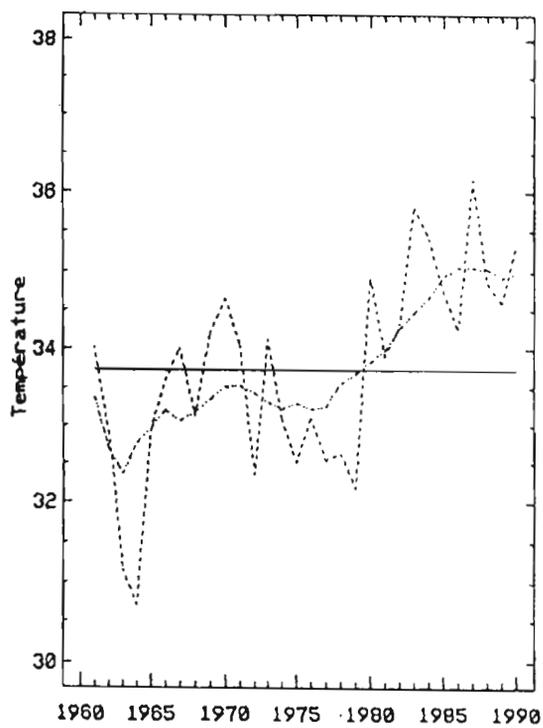
REFERENCES

- BUDYKO M. I., 1991 : climate prediction based on past and present analogues. Pages 225-229 in proceedings of the Second World climate conference, October-November 1990, Geneva, Switzerland.
- BNUS/PNUD, 1992, Evaluation de la désertification et de la sécheresse dans la région Soudano-sahélienne, BNUS,pp 1-5.
- DIALLO IAM M., 1989, Possibilité d'une paramétrisation scientifique du processus de la désertification et de sahélanisation. Pages 267-271, in proceedings of Disastri Ambientali e Desertificazione, Atti del convegno Internazionale 6-7 Giugno 1989,Palermo, Italia. Faenza V. e Randazzo D., Università degli Studi, Dipartimento di Scienze Politiche, Sezione Deserti e Desertificazione, Trieste.
- HOUGHTON J.T., 1991, Scientific Assessment of Climate change:Summary of the IPCC Working Group I Report. Pages 23-45 in Proceedings of The Second climate conference, October-November 1990, Geneva, Switzrland: WMO/OMM.
- KHARIN N. G. 1990, Recommendations on application in the sahelian zone of FAO/UfIEP provisional methodology for Desertification assessment and mapping, in Odingo R. S., Desertification Revisited.
- Météorologie Nationale du Mali. 1987-1992 : Bulletins Agrométéorologiques,(Edition Décadaire). Bamako Mali, Direction Générale de la Météorologie Nationale.

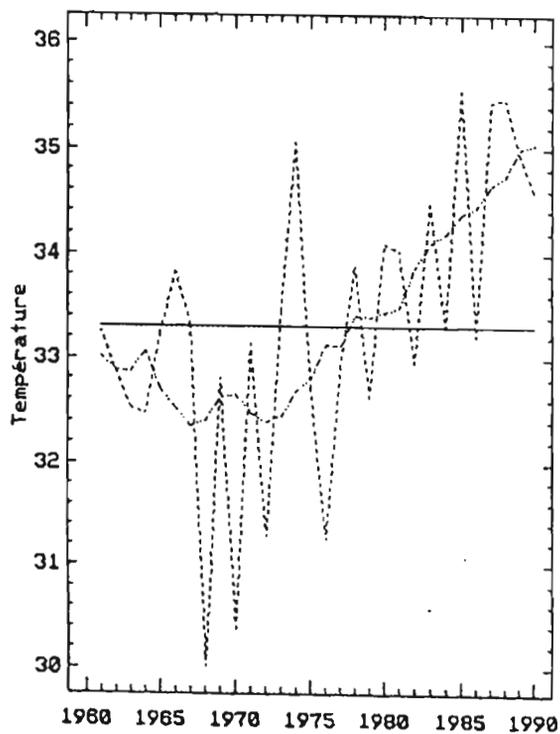
- OBASI G.O.P., 1988, International co-operation in Atmospheric Sciences and the changing Atmosphere. Pages 140-158 in Proceedings of the conference on the changing Atmosphere, Implications for Global Security, 27-30 June 1988, Toronto, Canada: WMO/OMM-N°710.
- ODINGO R. S. 1990, The Definition of Desertification: Its programmatic consequences for UNEF and international community, Desertification control bulletin of UNEF 18:31-50.
- ODINGO R. S. 1990, Desertification Revisited. Pages 7-44 in proceedings of an Ad Hoc consultative Meeting on the Assessment of Desertification, UNEF-DC/FAC, Feb 1990, Nairobi, Kenya : UNEP
- SIVAKUMAR M. V. K., KONATE M., VIRMINI, Déc. 1984, Agroclimatologie de l'Afrique de l'Ouest : le Mali, ICRISAT, Patancheru, Inde.



a) Décade 1



b) Décade 2



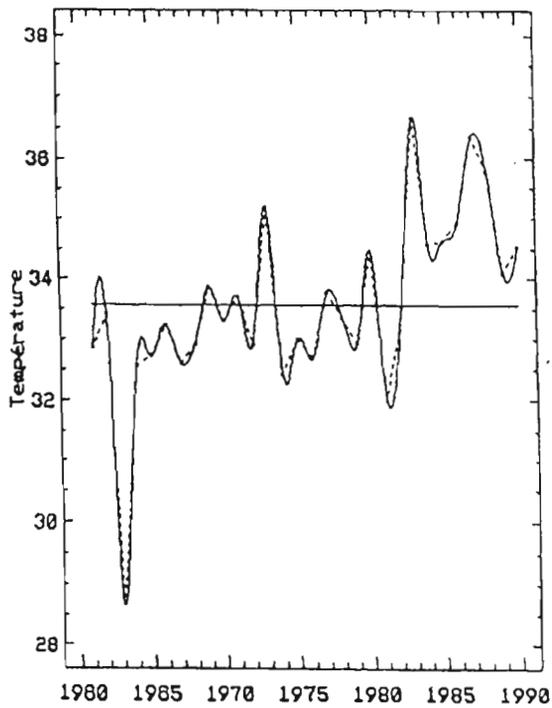
c) Décade 3

Figure n° 1
Température moyenne de mai à Mopti

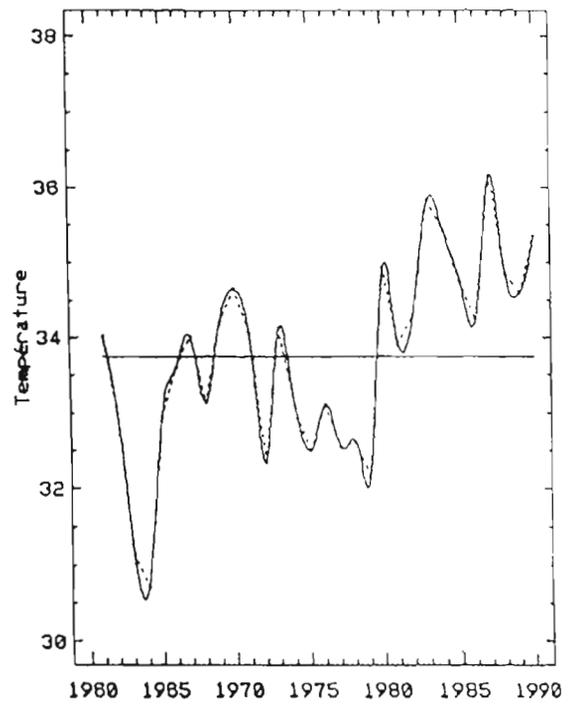
Tableau 1

Températures décennales à Mopti

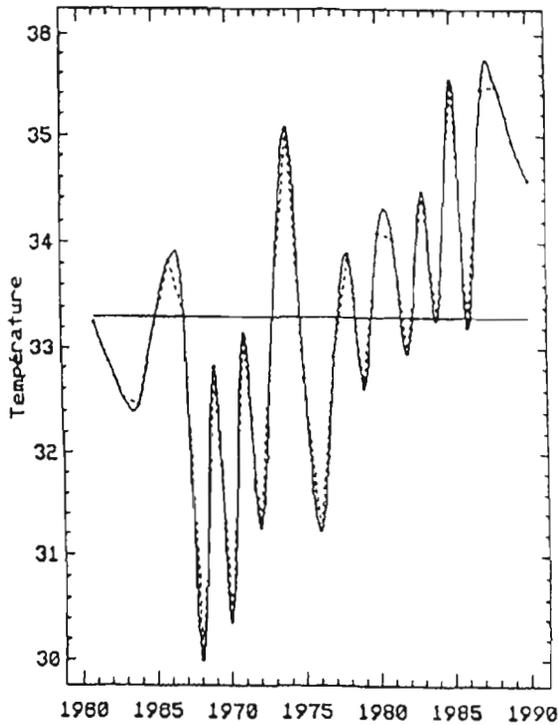
| ANNEE | Décad1 | Décad2 | Décad3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 1961 | 32.86 | 34.01 | 33.24 |
| 1962 | 33.41 | 32.89 | 32.86 |
| 1963 | 28.66 | 31.17 | 32.51 |
| 1964 | 32.55 | 30.72 | 32.46 |
| 1965 | 32.72 | 32.94 | 33.22 |
| 1966 | 33.24 | 33.60 | 33.82 |
| 1967 | 32.61 | 34.01 | 33.30 |
| 1968 | 32.91 | 33.14 | 30.00 |
| 1969 | 33.86 | 34.19 | 32.80 |
| 1970 | 33.32 | 34.65 | 30.38 |
| 1971 | 33.71 | 34.05 | 33.13 |
| 1972 | 32.92 | 32.35 | 31.26 |
| 1973 | 35.17 | 34.13 | 33.45 |
| 1974 | 32.42 | 33.09 | 35.05 |
| 1975 | 33.00 | 32.50 | 32.70 |
| 1976 | 32.69 | 33.12 | 31.24 |
| 1977 | 33.79 | 32.55 | 32.91 |
| 1978 | 33.36 | 32.63 | 33.89 |
| 1979 | 32.93 | 32.19 | 32.62 |
| 1980 | 34.45 | 34.93 | 34.09 |
| 1981 | 32.00 | 33.90 | 34.03 |
| 1982 | 33.25 | 34.31 | 32.95 |
| 1983 | 36.66 | 35.82 | 34.46 |
| 1984 | 34.56 | 35.41 | 33.30 |
| 1985 | 34.61 | 34.75 | 35.54 |
| 1986 | 34.93 | 34.25 | 33.20 |
| 1987 | 36.36 | 36.16 | 35.44 |
| 1988 | 35.80 | 34.84 | 35.47 |
| 1989 | 34.10 | 34.60 | 34.94 |
| 1990 | 34.52 | 35.34 | 34.58 |



a) Décade 1



b) Décade 2



c) Décade 3

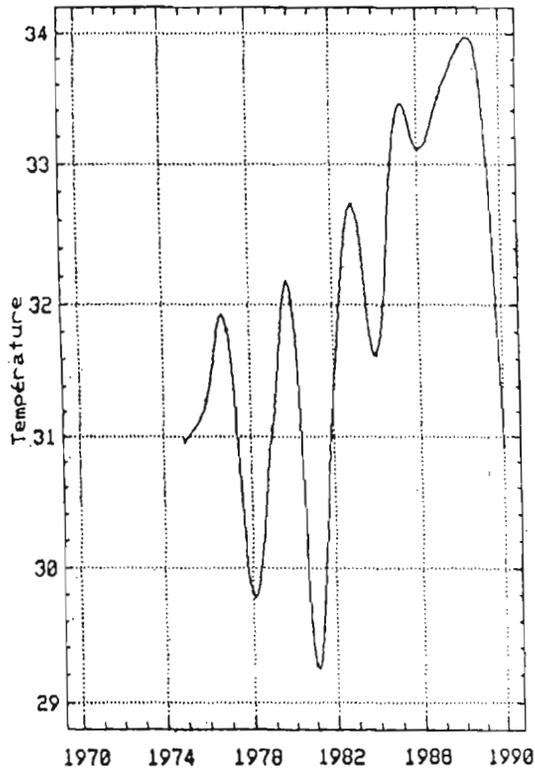
Tableau 1

Températures décennales à Mopti

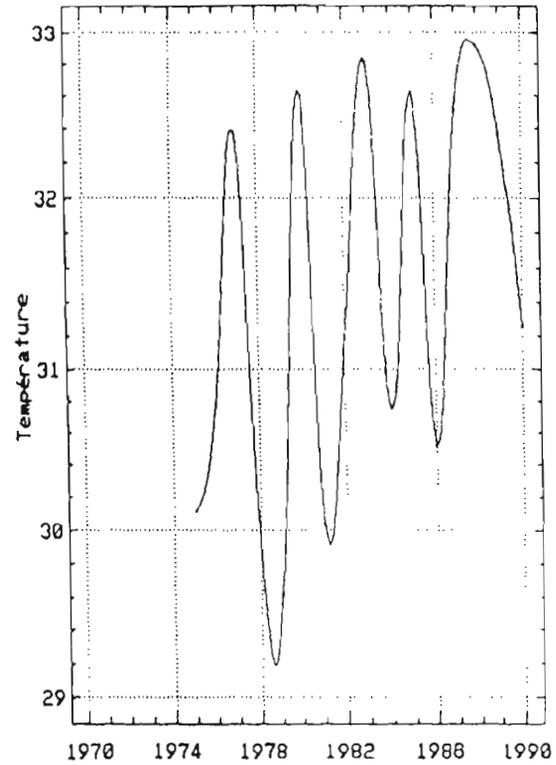
| ANNEE | Décad1 | Décad2 | Décad3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 1961 | 32.86 | 34.01 | 33.24 |
| 1962 | 33.41 | 32.89 | 32.86 |
| 1963 | 28.66 | 31.17 | 32.51 |
| 1964 | 32.55 | 30.72 | 32.46 |
| 1965 | 32.72 | 32.94 | 33.22 |
| 1966 | 33.24 | 33.60 | 33.82 |
| 1967 | 32.61 | 34.01 | 33.30 |
| 1968 | 32.91 | 33.14 | 30.00 |
| 1969 | 33.86 | 34.19 | 32.80 |
| 1970 | 33.32 | 34.65 | 30.38 |
| 1971 | 33.71 | 34.05 | 33.13 |
| 1972 | 32.92 | 32.35 | 31.26 |
| 1973 | 35.17 | 34.13 | 33.45 |
| 1974 | 32.42 | 33.09 | 35.05 |
| 1975 | 33.00 | 32.50 | 32.70 |
| 1976 | 32.69 | 33.12 | 31.24 |
| 1977 | 33.79 | 32.55 | 32.91 |
| 1978 | 33.36 | 32.63 | 33.89 |
| 1979 | 32.93 | 32.19 | 32.62 |
| 1980 | 34.45 | 34.93 | 34.09 |
| 1981 | 32.00 | 33.90 | 34.03 |
| 1982 | 33.25 | 34.31 | 32.95 |
| 1983 | 36.66 | 35.82 | 34.46 |
| 1984 | 34.56 | 35.41 | 33.30 |
| 1985 | 34.61 | 34.75 | 35.54 |
| 1986 | 34.93 | 34.25 | 33.20 |
| 1987 | 36.36 | 36.16 | 35.44 |
| 1988 | 35.80 | 34.84 | 35.47 |
| 1989 | 34.10 | 34.60 | 34.94 |
| 1990 | 34.52 | 35.34 | 34.58 |

Figure n° 2

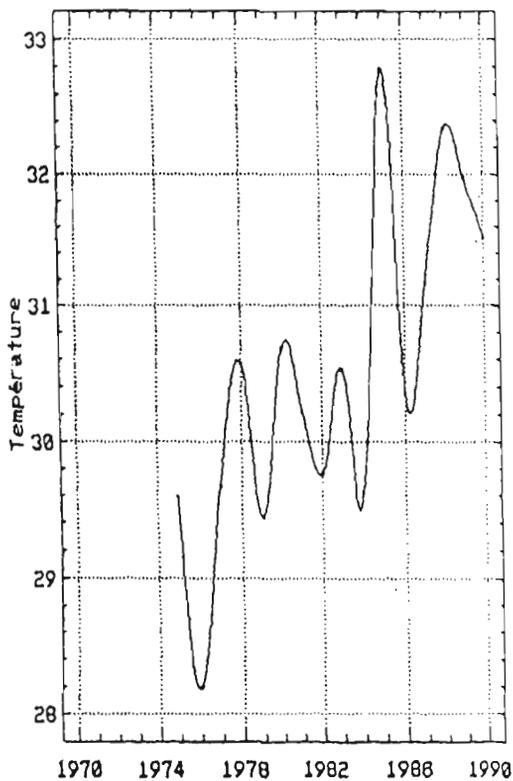
Température moyenne de mai à Mopti



a) Décade 1



b) Décade 2

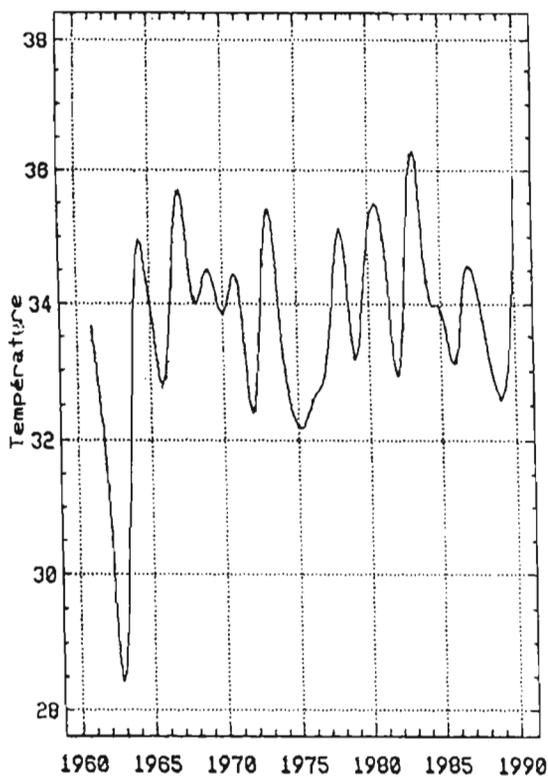


c) Décade 3

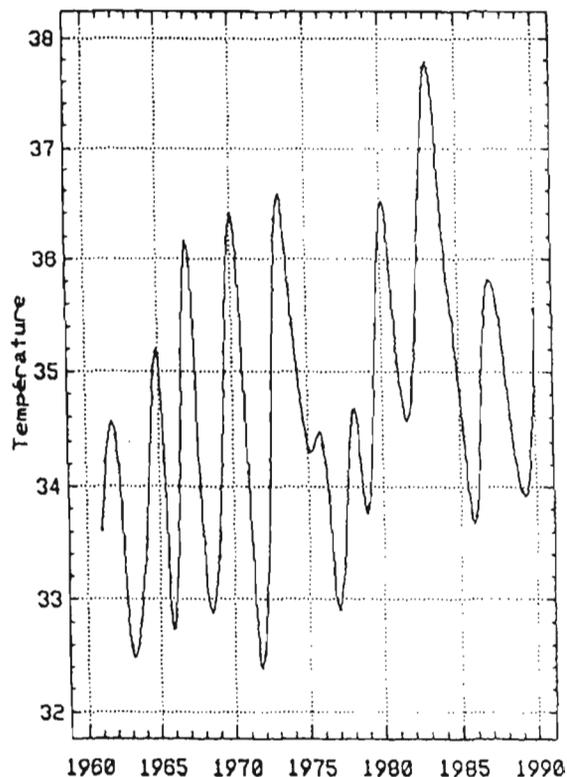
Tableau 2
Températures décadaires à Bamako

| ANNEE | Décad1 | Décad2 | Décad3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 1975 | 30.96 | 30.12 | 29.59 |
| 1976 | 31.28 | 30.78 | 28.20 |
| 1977 | 31.82 | 32.38 | 29.67 |
| 1978 | 29.82 | 29.94 | 30.57 |
| 1979 | 31.05 | 29.56 | 29.44 |
| 1980 | 32.03 | 32.63 | 30.69 |
| 1981 | 29.27 | 30.04 | 30.21 |
| 1982 | 31.41 | 31.20 | 29.77 |
| 1983 | 32.71 | 32.82 | 30.52 |
| 1984 | 31.64 | 30.75 | 29.62 |
| 1985 | 33.33 | 32.62 | 32.78 |
| 1986 | 33.12 | 30.52 | 30.35 |
| 1987 | 33.50 | 32.51 | 31.17 |
| 1988 | 33.90 | 32.92 | 32.34 |
| 1989 | 33.62 | 32.37 | 31.97 |
| 1990 | 30.93 | 31.26 | 31.52 |

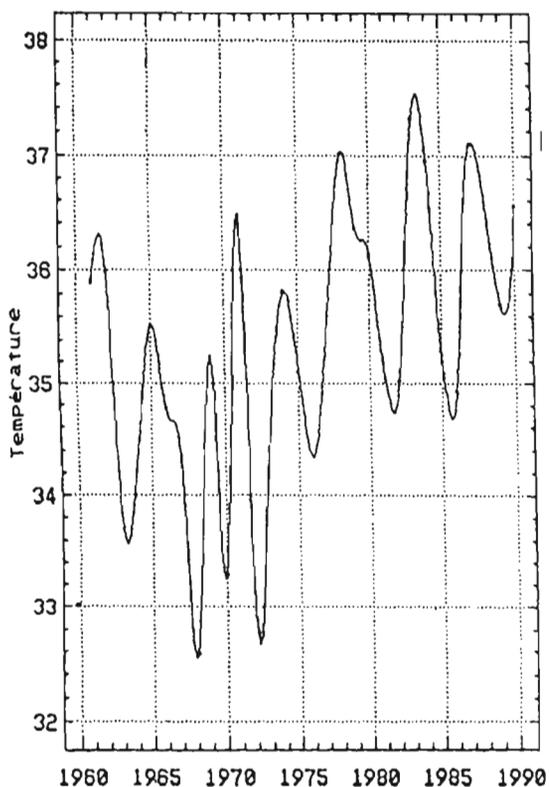
Figure n° 3
Température moyenne de mai à Bamako



a) Décade 1



b) Décade 2



c) Décade 3

Figure n° 4

Température moyenne de mai à Kidal

Tableau 3

Températures décadaires à Kidal

| ANNEE | Décad1 | Décad2 | Décad3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 1961 | 33.64 | 33.62 | 35.89 |
| 1962 | 31.29 | 34.45 | 35.99 |
| 1963 | 28.57 | 32.59 | 33.71 |
| 1964 | 34.37 | 33.35 | 34.30 |
| 1965 | 34.02 | 35.16 | 35.52 |
| 1966 | 32.89 | 32.75 | 34.77 |
| 1967 | 35.66 | 36.15 | 34.34 |
| 1968 | 34.10 | 33.49 | 32.57 |
| 1969 | 34.50 | 33.38 | 35.24 |
| 1970 | 33.87 | 36.39 | 33.30 |
| 1971 | 34.33 | 34.13 | 36.46 |
| 1972 | 32.43 | 32.54 | 32.76 |
| 1973 | 35.37 | 36.35 | 34.61 |
| 1974 | 33.23 | 35.42 | 35.82 |
| 1975 | 32.19 | 34.34 | 35.10 |
| 1976 | 32.56 | 34.36 | 34.35 |
| 1977 | 33.19 | 32.92 | 35.60 |
| 1978 | 35.10 | 34.67 | 37.02 |
| 1979 | 33.20 | 33.83 | 36.36 |
| 1980 | 35.18 | 36.47 | 36.11 |
| 1981 | 34.98 | 35.08 | 35.05 |
| 1982 | 32.97 | 34.93 | 35.02 |
| 1983 | 36.25 | 37.72 | 37.32 |
| 1984 | 34.33 | 36.31 | 36.95 |
| 1985 | 33.88 | 34.84 | 35.20 |
| 1986 | 33.14 | 33.74 | 34.93 |
| 1987 | 34.55 | 35.81 | 37.10 |
| 1988 | | | |
| 1989 | 32.61 | 33.97 | 35.71 |
| 1990 | 35.84 | 35.56 | 36.56 |

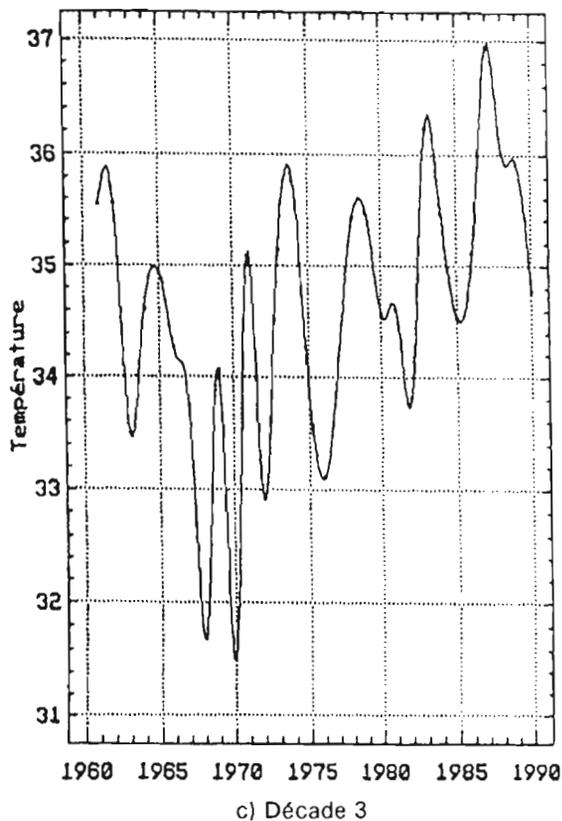
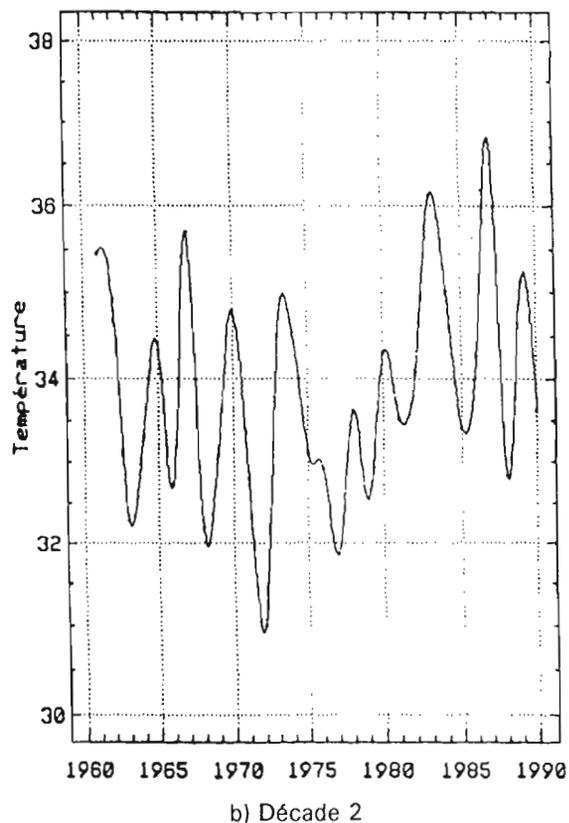
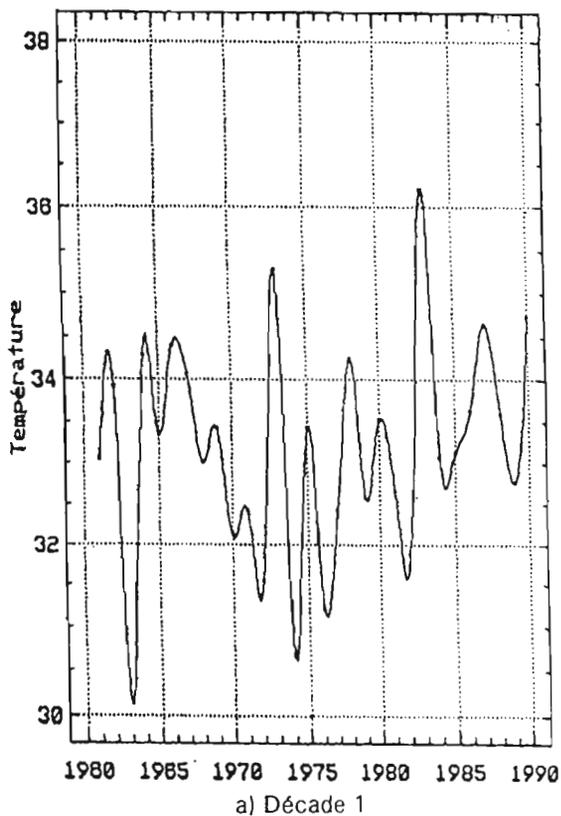
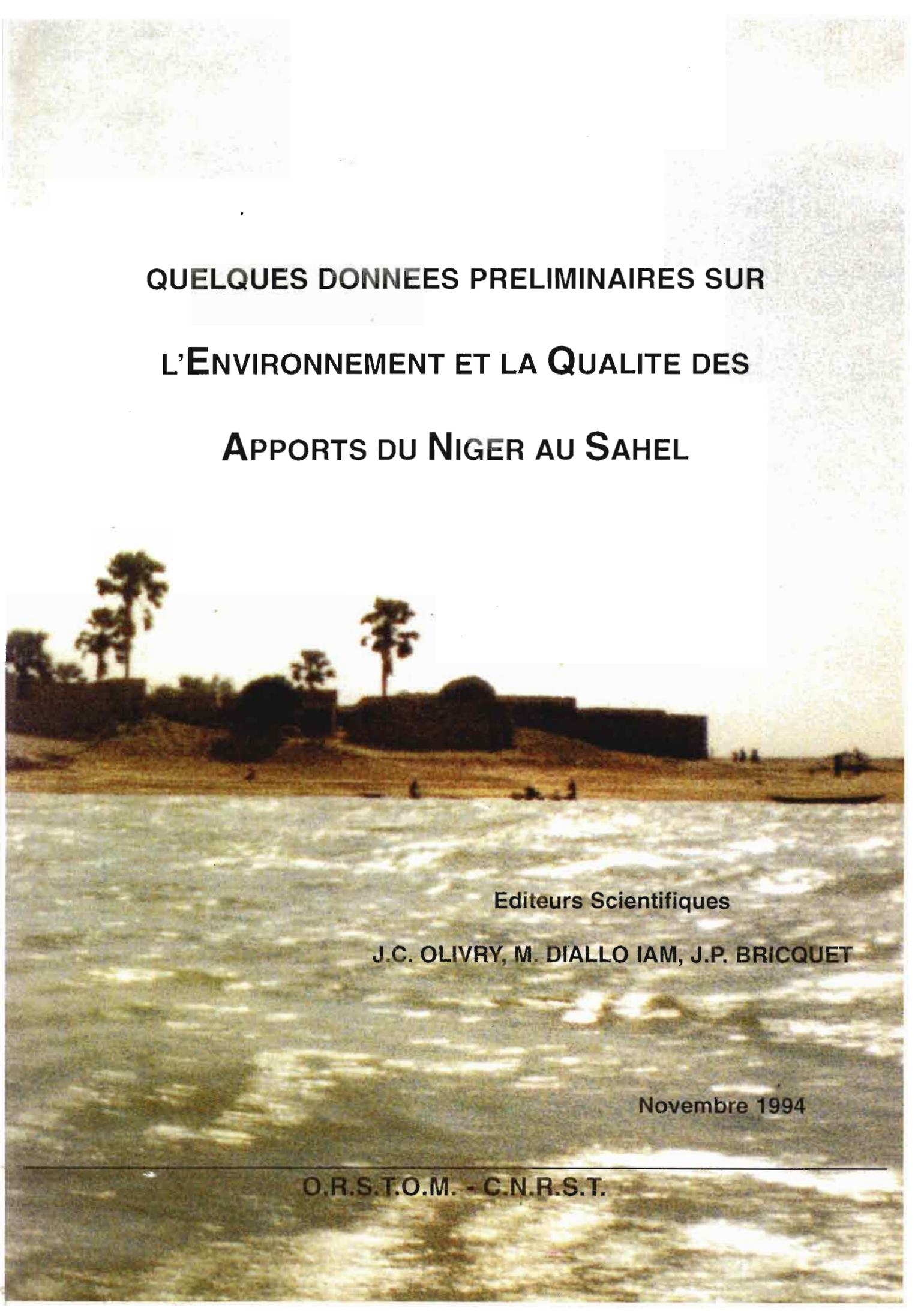


Figure n° 5
Température moyenne de mai à Tombouctou

Tableau 4
Températures décadaires à Tombouctou

| ANNEE | Décad1 | Décad2 | Décad3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 1961 | 33.06 | 35.45 | 35.55 |
| 1962 | 33.92 | 34.91 | 35.56 |
| 1963 | 30.14 | 32.30 | 33.50 |
| 1964 | 34.29 | 33.31 | 34.61 |
| 1965 | 33.37 | 34.43 | 34.95 |
| 1966 | 34.40 | 32.72 | 34.27 |
| 1967 | 34.07 | 35.71 | 33.73 |
| 1968 | 33.02 | 32.20 | 31.70 |
| 1969 | 33.43 | 33.12 | 34.06 |
| 1970 | 32.13 | 34.80 | 31.53 |
| 1971 | 32.44 | 32.81 | 35.08 |
| 1972 | 31.55 | 31.00 | 32.93 |
| 1973 | 35.29 | 34.52 | 35.15 |
| 1974 | 30.68 | 34.54 | 35.78 |
| 1975 | 33.43 | 33.11 | 33.82 |
| 1976 | 31.22 | 32.92 | 33.12 |
| 1977 | 32.43 | 31.87 | 34.20 |
| 1978 | 34.25 | 33.62 | 35.43 |
| 1979 | 32.57 | 32.56 | 35.45 |
| 1980 | 33.55 | 34.32 | 34.57 |
| 1981 | 32.67 | 33.51 | 34.61 |
| 1982 | 31.90 | 34.09 | 33.83 |
| 1983 | 36.20 | 36.12 | 36.24 |
| 1984 | 33.08 | 35.02 | 35.45 |
| 1985 | 33.13 | 33.40 | 34.54 |
| 1986 | 33.64 | 34.27 | 35.12 |
| 1987 | 34.65 | 36.77 | 36.95 |
| 1988 | 33.60 | 32.84 | 36.01 |
| 1989 | 32.78 | 35.12 | 35.92 |
| 1990 | 34.73 | 33.63 | 34.77 |

A photograph of a riverbank with palm trees and a building. The image is the background of the entire page. It shows a wide river in the foreground with some white foam or rapids. In the middle ground, there is a sandy bank with several palm trees and a large, dark, rectangular building. A few small figures of people are visible on the bank. The sky is bright and clear.

**QUELQUES DONNEES PRELIMINAIRES SUR
L'ENVIRONNEMENT ET LA QUALITE DES
APPORTS DU NIGER AU SAHEL**

Editeurs Scientifiques

J.C. OLIVRY, M. DIALLO IAM, J.P. BRICQUET

Novembre 1994

O.R.S.T.O.M. - C.N.R.S.T.

SOMMAIRE

| | |
|---|--------|
| Avant propos | p. 5 |
| Le régime hydrologique du Niger supérieur et le déficit des deux dernières décennies. | p. 9 |
| Le fonctionnement hydrologique de la Cuvette lacustre du Niger et essai de modélisation de l'inondation du delta intérieur. | p. 27 |
| Premiers résultats sur la mesure des flux de matières dissoutes et particulaires dans les apports du Niger au Sahel. | p. 43 |
| Premiers résultats sur la distribution et le bilan des éléments majeurs dissous dans la Cuvette lacustre du fleuve Niger (année 1990-1991). | p. 57 |
| Les apports détritiques terrigènes dans la Cuvette lacustre entre Mopti et Konna (Rép. du Mali). | p. 71 |
| Changement climatique au Mali et tendance à la désertification. | p. 83 |
| Données sur les transports du Niger moyen entre Kandadji et Niamey | p. 93 |
| Liste des annexes | p. 111 |