

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

**FACULTE DES LANGUES, DES LETTRES,
DES ARTS, DES SCIENCES HUMAINES
ET SOCIALES
(F.L.A.S.H.S.)**

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

BURKINA FASO

La Patrie ou la Mort, Nous Valecrons !

MEMOIRE DE MAITRISE

***ESSAI SUR L'EVOLUTION DU CLIMAT LOCAL
DU DEGRE CARRE DE OUAGADOUGOU:
1960 - 1989.***

Présenté par :

YAMEOGO Abraham Auguste

1991-1992

Sous la Direction de :

DA Dapola E.C.

Maître Assistant

D E D I C A C E

Dédié, avec Amour et Reconnaissance,
A mon Père et a ma Mère
A mes Frères et Soeurs
A mes Parents et Amis .

SOMMAIRE

	Pages
Lexique des abréviations.....	3
Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	6
Remerciements.....	7
Résumé + Mots-clefs.....	8
INTRODUCTION.....	9
<u>PREMIERE PARTIE: APERCU SUR LE CLIMAT DU DEGRE CARRE DE OUAGADOUGOU.....</u>	13
<u>CHAPITRE I : Présentation de la région.....</u>	14
A - <u>Le milieu physique.....</u>	14
a - la géologie et la géomorphologie.....	14
b - les sols.....	14
c - la végétation.....	15
d - l'hydrographie.....	16
B - <u>Le milieu humain.....</u>	16
a - la population.....	16
b - les activités humaines.....	17
<u>CHAPITRE II : Définition du climat.....</u>	18
A - <u>La détermination des éléments climatiques.....</u>	18
a - la température de l'air.....	18
b - l'humidité relative.....	19
c - les précipitations.....	20
d - l'insolation.....	21
e - la radiation solaire.....	22
f - l'évaporation.....	22
g - le vent.....	22
B - <u>Définition du climat étudié.....</u>	23
a - essai de définition du climat.....	23
b - autres définitions.....	25

C - <u>Etude statistique d'éléments climatiques</u>	32
a - la variabilité spatio-temporelle des précipitations et du nombre de jours de pluie.....	32
b - la position fréquentielle des événements A2 B C D.....	37
<u>DEUXIEME PARTIE : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES REPERCUSSIONS DANS LE DEGRE CARRE</u>	49
<u>CHAPITRE I : L'évolution climatique</u>	50
A - <u>La situation générale dans le degré carré</u>	50
B - <u>la situation dans les différentes stations</u>	52
a - Boussé.....	52
b - Guilongou.....	52
c - Kamboincé.....	58
d - Ouagadougou.....	58
e - Pabré.....	62
f - Saba.....	62
<u>CHAPITRE II : Les conséquences de l'évolution climatique</u>	70
A - <u>sur le milieu naturel</u>	70
a - la végétation.....	70
b - les sols.....	75
c - les cours d'eau.....	78
B - <u>sur les activités humaines</u>	79
a - les activités agricoles.....	79
b - les rapports sociaux.....	79
C - <u>le climat urbain de Ouagadougou</u>	80
a - le milieu urbain.....	80
b - la population urbaine.....	81
CONCLUSION GENERALE	82
Bibliographie.....	83
Données climatiques utilisées.....	88

LEXIQUE DES ABREVIATIONS

- A.SEC.N.A.** : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique.
- C.I.L.S.S.** : Comité Inter Etat de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel.
- E.P.SAT.** : Evaluation de la Pluviométrie par Satellite.
- E.T.P.** : Evapotranspiration Potentielle.
- I.N.S.D.** : Institut National de la Statistique et de la Démographie.
- O.M.M.** : Organisation Météorologique Mondiale.
- O.N.B.A.H.** : Office National des Barrages et des Aménagements Hydro-agricoles.
- O.R.S.T.O.M.** : Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer.
- P.A.C.** : Programme Allemand du C.I.L.S.S.
- P.C.M.** : Programme Climatologique Mondial.
- P.N.U.D.** : Programme des Nations Unies pour le Développement.

Fig : figure

N : Nord

P : Page

S : Sud

Source : Source

W : Ouest

LISTE DES FIGURES

- Page 11 - Figure 1 : La zone d'étude
- Page 24 - Figure 2 : Rapport pluviométrie - température
- Page 30 - Figure 3 : Les processus de la précipitation dans l'atmosphère
- Page 33 - Figure 4 : Situation des stations
- Page 38 - Figure 5 : Hauteur pluviométrique mensuelles cumulées sur 30 ans
- Page 39 - Figure 6 : Nombre de jours de pluie mensuels cumulés sur 30 ans
- Page 40 - Figure 7 : Répartition de la pluie des 12 - 13 juin 1986 autour de Ouagadougou - Projet EPSAT/86 - OMM/PNUD
- Page 42 - Figure 8 : Boussé : 1960-1989 : Position fréquentielle des événements A2 B C D
- Page 43 - Figure 9 : Guiloungou : 1960-1989 : Position fréquentielle des événements A2 B C D
- Page 44 - Figure 10 : Kamboinssé : 1960-1989 : Position fréquentielle des événements A2 B C D
- Page 45 - Figure 11 : Ouagadougou : 1960-1989 : Position fréquentielle des événements A2 B C D
- Page 47 - Figure 12 : Pabré : 1960-1989 : Position fréquentielle des événements A2 B C D
- Page 48 - Figure 12 : Saba : 1960-1989 : Position fréquentielle des événements A2 B C D
- Page 51 - Figure 14 : Variation des isohyètes 500 et 900 mm au cours des 6 dernières décennies d'Albergel et Al., 1984
- Page 53 - Figure 15 : Boussé (1) : Evolution climatique : courbe et droite de tendance des hauteurs pluviométriques
- Page 54 - Figure 16 : Boussé (2) : Evolution climatique : courbe et droite de tendance du nombre de jours de pluie
- Page 55 - Figure 17 : Guiloungou (1) : Evolution climatique : courbe et droite de tendance des hauteurs pluviométriques

- Page 56 - Figure 18 : Guilongou (2) : Evolution climatique :
courbe et droite de tendance du nombre de
jours de pluie
- Page 58 - Figure 19 : Kamboinssé (1) : Evolution climatique :
courbe et droite de tendance des hauteurs
pluviométriques
- Page 59 - Figure 20 : Kamboinssé (2) : Evolution climatique :
courbe et droite de tendance du nombre de
jours de pluie
- Page 60 - Figure 21 : Ouagadougou (1) : Evolution climatique :
courbe et droite de tendance des hauteurs
pluviométriques
- Page 61 - Figure 22 : Ouagadougou (2) : Evolution climatique :
courbe et droite de tendance du nombre de
jours de pluie
- Page 63 - Figure 23 : Pabré (1) : Evolution climatique : courbe
et droite de tendance des hauteurs
pluviométriques
- Page 64 - Figure 24 : Pabré (2) : Evolution climatique : courbe
et droite de tendance du nombre de jours
de pluie
- Page 65 - Figure 25 : Saba (1) : Evolution climatique : courbe
et droite de tendance des hauteurs
pluviométriques
- Page 66 - Figure 26 : Saba (2) : Evolution climatique : courbe
et droite de tendance du nombre de jours
de pluie
- Page 70 - Figure 27 : Occupation du sol : Boussouma : 1956
- Page 71 - Figure 28 : Occupation du sol : Boussouma : 1985
- Page 72 - Figure 29 : Occupation du sol : Wavoussé : 1956
- Page 73 - Figure 30 : Occupation du sol : Wavoussé : 1985
- Page 76 - Figure 31 : Le splash
- Page 76 - Figure 32 : La concentration de l'écoulement

LISTE DES TABLEAUX

- Page 26 - Tableau I : Les caractéristiques des différents domaines
- Page 32 - Tableau II : Les précipitations
- Page 34 - Tableau III : Le nombre de jours de pluie
- Page 36 - Tableau IV : L'indice de variation des précipitations
par station
- Page 37 - Tableau V : L'indice de variation du nombre de pluie
par station
- Page 46 - Tableau VI : Positions fréquentielles des événements
A2 B C D par station

REMERCIEMENTS

Ce travail a été rendu possible grâce à l'aide de Monsieur DA Dapola Evariste, mon Directeur de Mémoire. Je lui en exprime ma profonde reconnaissance.

Mon autre chance fut de rencontrer Monsieur TRIBOULET J. P. du CIEH, il fut pour moi un conseiller toujours disponible.

Je dois une mention particulière à Messieurs OUEDRAOGO O., NIKIEMA G., qui se sont toujours montrés amicaux et serviables à mon égard.

Je pense aussi à tous les employés de la Direction de la Météorologie Nationale.

Ma reconnaissance va aussi à tous les Enseignants du Département de Géographie de l'Université de Ouagadougou qui, durant les quatre années passées au Département n'ont cessé de me faire partager leur savoir.

Enfin, ma gratitude s'adresse aussi à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à l'élaboration de ce Mémoire.

RESUME

Le climat du degré carré de Ouagadougou a été défini à partir des éléments climatiques disponibles.

Ces éléments présentent une grande variabilité spatio-temporelle dans les différentes stations étudiées.

A cette variabilité des éléments, s'est jointe une évolution climatique générale tendant à la baisse des précipitations et du nombre de jours de pluie.

La tendance évolutive climatique dans chaque station s'est révélée négative. Elle a généré d'immenses conséquences sur le milieu naturel et les activités humaines dans la zone.

MOTS CLEFS

Degré carré de Ouagadougou - Eléments climatiques - Evolution climatique - Végétation - Erosion hydrique - - Climat urbain.

INTRODUCTION

* CHOIX DE LA REGION

Notre thème d'étude s'intitule "ESSAI SUR LE CLIMAT LOCAL DU DEGRE CARRE DE OUAGADOUGOU : 1960-1989".

Le choix de la zone se fonde sur divers mobiles ;

Les contraintes :

En premier lieu, cette zone offrait des possibilités de déplacement et un cadre de travail adéquat, chose importante dans un travail de recherche de cette nature. En outre, nous disposions d'un temps réduit pour notre étude.

Les données techniques et humaines :

Pour être fiable, l'étude climatologique doit couvrir une longue période : 10 à 30 ans au moins. Il fallait en outre des stations disposant de nombreux paramètres climatiques (vent, insolation, humidité, etc.). Le degré carré de Ouaga présentait alors un intérêt particulier pour les raisons suivantes :

- l'existence d'une station synoptique ancienne bien centrée sur le degré carré : Ouaga-aéro.

- une bonne densité de pluviomètres simples avec des données de longues durées

- une densité exceptionnelle et ponctuelle de pluviomètres pendant quelques années avec le projet EPSAT (Evaluation de la Pluviométrie par SATellite) ; projet qui avait pour objectif l'étude de la pluviométrie qui est le facteur essentiel du climat au sahel.

- il était nécessaire en outre de pouvoir compter sur les services techniques adéquats à même de nous faire bénéficier d'un savoir scientifique dans les études climatiques. C'est pourquoi la Direction de la Météorologie Nationale, le CIEH et l'ORSTOM, s'avéraient des alliés incontournables.

* DELIMITATION D'UN SECTEUR D'ETUDE ET INTERET DU PROBLEME

Délimitation du secteur d'étude :

La zone d'étude est comprise entre les parallèles 12° et 13° N et les méridiens 1° et 2° W. (fig I).

Six stations (Boussé, Guiloungou, Kamboincé, Ouagadougou-aéroport, Pabré et Saba) ont été choisies parce que ces dernières disposent de données couvrant une période d'au moins 30 années d'observations. La station de Ouaga-aéro étant une station synoptique et servant à l'aéronautique présente de ce fait un plus grand nombre de données que les autres. Pour respecter l'esprit et la minutie de l'étude, et afin d'éviter d'avoir des résultats différents de ceux du terrain, nous avons utilisé les éléments climatiques communes disponibles dans les différentes stations. D'autres stations existent dans le degré carré. Mais elles sont de création récente et présentent parfois des lacunes d'observations (Gampèla, Loumbila, Kokologo, etc).

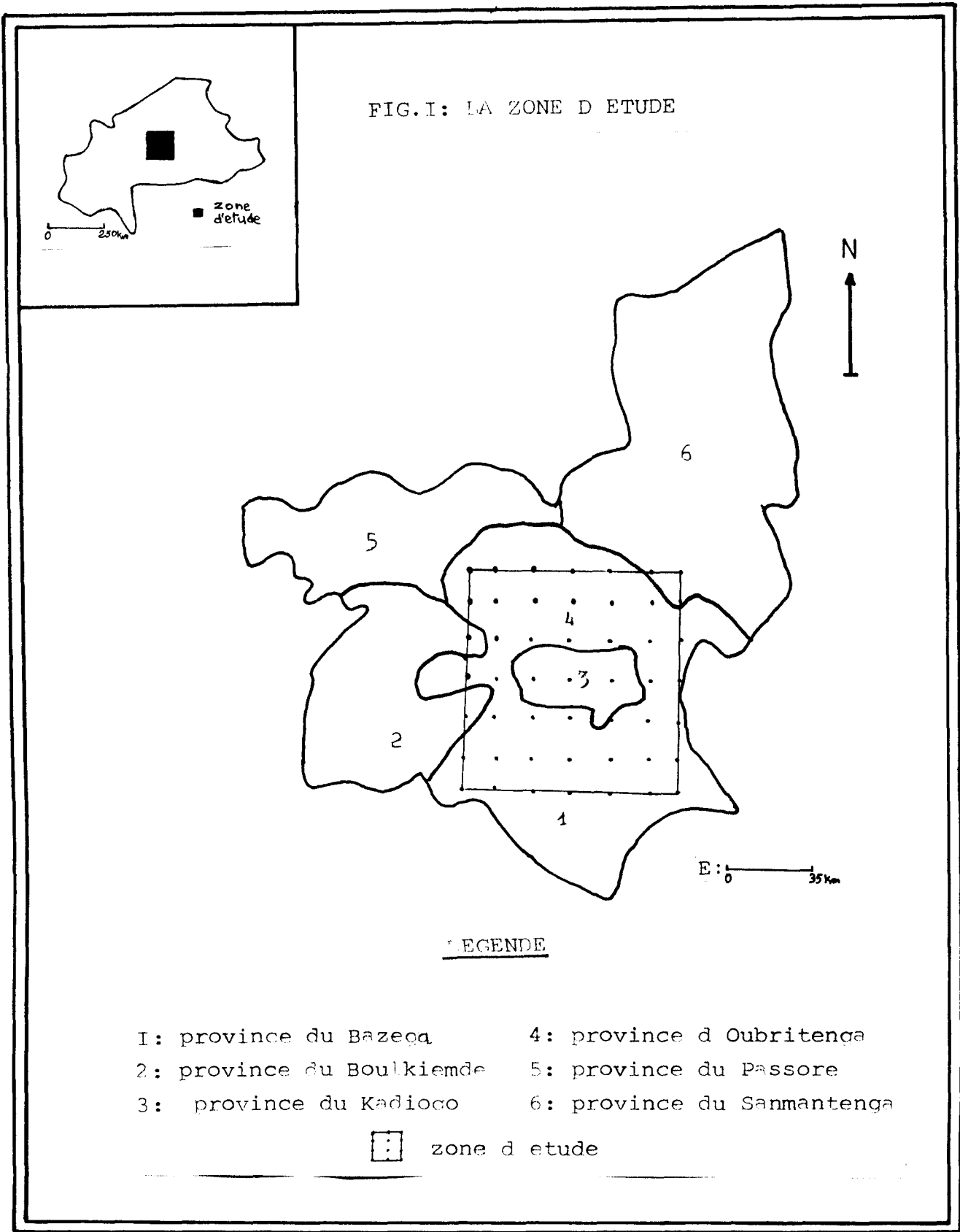
Intérêt du problème :

l'intérêt pour une telle étude découlait du constat que les études climatologique sont assez rares dans notre pays. Lorsqu'elles existent, elles sont souvent incomplètes, et se résument en une simple description des faits climatiques. En outre, elles sont généralement insérées dans des études d'une plus vaste portée. Il faut aussi souligner que les faits climatiques sont à l'ordre du jour et préoccupent beaucoup la communauté internationale. Enfin, le Burkina a comme principal obstacle à son essor économique les problèmes climatiques.

* METHODOLOGIE

Pour aborder un tel sujet, une recherche documentaire minutieuse s'est avérée nécessaire. Bon nombre de documents écrits, filmés et sonores (enregistrement personnel d'émissions radiophoniques sur le climat) concernant notre thème d'étude ont été répertoriés, classifiés et analysés. Ainsi, nous nous sommes rendus à la bibliothèque du BUMIGEB, du CIEH, du CNRST, du Département de Géographie, de la Direction de la Météorologie Nationale, de l'INSD, du Ministère de l'Eau, de l'ONBAH et de l'Université de Ouagadougou pour cette tâche immense.

FIG. I: LA ZONE D ETUDE



LEGENDE

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1: province du Bazega | 4: province d Oubritenga |
| 2: province du Boulkiemde | 5: province du Passore |
| 3: province du Kadioco | 6: province du Sanmantenga |
| □ zone d etude | |

Ce travail documentaire a été accompagné d'entretiens et d'enquêtes enrichissants avec des techniciens et des chercheurs susceptibles de nous éclairer davantage sur le sujet. C'est ainsi que nous avons rencontré Monsieur JP TRIBOULET du CIEH, Messieurs OUEDRAOGO Oumarou et NIKIEMA Gaétan, respectivement Technicien et Documentaliste à la Direction de la Météorologie Nationale.

Par la suite le dépouillement et l'exploitation des milliers de données climatologiques (température, pluviométrie, nombre de jours de pluies, vent, humidité, etc.) recueillis au prix d'un énorme sacrifice financier (photocopies) ont été entrepris en vue du calcul des totaux, des moyennes, des fréquences et des tendances indispensables pour l'établissement de graphiques, de tableaux et de cartes.

L'établissement des graphiques et des tableaux nécessitant une grande rigueur et une précision minutieuse, nous avons eu recours à l'informatique moyennant un investissement financier. Il a fallu également procéder à l'interprétation des photographies aériennes de deux localités pour la période 1954 et 1985. Ce travail fut effectué avec l'aimable autorisation de la bibliothèque du BUMIGEB. Deux cartes topographiques (Ouagadougou et Boussouma) furent achetées pour vérifier certains phénomènes observés sur les photographies aériennes (végétation, champs, détails rocheux).

Puis de brèves sorties ont été effectuées à Balkoui, Kamboincé, Pabré et à Ouagadougou (Cité 1 200 logements, Dassasgo et Kossodo), afin d'observer l'impact et l'écoulement de la pluviométrie sur le sol, les champs, les racines.

Les difficultés rencontrées ont été essentiellement l'absence de certains documents qui s'avéraient importants pour nous, le problème de la disponibilité des techniciens et des personnes rencontrées ; une entrave importante a consisté aussi à attendre la période pluvieuse pour observer certains phénomènes: écoulement, érosion, brèves sécheresse pendant l'hivernage, etc.

Enfin, notre intérêt pour ce sujet nous a amené dans la première partie de notre travail, à définir et à calculer les éléments climatiques, puis à comparer leur variabilité spatio-temporelle.

Dans la seconde partie, nous nous sommes attelés à faire ressortir les tendances évolutives climatiques de la zone d'étude. Il a été tenté également de mesurer l'impact des tendances évolutives climatiques sur la nature et sur l'activité humaine. Nous n'avons pas manqué de même de faire mention des multiples applications et possibilités d'usages de la climatologie.

PREMIERE PARTIE

APERCU SUR LE CLIMAT DU DEGRE CARRE DE
OUAGADOUGOU

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA REGION

A - LE MILIEU PHYSIQUE

a - la géologie et la géomorphologie

La zone d'étude est homogène sur le plan géologique et géomorphologique. Elle est affectée par le socle précambrien qui comprend des zones de roches granitiques (granites archéens syntectoniques traversées par de nombreux petits batholites de granites post-tectoniques constitués de syénites et de granites alcalins et calco-alcalins), des plages de roches métamorphiques et orthométamorphiques. Les roches métamorphiques et orthométamorphiques sont beaucoup moins nombreuses et se rencontrent essentiellement dans le nord de notre zone d'étude. S'y remarque également la présence de filons de quartz et de pegmatite. Le substratum géologique conditionne la géomorphologie d'un lieu. D'un point de vue géomorphologique, la zone ne présente pas de grandes particularités. Elle est constituée par un vaste plateau dont l'altitude varie entre 200 et 350 mètres. Dans sa majeure partie, la zone est donc plane. La géologie et la géomorphologie favorisent grandement tel ou tel type de sol dans la zone.

b - les sols

Sur le plan agronomique, la région dans son ensemble est semi fertile. Plusieurs types de sols la caractérisent :

- Les sols minéraux bruts, de profil AC, constitués par les cuirasses dénudées où l'érosion élimine au fur et à mesure la fraction fine susceptible de se former par désagrégation superficielle de la dalle indurée. Leur intérêt agronomique est donc nul.

- Les sols peu évolués de profil AC où l'horizon humifère repose sur un matériel originel peu différencié. La faible épaisseur du niveau meuble limite leur usage agricole.

- les sols bruns eutrophes se développent dans la zone sur les roches birrimiennes basiques ou non. Ce sont des sols à richesse minérale élevée et bonne, avec un travail du sol aisé qui les prédisposent pour l'agriculture (culture du coton notamment).

- Les sols ferrugineux tropicaux, caractérisés par une richesse en sesquioxides individualisées (fer et parfois manganèse) et une absence d'alumine libre, comprennent les sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris, et les sols ferrugineux remaniés. Leur fertilité actuelle et potentielle est variable, mais c'est surtout leur structure qui est le facteur le plus limitant.

- Les sols hydromorphes dus à la présence d'eau. Dans ce groupe, il y a les sols à pseudo gley hérités et les sols hydromorphes exondés. Les sols hydromorphes sont donc variés et présentent des potentialités souvent intéressantes. Divers groupes de sols sont répartis sur toute la surface de la zone d'étude. Du fait de leur richesse assez notable et de la présence d'eau observée, les sols ferrugineux, les sols bruns eutrophes et les sols hydromorphes favorisent surtout la croissance des végétaux et les travaux agricoles, contrairement aux sols minéraux bruts et peu évolués de profil AC. Ainsi, selon leur type et leur qualité, ces sols seront propices ou non au développement de la végétation dans le degré carré.

c - la végétation

Le degré carré de Ouaga fait partie du domaine phytogéographique soudanien septentrional (zone à climat Nord Soudanien à précipitation de 750 à 1 00 mm avec toutefois 6 à 7 mois secs) GUINKO S. (1984).

Les savanes y présentent l'allure de paysages simples dominés par les essences protégées. Comme formations végétales fondamentales du degré carré, nous soulignerons :

- la présence des formations ligneuses hautes claires à Butyrospermum parkii et Parkia biglobosa, avec une strate graminéenne continue suivie d'une strate herbacée abondante, formant ainsi des paysages de savanes arborées et parfois boisées sur sol ferrugineux ou gravillonnaire. L'Est, le Sud-Est et le Nord-Est du degré carré sont affectés par ces formations.

- l'existence de formations complémentaires à l'exemple des formations ligneuses basses à Combretum micrantum, propres aux sols squelettiques sur cuirasse ferrugineuses. Y figurent aussi des espèces telles que Détarium microcarpum, Butyrospermum parkii, Parkia biglobosa, Acacia sénégaleensis. Nous remarquons de même la présence de formations ripicoles ligneuses hautes à Mitragyna inermis se développant le long des cours d'eau.

Dans la zone et selon l'étude faite par TERRIBLE M. (1975), il apparaît que les formations herbeuses ou claires occupent la première place (38 à 59 %). Il nous faut toutefois relativiser ces chiffres, car cette étude date de plus de 20 ans. Pour des raisons que nous analyserons ultérieurement, il y a lieu de les considérer comme en dessous des réalités actuelles du terrain. Le tapis herbacé est composé de graminées de haute taille et peu touffues assurant une couverture pratiquement continue du sol en saison pluvieuse. Les formations ligneuses basses viennent en seconde position (15 à 26 %) avec des savanes arbustives à Combretum micrantum et Guiréa sénégaleensis. Les formations ligneuses denses (10 à 26 %) sont assez fréquentes et sont particulièrement des boisements d'Anogeissus léiocarpus.

Les autres formations ligneuses hautes claires et ligneuses hautes complexes viennent à égalité.

Cette zone correspond à l'aire de la formation fondamentale à Butyrospermum parkii et Combretum micranthum. La croissance de la végétation est stimulée en certains endroits par l'importance du réseau hydrographique.

d - l'hydrographie

Sur le plan hydrographique, la zone est desservie essentiellement par les deux grands fleuves que sont le Nakambé (ex Volta Blanche) et le Nazinon (ex Volta Rouge). Ces cours d'eau appartiennent au régime tropical pur.

La période d'écoulement continue des hautes eaux dure 3 mois (mi-juillet à mi-octobre) ; en saison sèche, l'écoulement cesse totalement entre mars et mai. Dans l'ensemble de la zone, les pentes sont faibles, la vitesse de l'eau, particulièrement dans les cours d'eau principaux n'est pas suffisante pour entretenir un tracé net du lit.

Le réseau hydrographique, dans le degré carré, est relativement important et bien réparti ; toutefois, la majorité des affluents du Nakambé et du Nazinon, voire ces fleuves eux-mêmes tarissent en saison sèche. Les sols, la végétation et l'hydrographie déterminent les activités humaines dans la zone.

B - LE MILIEU HUMAIN

a - la population

La population dans la zone d'étude est essentiellement composée de Mossi (80 %) puis de Gourounssi, de Peulh, de Gourmantché, etc. Une très forte majorité de la population est de religion animiste, puis par ordre d'importance viennent les musulmans, les chrétiens, etc.

La population se répartit comme suit dans les différentes localités étudiées :

Ouagadougou	:	environ	5 00 000 hab.
Kamboincé	:	"	5 130 hab.
Boussé	:	"	6 212 hab.
Saba	:	"	1 818 hab
Pabré	:	"	3 504 hab
Guilongou	:	"	7 413 hab

(source INSD : 1985)

Toutefois, cette diversité ethnique et religieuse ne semble pas se refléter dans les activités humaines.

b - les activités humaines

L'agriculture est la principale activité des populations de la région. Elles pratiquent la culture des céréales pendant la saison pluvieuse et la culture maraîchère pendant la saison morte. Ouagadougou qui est la capitale politique et administrative du Burkina Faso est de ce fait un grand centre économique avec beaucoup d'industries : brasseries, usines alimentaires, fabrique de plastique, etc. Des liens très étroits et complexes existent entre les activités humaines et les variations climatiques. Nous tâcherons de les ressortir ultérieurement.

Le milieu physique et les activités humaines d'un lieu résultent pour une part de son climat qui impose tel ou tel type de sols, de végétation, de cours d'eau, et de cultures aux populations du lieu. il apparaît alors important d'étudier le climat de la zone et son impact sur le milieu physique et humain, dans le degré carré de Ouagadougou.

CHAPITRE II : LA DEFINITION D'UN CLIMAT

A - LA DETERMINATION DES ELEMENTS CLIMATIQUES

Un élément du climat est tout phénomène physique ou météorologique pouvant être directement ou indirectement mesuré ou estimé et traduit par des chiffres. Les éléments représentatifs du climat sont mesurés par des moyennes, des totaux et des fréquences. Ces différentes mesures sont fonction des éléments climatiques eux-mêmes.

a - la température de l'air

La température de l'air se mesure à l'aide du thermomètre. Dans son principe, le thermomètre mesure la dilatation d'un solide ou d'un liquide à fort coefficient d'élongation, cette dilatation étant directement proportionnelle à la température. Les thermomètres sont de plusieurs types :

- à alcool coloré, rouge ou bleu contenu dans un petit réservoir qui monte dans un fin cylindre de verre devant une échelle graduée. Ce sont les thermomètres les plus courants, mais leur précision est généralement limitée à 1° c.

- à mercure, qui fonctionnent comme les thermomètres à alcool, mais se révèlent plus fidèles, plus précis (1/10 de degré) et aussi plus coûteux.

- à maxima-minima : une colonne de mercure se déplace dans un tube en U en repoussant à chacune de ses extrémités un petit index de métal ou de matière plastique. Si la température augmente, la colonne de mercure s'abaisse tandis que celle de droite monte et réciproquement. La position des index, à un moment donné, indique les températures.

La température au cours d'une journée de 24 heures est la température moyenne journalière. Pour obtenir une valeur correcte de la température moyenne de la journée, très voisine de la moyenne vraie, on peut faire la moyenne arithmétique des 24 observations de températures, effectuées aux heures fixes de la journée :

$$T_m = \frac{1}{24} (t_1 + t_2 + \dots + t_{23} + t_{24}) \text{ ou bien}$$

$$T_m = \frac{1}{24} (t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_{22} + t_{23})$$

Remarquons toutefois que ces deux expressions très voisines en apparence ne sont cependant pas équivalentes. Aussi, en toute rigueur, nous devons utiliser l'expression suivante plus exacte :

$$T_m = \frac{1}{23} \left(\frac{t_1 + t_{24}}{2} + t_2 + \dots + t_{23} \right)$$

Cette expression suppose que l'on dispose des 24 observations horaires, ce qui n'est pas toujours le cas. Les combinaisons suivantes permettent alors d'obtenir une valeur aussi proche que possible de la température vraie, à l'aide du plus petit nombre d'observations possible.

$$T_m = \frac{1}{3} (t_0 + t_{13} + t_{21}) \text{ ou}$$

$$T_m = \frac{1}{2} (t_n + t_x) \text{ dans laquelle :}$$

t_x = température maximale de la journée
 t_m = température minimale de la journée.

Dès lors que la température moyenne journalière est établie, la température moyenne d'une période quelconque (mois, saison, année, etc.) peut être calculée en la considérant comme composée d'un certain nombre de jours. La différence entre les valeurs des températures maximales et minimales d'une journée donne l'amplitude thermique diurne.

b - l'humidité relative

Elle peut être mesurée à l'aide d'un hygromètre. Il faut distinguer l'humidité absolue (masse d'eau contenue dans un volume (x) d'air) et l'humidité relative (rapport entre l'humidité absolue et la quantité limite de vapeur d'eau pouvant être contenue dans l'air à la même condition du moment). Les hygromètres ne mesurent que l'humidité relative exprimée en pourcentage :

$$HR \% = HA (QS) \times 100$$

HR = humidité relative
 HA = humidité absolue
 QS = quantité saturante.

L'humidité moyenne quotidienne se calcule sur les huit observations synoptiques (observations montrant l'état des différents éléments tout au long de la journée) :

$$U_m = \frac{1}{8} (U_0 + U_3 + U_6 + U_9 + U_{12} + U_{15} + U_{18} + U_{21}).$$

A partir des moyennes quotidiennes, l'humidité relative moyenne pour une période donnée peut être calculée :

Exemple : pour 1 mois : $\underline{U_m} = \frac{1}{31} (U_1 + U_2 + \dots + U_{30} + U_{31})$

Comme souligné plus haut, certains éléments du climat sont mesurés par des totaux et non par des moyennes comme précédemment. C'est précisément le cas des précipitations, de l'insolation, de la radiation solaire, et de l'évaporation.

c - les précipitations

Le plus important de ces éléments est la pluie. Sa hauteur est mesurée pour chaque chute. Ces mesures sont effectuées à l'aide du pluviomètre. Dans sa forme simplifiée, il s'agit tout simplement d'un entonnoir ou d'un cylindre se déversant dans un récipient amovible ou une éprouvette graduée permettant une lecture directe.

Les pluviomètres récents sont beaucoup plus perfectionnés et comportent à l'intérieur un auget basculant qui actionne un signal électrique pour chaque millimètre recueilli. Ainsi, non seulement le volume d'eau peut être totalisé, mais aussi le rythme de la précipitation peut être connue.

La hauteur de pluie quotidienne pour le jour J est par convention la hauteur d'eau tombée entre 6 h (j) et 6 h le lendemain (J + 1) ; Pour les stations synoptiques : 8 h - 8 h 00.

Pour les stations à pluviomètres simples, la mesure se fait en deux fois : 8 h - 18 h + 18 h - 8 h.

La hauteur de pluie mensuelle est la somme des hauteurs quotidiennes. La mesure effectuée le premier jour du mois à 6 h appartient aux précipitations du mois précédent.

Les totaux et les moyennes de pluie ne donnent pas à eux seuls une idée précise de la répartition des précipitations. Ainsi, faut-il compter :

- le nombre de jours où le total des précipitations en 24 h a atteint ou dépassé 1/10 de mm (définition du "Jour de pluie").

Ces renseignements se complètent en classant le nombre de jours en fonction de la hauteur des précipitations :

- le nombre de jours où sont recueillies plus de 0,1 mm, 1 mm, 10 mm, 50 mm, etc.

- la fréquence des averses ayant atteint une certaine hauteur d'eau pour une certaine durée (intensité). Par exemple, le nombre de jours où s'observe des chutes de pluie de plus de 5 mm/h, 10 mm/h, 20 mm/h, etc.

Il est en effet très important de rapprocher hauteur de pluie et durée. Du point de vue des conséquences sur la végétation, les effets de la pluviométrie seront totalement différents, selon que nous recueillons en un mois 150 mm en 2 jours pour une durée de 2 h, ou 200 mm de pluie en 20 jours pour une durée de 25 heures.

Dans le premier cas, il s'agit d'averses violentes et la pluie sera presque entièrement perdue par ruissellement, le sol étant sec la majeure partie de l'année ;

Dans le deuxième cas, presque toute la pluie s'infiltrera et le sol restera humide pendant longtemps.

d - L'insolation

La durée de l'insolation est le temps pendant lequel les rayons solaires parviennent au sol en un point donné. Elle peut être mesurée à l'aide des héliographes. C'est en fait un dispositif photographique. Il s'agit de deux demi cylindres accolés, dont le grand axe est dirigé vers le nord ; il sont munis sur leur face plane d'une fente très mince orientée vers le soleil ; l'un des deux demi cylindres correspond au soleil du matin, l'autre formant avec lui un angle de 90° au soleil de l'après-midi. A l'intérieur de chacun d'eux, un papier photographique de faible sensibilité s'impressionne si le soleil brille, permettant ainsi de mesurer le temps d'insolation.

La durée totale de l'insolation pour la journée peut alors être notée. La somme des 30 ou 31 données quotidiennes constitue la durée mensuelle de l'insolation. En divisant cette somme par 30 ou 31, l'insolation quotidienne moyenne pour ce mois est ainsi obtenue.

L'insolation possible (I_p) est la durée pendant laquelle les rayons solaires visibles ou non du sol, éclairent la terre.

L'insolation efficace (I_e) est la durée pendant laquelle le soleil est effectivement visible en un point. C'est la valeur réellement enregistrée.

La fraction d'insolation, c'est le rapport :

$\frac{I_e}{I_p}$ = ce rapport peut au plus être égal à 1 Lorsque l'insolation a été continue

Les renseignements fournis par les totaux, la fréquence des jours d'insolation continue ou nulle peuvent être complétés par le nombre de jours où :

- l'insolation effective a été égale à l'insolation possible
- l'insolation efficace a été nulle (ciel couvert toute la journée).

e - la radiation solaire

La radiation solaire est exprimée en calories par cm^2 et par minute. Les totaux des valeurs quotidiennes des diverses radiations (solaires, directes, diffuses et globales) permettent de calculer :

- la radiation solaire mensuelle pour les mois en cours
- la radiation solaire annuelle

Les valeurs relevées à l'actionomètre sont directement notées ;

f - l'évaporation

L'évaporation est une donnée très importante parce que intéressant plusieurs sciences telles que la climatologie, l'agronomie, la biologie, l'hydrologie, etc. Elle est mesurée à l'aide de l'évaporomètre de type BAC A (utilisé à la météorologie nationale) ou de type Piche. Elle peut donner lieu à des calculs :

- la hauteur quotidienne d'eau évaporée (en mm et dixième)
- le total des hauteurs quotidiennes constitue la hauteur mensuelle d'eau évaporée
- le total des douze hauteurs mensuelles donne la hauteur annuelle d'eau évaporée.

g - le vent

Le vent a pour origine une variation de pression entre deux masses d'air voisines. C'est de l'air qui se déplace d'une zone de hautes pressions vers une zone de basses pressions. Il est défini par sa vitesse, sa direction, et sa température.

La direction du vent se mesure avec une girouette, et sa vitesse avec un anémomètre.

La girouette est généralement une flèche plane, fixée sur un axe verticalement mobile, avec des repères fixes indiquant la direction des quatre points cardinaux (Nord, Est, Sud et Ouest).

Les anémomètres sont reliés à un compteur, qui permet une lecture directe de la vitesse.

La vitesse peut se prêter au calcul des moyennes, tandis que la direction ne donne lieu qu'à un calcul de fréquence.

Cependant pour être représentatif, les deux données doivent être conjuguées. Ainsi, pour un certain nombre d'années d'observations, nous classerons le nombre de fois que le vent a atteint une vitesse de 1, 2, 3, 4 m/s avec une direction de N, NNE, NE, etc.

B) DEFINITION DU CLIMAT ETUDIE

a - Essai de définition du climat

Les éléments climatiques disponibles pour notre essai de définition du climat du degré carré sont la hauteur des précipitations et le nombre de jours de pluie, pour l'ensemble des stations.

Signalons que seul Ouaga-Aérodrome dispose de données de températures. Il est admis en outre que ces données de températures ne connaissent pas une grande variation d'une station à l'autre. Ces différents éléments sont suffisants pour définir un climat. En climatologie, un régime pluviométrique peut se caractériser à travers le total annuel des précipitations et la durée de la saison pluvieuse. La détermination de la période humide se fait à travers la courbe ombrothermique.

La courbe ombrothermique (Fig 2) met en rapport les précipitations mensuelles et la température. Elle révèle que le climat de la zone d'étude comporte essentiellement trois mois humides axés sur la période de Juillet, Août, Septembre, c'est-à-dire la période estivale.

La hauteur pluviométrique annuelle pour les différentes stations est la suivante ; signalons que les valeurs pluviométriques sont une moyenne des 30 années d'observations :

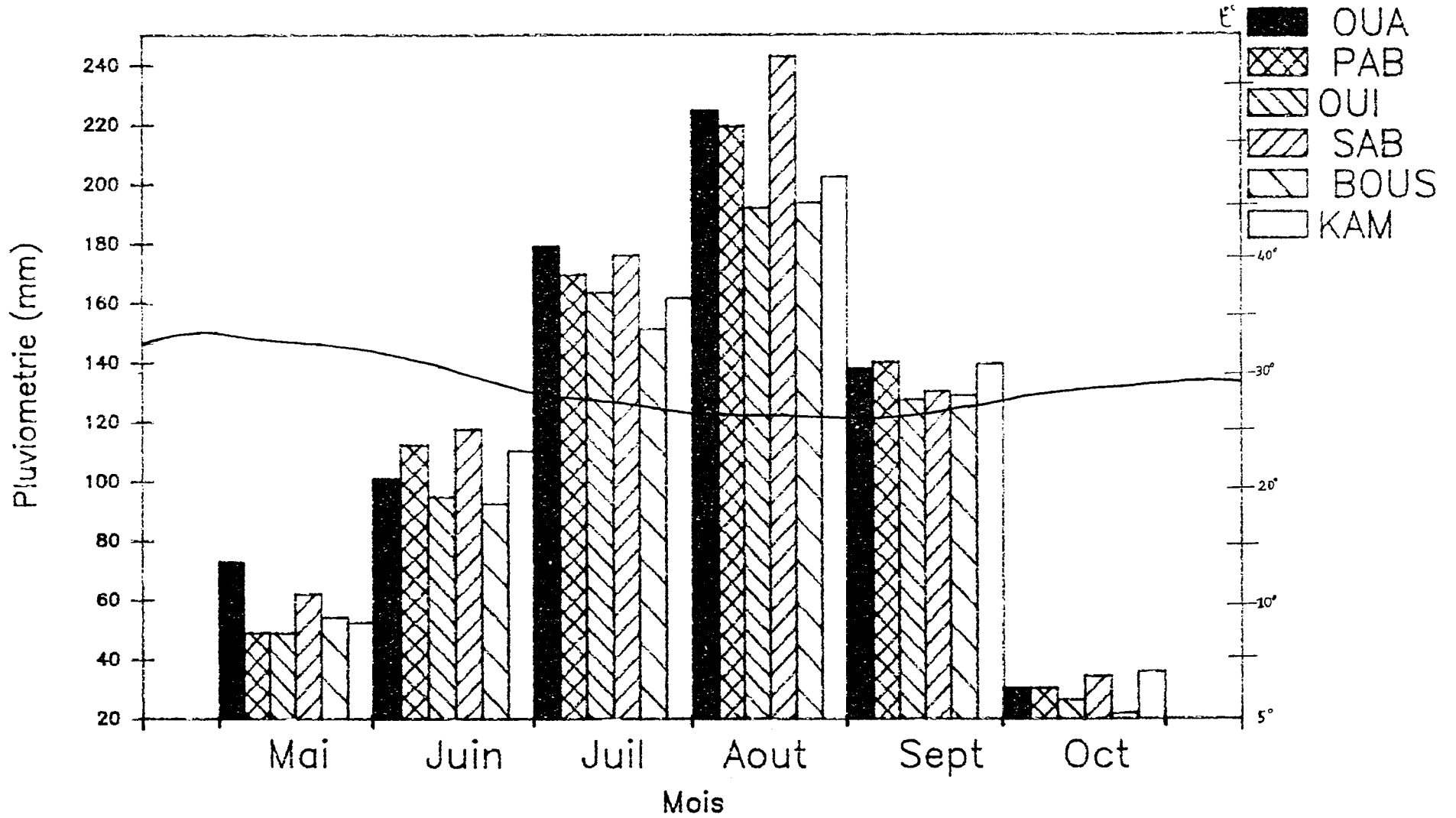
Boussé	12°40'N - 1°53'W	Altitude : 345 m ; 682.02 mm
Guilongou	12°37'N - 1°18'W	Altitude : 315 m ; 740 mm
Kamboinsé	12°28'N - 1°33'W	Altitude : 327 m ; 720 mm
Ouaga-aéro	12°21'N - 1°31'W	Altitude : 303 m ; 790 mm
Pabré	12°21'N - 1°31'W	Altitude : 295 m ; 755 mm
Saaba	12°22'N - 1°25'W	Altitude : 300 m ; 802 mm

Les précipitations sont comprises entre 650 mm et 850 mm en moyenne par an.

Dans notre zone, nous avons donc une saison humide estivale alternant avec une saison sèche qui est étalée sur le reste de l'année. La zone d'étude a plus de trois mois consécutifs de sécheresse, ce qui la démarque du domaine équatorial ; Mais elle a des pluies réparties en moyenne sur trois mois pour trancher avec le milieu désertique. Nous sommes donc en régime soudanien, d'après l'analyse précédente et plus précisément en régime de climat Nord soudanien compte tenu de la hauteur pluviométrique oscillant entre 650 et 800 mm en moyenne par an et des températures comprises entre 25°C et 32°C en moyenne par an.

fig:2

RAPORT PLUVIOMETRIE - TEMPERATURE



b - Autres définitions

D'autres études ont été menées sur le climat burkinabè par divers auteurs ou organismes dont entre autres :

ASECNA (Aperçu sur le climat de Haute Volta - 1964)
 RENARD J. (Atlas de Haute Volta : carte des principaux éléments climatiques - 1973)
 PALLIER O. (Géographie générale de la Haute Volta - 1978)
 CARBONNEL J.P. (Sur la sécheresse au Sahel d'Afrique de l'Ouest - 1985)
 MIETTON M. (Dynamique de l'interface lithosphère atmosphérique au Burkina Faso - 1988)

L'ouvrage de l'ASECNA reprend la classification désormais classique de MOLARD R. ; Dans cet ouvrage, le Burkina dans sa globalité est classé dans la zone de climat "soudanien" dans lequel nous distinguons :

- une saison sèche s'étendant du 15 novembre au 15 avril
- un régime transitoire de saison sèche du 15 avril au 15 juin, qui caractérise le passage de la saison sèche à la saison humide.
- une saison des pluies du 15 juin au 15 septembre présentant généralement un maximum de précipitation en août
- un régime transitoire humide du 15 septembre au 15 novembre où se remarque le glissement de la saison humide vers la saison sèche.

Remarquons toutefois que cette classification est générale et ne saurait s'appliquer à chaque région du pays, les facteurs du climat étant différents d'un point à un autre.

Dans cet ouvrage, trois grands domaines climatiques peuvent être distingués au Burkina. Ces grands domaines sont délimités suivant la répartition des précipitations, des températures et de l'humidité .

Les données ci-dessous, contenues dans le tableau, montrent les caractéristiques climatiques qui y prévalent, selon la classification de l'ASECNA.

Tableau n° 1 - CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS DOMAINES

Domaines	Températures	Précipitat°	Evaporat°	Insolat°
Dom. clim. S.Soud W	S.S = 30° S.P = 8-13°	1000-1400mm	1950 à 2250 mm	2 600 h
Dom. clim. S.Soud E	S.S = 27-30° S.P = 25-27	1 000 mm et plus	2300 à 2350 mm	idem
Dom. clim. N.Soud	S.S = 25-33° S.P = 25-28°	650 à 1 000 mm	2 400 à 2 900 mm	3100 h
Dom. clim. Sah.	S.S = 33 et + S.P = 32 et + Variat° diurne S.S = 15-20° S.P = 8-10°	< 650 mm	3 500 mm	3 545 h

Chiffres ASECNA (1964)

Au vu de ce tableau synthétique des caractéristiques climatiques des différents domaines, selon l'étude de l'ASECNA, la zone d'étude se situe dans le domaine de climat nord soudanien. Ce domaine précis est compris entre 11°30 et 14° de latitude N. Il touche la majeure partie du pays. Les pluies s'y étalent sur un temps plus court que dans le domaine sud soudanien (3 mois contre 4 à 5 mois).

La répartition spatiale des pluies présente quelques particularités, de sorte que les régions situées à l'extrême ouest sont plus favorisées que celles du centre et de l'est.

Des différences importantes dans les variations annuelles entre régions sont donc répertoriées. L'amplitude thermique diurne, la variabilité annuelle des températures y sont plus importantes que dans la zone sud.

GUINKO S. (1984) fait remarquer que la période de délimitation des isohyètes de l'ASECNA est antérieure à 1961, le climat ayant changé défavorablement depuis lors. De ce fait, les isohyètes de ces dernières décennies diffèrent de ceux de 1961 et auront donc un tracé tout autre.

Toutefois, il fait remarquer que les isohyètes de l'ASECNA (1961) ayant été établis sur une période de 30 ans environ, les marges d'erreurs sont donc moindres. Ces isohyètes sont alors acceptables.

En définitive, en s'appuyant sur la classification de MOLARD R. et les critères de la saison sèche donnés par AUBERVILLE (P < 30 mm), GAUSEN (P < 2T) et MANGENOT (P < 50 mm), il distingue 5 types de climat au Burkina Faso (P = précipitation ; T = température) :

1 - le climat sahélien : il est délimité à partir du 14e parallèle : 60 à 500 mm/an, avec une saison sèche de 8 à 9 mois. Ce climat ne permet que la culture de petit mil (Pennisetum americanum) à longs épis et à grains peu consistants.

2 - le climat subsahélien : il est compris entre le 14e et le 13e parallèles. C'est un climat transitoire entre le Sahel (pays de steppe) et le Soudan (pays de savane). La saison sèche dure 7 à 8 mois. Les populations y pratiquent la culture de petit mil (Pennisetum americanum). Les précipitations oscillent entre 500 et 750 mm. Selon la définition de GUINKO S., le N et le N-W du degré carré, Boussé (682.02mm) et Kamboinssé (720.26 mm) y font partie.

3 - le climat nord soudanien : il concerne les latitudes 13° et 11°30' : 750 à 1 000 mm. La saison sèche dure de 6 à 7 mois. Le sorgho (Sorghum bicolor) et des variétés tardives de petit mil (Pennisetum americanum) sont cultivés dans cette région. Tout le reste de la zone d'étude est inclus dans ce climat.

4 - le climat sud soudanien : il concerne la région de la Volta Noire. Il est divisé en deux zones :

. la zone sud soudanienne ouest (12 et 10°) : 1000 à 1 200 mm ; la saison sèche s'étend sur 5 à 6 mois. On y pratique la culture du coton (Gossypium hirsutum), maïs (Zéa mays), fonio (Digitaria exilis) et arbres fruitiers.

. la zone sud soudanienne est : elle s'étend au sud de la latitude 11°30' : 1 000 à 1050 mm. La saison sèche se compose de 5 à 6 mois secs. S'y cultive le petit mil (Pennisetum americanum) et l'igname (Dioscorea alata).

Les travaux de RENARD J., PALLIER O., CARBONNEL J.P., MIETTON M. touchant à la subdivision climatique du Burkina, reprennent pour l'essentiel la définition classique contenue dans l'ouvrage de l'Asecna. Il n'y a pas de divergences notables entre les auteurs à ce sujet. Il serait donc fastidieux de revenir sur ces travaux.

Il y a toutefois lieu de signaler une autre tentative de classification qui est celle établie par le CILSS-PAC (1988) : Cette classification comprend :

- la zone climatique saharienne (inférieure à 100-200 mm)
- " " " saharo-sahélienne (de 100-200 mm, à 300 mm, limite nord des cultures sèches)
- la zone climatique sahélienne (de 300 à 500 mm)
- " " " sahélo-soudanienne (500 à 800 mm)
- " " " soudanienne (800 à 1 000 mm)
- " " " soudano-guinéenne (plus de 1 000mm)

Dans cette classification, la zone d'étude dans son ensemble est comprise dans la zone climatique sahélo-soudanienne.

Comme nous l'avons remarqué, les différents climats déterminés l'ont été à partir des éléments météorologiques. Ils sont appelés des climats physiques. Pour FONTES J. (1983) il y a plutôt lieu de définir les climats en tenant compte de leur influence directe sur la croissance et la répartition des êtres vivants : ce sont les bioclimats qui représentent "la transposition des données du climat physique en facteurs intéressant la vie, la répartition et le développement des êtres vivants". TROCHAIN (1940). Aussi, FONTES J. distingue 13 types de bioclimats, répartis en 4 grandes classes climatiques. Ce sont :

1 - les climats sahéliens :

- . climats sahéliens type : $ms > 10, Pa < 400 \text{ mm}$
- . climats sudsahélien : $9 < ms < 10, 400 \text{ mm} < Pa < 500 \text{ mm}$

2 - les climats de transition soudahéliens comprenant :

- .le climat sahélo-soudanien : $8 < ms < 10, 500 \text{ mm} < Pa < 600 \text{ mm}$
- .le climat sahélien : $8 < ms < 9, 600 \text{ mm} < Pa < 700 \text{ mm}$

3 - les climats soudaniens :

- .le climat nord soudanien : $7 < ms < 8, 700 \text{ mm} < Pa < 900 \text{ mm}$
- .le climat soudanien type ou médiosoudanien : $6 < ms < 7, 800 \text{ mm} < Pa < 1\ 000 \text{ mm}$
- .le climat sud occidental : $6 < ms < 7, 1\ 000 \text{ mm} < Pa < 1\ 100 \text{ mm}$

4 - les climats subsoudaniens :

- . le climat de Legmoin : $1\ 000 \text{ mm} < Pa < 1\ 100 \text{ mm}$
- . " de Gua ou de Mangodara : $1\ 100 \text{ mm} < Pa < 1\ 200 \text{ mm}$
- . le climat de Batié ou de Niangoloko : $Pa > 1\ 200 \text{ mm}$

ms = mois secs

Pa = pluviométrie annuelle

Il a été toutefois reproché à ce découpage le nombre élevé de subdivisions souvent plus théoriques que réelles, la durée des mois secs plus grande que la réalité du terrain, et enfin la période d'observation courte. Dans ce découpage, la zone N et NW du degré carré se situe dans le climat sahélien, tandis que tout le reste du degré carré est compris dans le climat nord soudanien.

Même si ces différentes classifications divergent par leur dénomination, il y a plutôt lieu de prendre en compte la fourchette, l'intervalle de hauteur pluviométrique qui président à leur détermination.

Sur ce point, les différents intervalles semblent coïncider dans l'ensemble.

Le temps au niveau de la zone d'étude est tributaire du mécanisme général des précipitations au Burkina. Ce climat est donc conditionné par la position, les mouvements, l'affaiblissement ou le renforcement des anticyclones saharien et océanique. Il est précisément commandé par la prédominance soit d'un flux d'air sec de N.E à E, provenant des hautes pressions sahariennes, soit d'un flux d'air humide de S.W. à W provenant des hautes pressions océaniques australes et dans lequel se forment les nuages de pluie et les perturbations.

En saison sèche souffle le flux d'air de NE à E (alizé continental) appelé harmattan, généralement chargé de poussière. Les températures sont très élevées et provoquent sur toutes les régions une intensification de l'évaporation. Cette période correspond généralement à celle des épidémies. Pendant cette période, le Front intertropical est à sa position méridionale.

Pendant la saison humide, le front inter tropical est à la position septentrionale et balaie le sol du Burkina.

Le flux d'air en provenance du sud pénètre dans le pays dès avril, d'abord par intermittence, puis régulièrement et envahit la totalité du pays dès le mois de juin.

Ce phénomène s'explique par le fait que le Sahara est devenu une zone de basses pressions à cause de ses températures très élevées, et attire de ce fait l'air humide du Golfe de Guinée. Le vent est alors la "pseudo Mousson" qui est humide. Dans cet air humide, se forment les nuages et se développent les orages, les perturbations tropicales et les grains orageux etc. La "Mousson" venant du Sud à S-W pénètre sous l'air sec continental en le rejetant à des altitudes de l'ordre de 1 500 mètres en début de saison et à près de 3 000 m en Août.

Nous assistons alors à l'établissement de deux courants superposés, l'un dans les basses couches de l'atmosphère ("Mousson"), l'autre dans les couches supérieures (alizé de secteur est).

L'excellent ouvrage de RENARD J. (1973) nous donne un aperçu des processus qui se déroulent dans l'atmosphère durant la phase décrite plus haut : "Dans la mousson, naissent des courants de convection provenant de l'échauffement diurne des basses couches ; l'épaisseur de la couche d'air humide brassée par ces courants augmente avec la température du sol et dès que les particules d'air brassées atteignent l'altitude pour laquelle la tension de vapeur devient saturante, le nuage se forme (fig 3a) et le mouvement ascendant qui continue favorise son développement (fig 3b). La masse nuageuse se trouvant à partir d'une certaine hauteur environnée d'air relativement plus froid (alizé supérieur) donc plus lourd, elle continue à s'élever, pouvant atteindre 8 000 à 10 000 m.

LEGENDE

➔ direction du vent

(a) formation du nuage

(b) developpement du nuage

(c) orage+grains

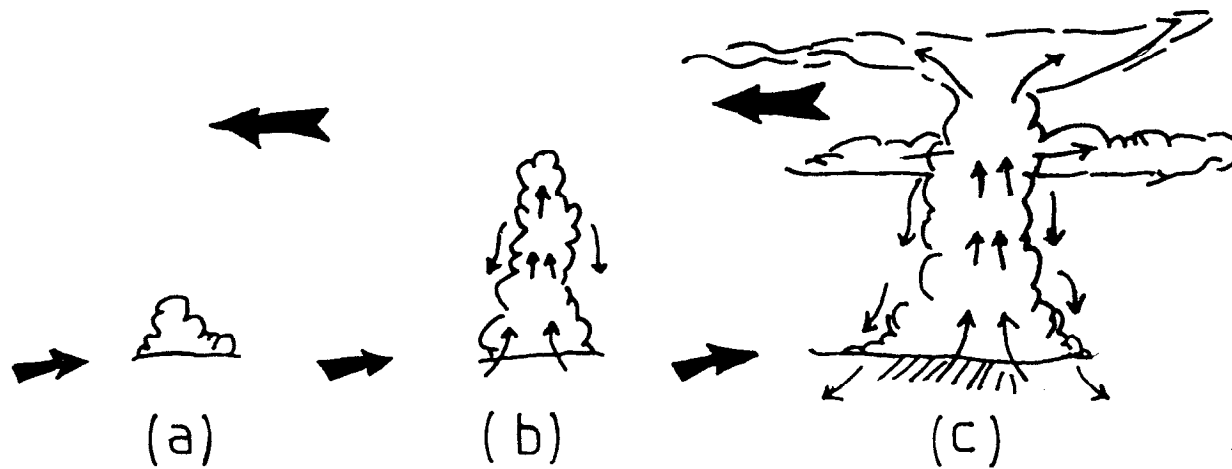


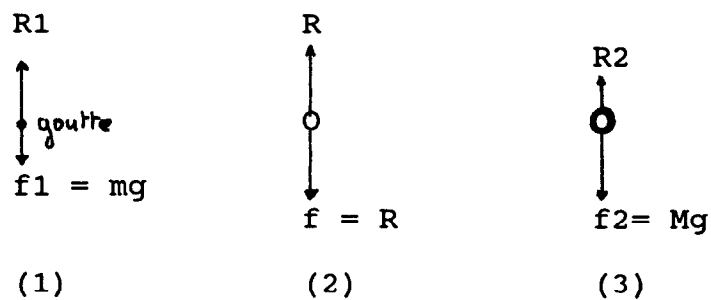
fig. 3

S^{CE} RENARD J. atlas dz haute volta (1973)

Ce nuage, siège de courants ascendants très forts, prend assez rapidement un caractère orageux, il est entraîné dans le courant général d'est. Des grains peuvent alors se déclencher, donnant des coups de vents violents accompagnés par une forte baisse de température... (fig 3c)".

Ce processus qui aboutit à la formation de nuages est généralement suivi de pluies, accompagné de vents violents.

D'un point de vue climatologique, il y a pluie lorsque les gouttes d'eau ou les fins cristaux de glace qui composent le nuage atteignent un poids tel que l'action de la pesanteur l'emporte sur la résistance de l'air. Ce phénomène peut être schématisé comme suit :



R = résistance de l'air
 mg = masse de la goutte

f1 > f2 car M > m } Pluie
 R1 = R2 }

Les gouttes d'eau qui composent le nuage (1) continuent à grossir du fait de l'attraction moléculaire. Les gouttes d'eau atteignent une phase où l'action de la pesanteur et la résistance de l'air s'équilibrent (2).

Les gouttes atteignent un poids tel que l'action de la pesanteur l'emporte sur la résistance de l'air (3). Alors, nous avons la pluie.

C - ETUDE STATISTIQUE D'ELEMENTS CLIMATIQUES

a - La variabilité spatio-temporelle des précipitations et du nombre de jours de pluie.

Il nous a paru intéressant pour cerner la variabilité spatio-temporelle des éléments climatiques de faire une analyse comparative des éléments disponibles dans toutes les stations du degré carré (fig. 4). Cette analyse portera donc sur les précipitations et le nombre de jours de pluies.

. la variabilité spatiale

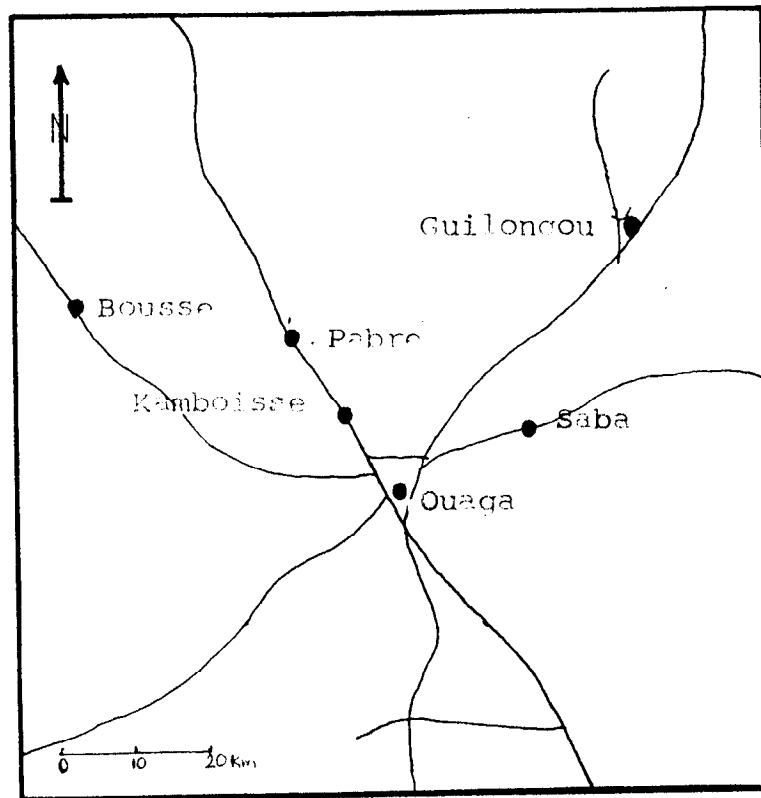
La variabilité spatiale au niveau du climat local du degré carré est décelable par une simple observation des totaux annuels par station.

Nous avons tenté de synthétiser dans les deux tableaux n°II et n°III suivants, la moyenne sur 30 ans et sur les 10 dernières années, des précipitations et du nombre de jours de pluie :

Tableau n° II : PRECIPITATIONS (en mm)

Stations	Moy/30 ans	Moy/dernière décennie	1989
Boussé	682	595	578
Guilongou	740	651	643
Kamboinssé	720	698	871
Ouaga	841	695	735
Pabré	755	669	631
Saba	803	729	845

FIG.4: SITUATION DES STATIONS



LEGENDE

- ~ route
- station

Tableau n°III - NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

Sations	Moy/30 ans	Moy/dernière décennie	1989
Boussé	48	40	38
Guilongou	51	40	37
Kamboinssé	60	52	58
Ouaga	69	62	62
Pabré	66	65	77
Saba	62	60	58

Au niveau du tableau n° II portant sur la moyenne des précipitations des différentes stations, les données ne sont pas les mêmes. Au niveau des trente dernières années, l'écart le moins grand se remarque entre Guilongou (740 mm) et Pabré (755 mm). Pour la même période, nous observons un écart assez significatif (158 mm) entre Ouaga (841 mm) et Boussé (682 mm) ; les écarts sont assez notables pour les autres stations.

Au niveau de la dernière décennie, les totaux sont dissemblables ; Seul Kamboinssé (697 mm) et Ouaga (695 mm) affichent des valeurs qui sont assez proches. Toutefois pour la dernière année (1989) les deux totaux de Kamboinssé (871 mm) et celui de Ouaga (735 mm) connaissent un écart frappant : soit environ 140 mm au profit de Kamboinssé.

Les trente dernières années (tableau n° 3), les moyennes du nombre de jours de pluie de BOUSSÉ (48) et de Guilongou (51), puis de Kamboinssé (60) et de Saba (62) sont assez voisines l'une de l'autre.

Pour la période couvrant la dernière décennie, seules les stations de Boussé et de Guilongou affichent le même nombre de jours de pluie. Pendant l'année 1989, ces deux stations (Boussé - 38 - et Guilongou - 37 -) ont des valeurs très voisines.

A travers ces deux tableaux, la disparité spatiale des précipitations et du nombre de jours de pluie est clairement décelée puisque nous n'avons pas les mêmes hauteurs pluviométriques ni le même nombre de jours de pluie dans les différentes stations durant les périodes incriminées.

. la variabilité temporelle

Elle est étudiée généralement à travers les variabilités annuelles et mensuelles.

La variabilité annuelle peut être définie par un indice de variation calculée selon la formule $Iv = \frac{Ma}{ma}$

Iv = Indice de variation
Ma = Maximum annuel
ma = Minimum annuel

Remarquons que plus l'indice est faible, plus la variabilité entre les années est moindre. Une comparaison peut donc être envisagée.

Tableau n° IV - INDICE DE VARIATION DES PRECIPITATIONS

Stations	Ma	ma	Iv
Boussé	852.5 mm (1981)	443.2 mm (1982)	1.92
Guilongou	1 050.3 mm (1960)	435.3 mm (1984)	2.41
Kamboinssé	1 010.6 mm (1966)	414 mm (1984)	2.44
Ouaga	1 092.4 mm (1928)	498 mm (1947)	2.39
Pabré	1 091 mm (1962)	525.8 mm (1984)	2.07
Saba	1 161.8 mm (1962)	566.3 mm (1984)	2.05

L'observation de la disparité annuelle des précipitations calculée selon la formule ci-dessus amène au constant suivant : la variabilité est moyenne à Boussé (1.92), Saba (2.05) et Pabré (2.07) ; Par contre, elle est assez élevée à Ouaga (2.39), Guilongou (2.41) ; Enfin Kamboinssé détient le record de variabilité la plus élevée (2.44).

Tableau V - INDICE DE VARIATION DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

Stations	Ma	ma	Iv
Boussé	70 j (1968)	28 j (1987)	2.5
Guilongou	70 j (1960)	33 j (1984)	2.12
Kamboinssé	75 j (1967)	43 j (1981)	1.74
Ouaga	73 j (1950)	41 j (1933)	1.78
Pabré	81 j (1988)	48 j (1987)	1.68
Saba	85 j (1960)	45 j (1975)	1.88

Au niveau de la variabilité temporelle du nombre de jours de pluie la situation suivante s'observe :

la variabilité est moyenne à Pabré (1.68), Kamboinssé (1.74) et Ouaga (1.78) ; Par contre, elle est assez élevée au niveau des stations de Saba (1.88), Guilongou (2.12) et Boussé (2.5).

La variabilité mensuelle au niveau du climat local de Ouagadougou, témoigne elle aussi d'une certaine irrégularité comme l'atteste les graphiques sur la hauteur pluviométrique mensuelle (fig. 5) et sur le nombre de jours de pluie (fig. 6). A travers ces deux graphiques les mois pluvieux des stations n'ont pas les mêmes valeurs, tant du point de vue des précipitations que de celui du nombre de jours de pluie d'où une certaine disparité.

Enfin, une pluie peut présenter une répartition de la pluviométrie par tâches dans une même région entre zones bien, peu ou pas arrosées. C'est ce que révèle la cartographie spatiale de la répartition de la pluie des 12 - 13 juin 1986 dans le degré carré de Ouagadougou (10 000 km²). Cette étude a été faite dans le cadre du projet EPSAT 86 (Etude de la pluviométrie par satellite) de l'OMM/PNUD (fig. 7).

**b - La position fréquentielle des événements A2
B C D des différentes stations**

Le principe de cette méthode est la suivante : sur la courbe des valeurs d'ETP (Evapotranspiration potentielle) et d'ETP/2, par décade, nous tracerons les intersections des courbes de précipitations. Nous additionnerons par la suite les intersections par décade. Pour pouvoir affirmer que la saison pré-humide est commencée, il faut que pour une année donnée, la courbe des précipitations franchisse sans retourner en dessous, la ligne d'ETP/2.

fig: 5 HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES MENSUELLES CUMULEES SUR 30 ANS

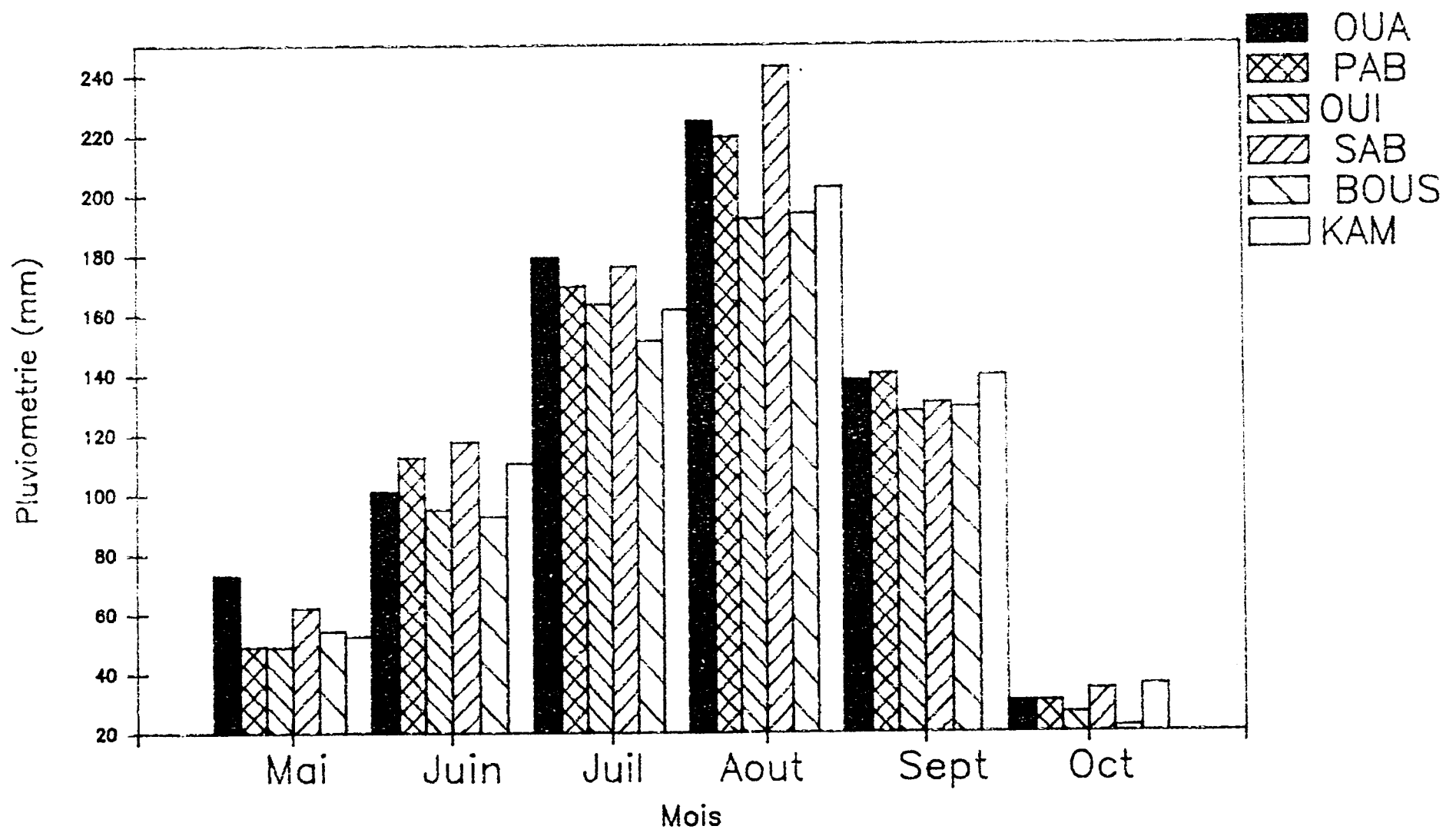


fig6 NOMBRE DE JOURS DE PLUIES MENSUELS CUMULES SUR 30 ANS

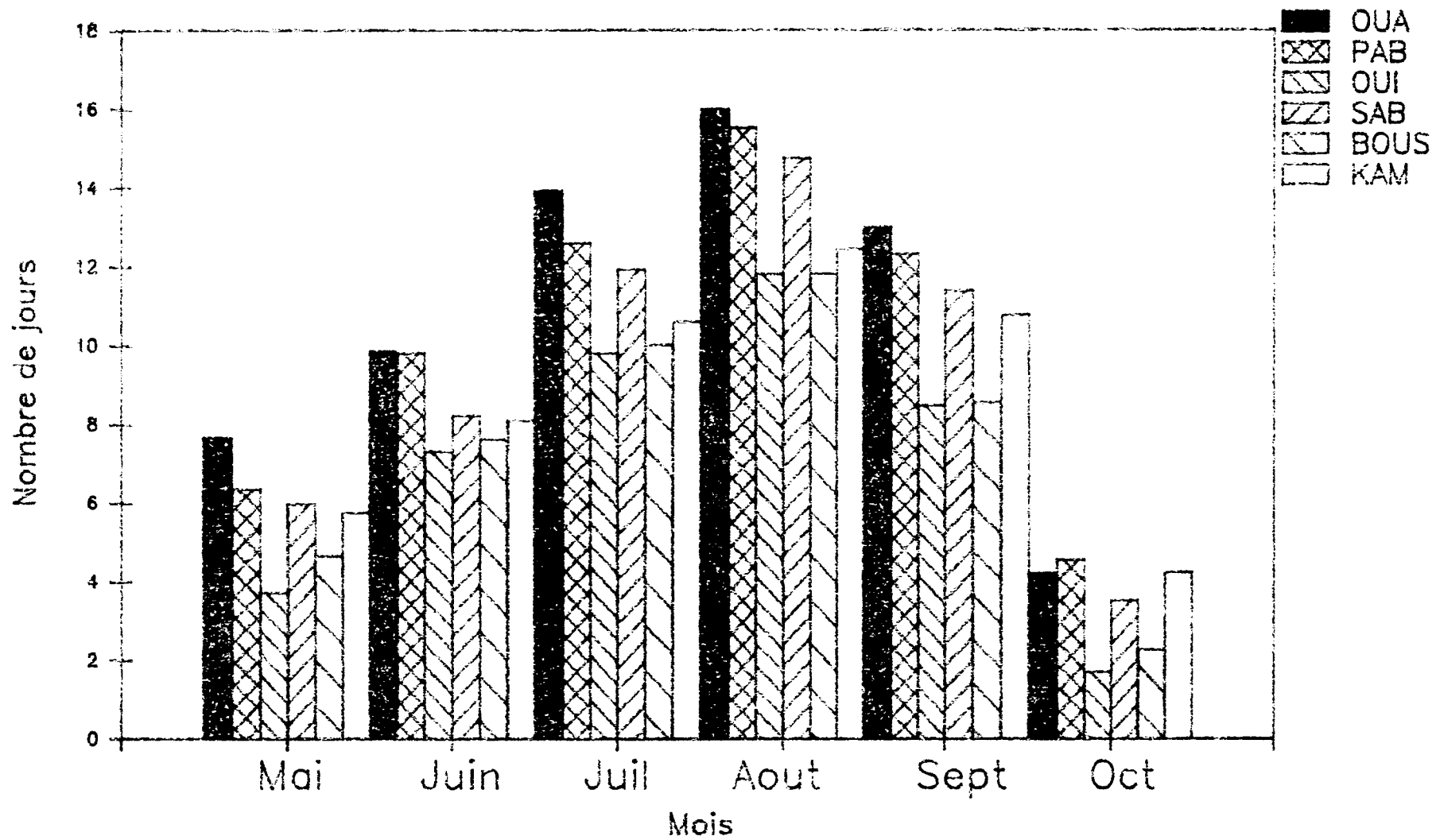
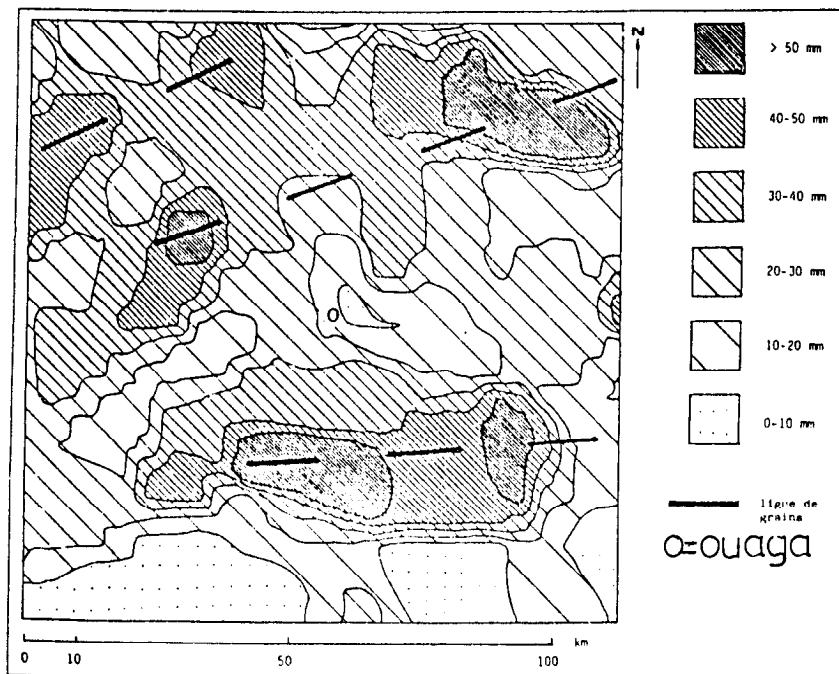


Figure n° 7 - Répartition de la pluie du 12-13/6/1986 autour de Ouagadougou
 Projet EPSAT/86 - OMM/PNUD



5^{ème} CILSS-GTZ, le Sahel en lutte
 contre la désertification, 1988

De la même manière, une saison humide est déterminée lorsque la courbe des précipitations franchit sans redescendre en dessous la courbe d'ETP. La saison pluvieuse prendra fin, lorsque la courbe des précipitations redescendra en dessous de celle d'ETP, et la saison post humide sera celle comprise entre les deux courbes ETP et ETP/2.

A2 B est la période pré-humide. B C la période humide. C D la période post humide. Analysons maintenant la situation au niveau des différentes stations. Les données décadaires d'ETP et d'ETP/2 sont celles de Ouagadougou, mais généralisées aux autres stations pour des raisons évoquées antérieurement.

Dans le cadre de l'analyse, une probabilité de 50 % de voir tel ou tel autre événement se produire au niveau des différentes stations a été prise en compte.

Signalons que la période pré-humide A2 B est la période du début de l'hivernage "utile". En effet, pendant cette période, la plante a une chance sur deux de n'être plus aléatoire, de pouvoir subsister et réussir.

La période humide B C correspond à celle où la plante connaîtra un développement maximal. Le stade d'épiaison ne doit pas excéder cette période, faute de quoi l'eau s'avérera insuffisante pour la plante.

La période post humide C D annonce la fin de l'hivernage "utile". Il faut donc tenir compte de ces différentes périodes dans le choix des espèces culturales en prenant en compte la durée de leur période végétative.

. **Boussé** : la courbe de Franquin (Fig. 8) révèle que la période pré humide débute dans la deuxième décade du mois de Juillet ; la période humide s'étend de la première décade d'Août à la première décade de Septembre ; la fin de la période post humide se situe dans la première décade d'Octobre.

. **Guilongou** : la position fréquentielle des événements est la suivante : Fig. 9.

Période pré humide : 1ère décade de Juillet
 Période humide : 3e décade de juillet - 1ère décade de Septembre
 Période post humide : 3e décade de Septembre

. **Kamboinssé** : Dans cette station (Fig. 10), la période pré humide démarre dans la deuxième décade de Juillet, la période humide est comprise entre la première décade d'Août et la deuxième décade de Septembre ; Enfin, la fin de la période post humide est localisée dans la troisième décade de Septembre.

. **Ouagadougou** : la délimitation des périodes selon la méthode (Fig. 11) révèle que la période pré humide commence dans la troisième décade de Juillet ; la période humide dure de la deuxième décade de Juillet à la deuxième décade de Septembre ; la fin de la période post humide s'observe dans la troisième décade de Septembre.

FIG. 8: BOUSSE:1960-1989 position fréquentielle des évènements A, B, C, D

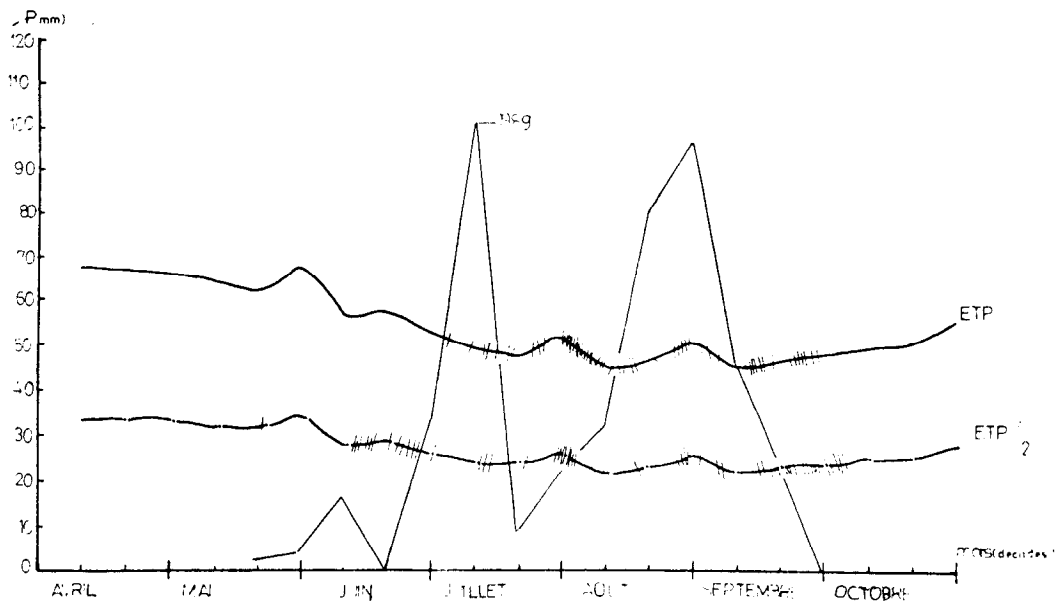
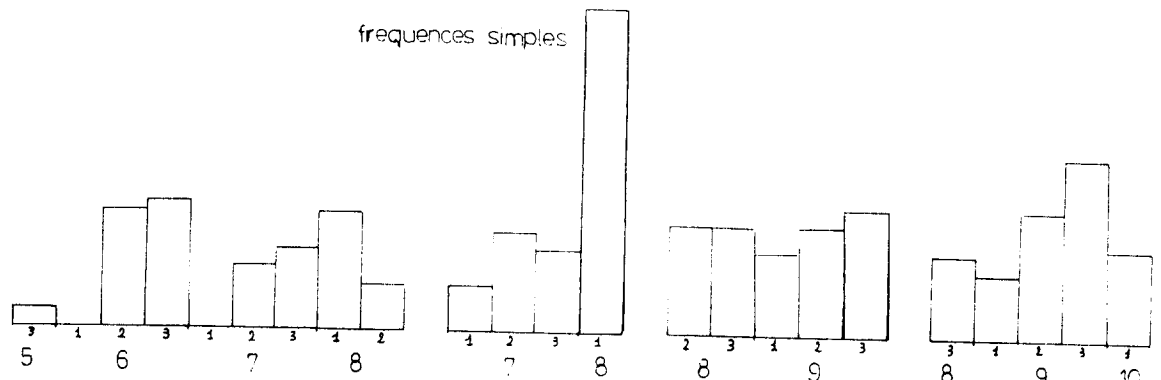
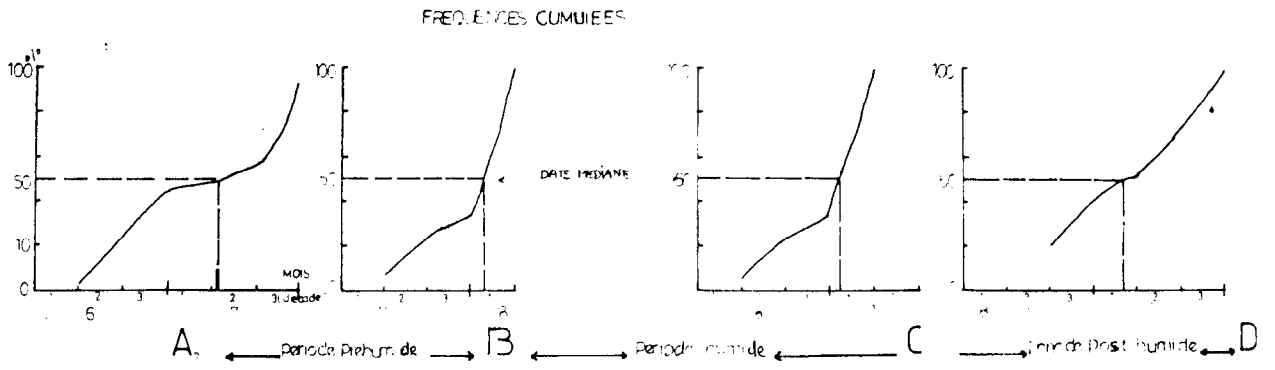


FIG. 9: GUILONGOU: 1960-1989 position fréquentielle des évènements A B C D

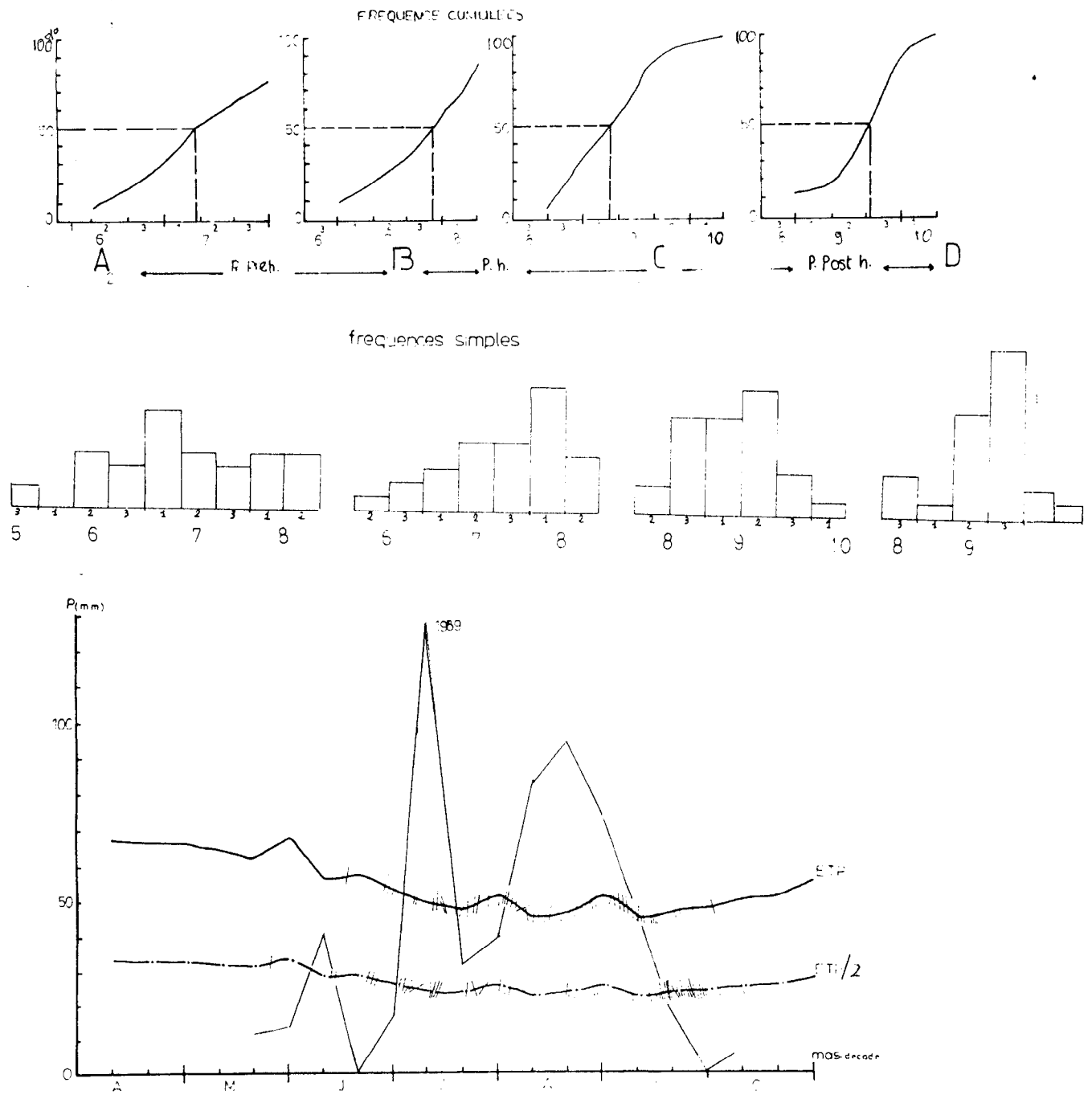


FIG. 10 KAMBOINCE: 1960-1989 positions fréquentielles des évènements A B C D

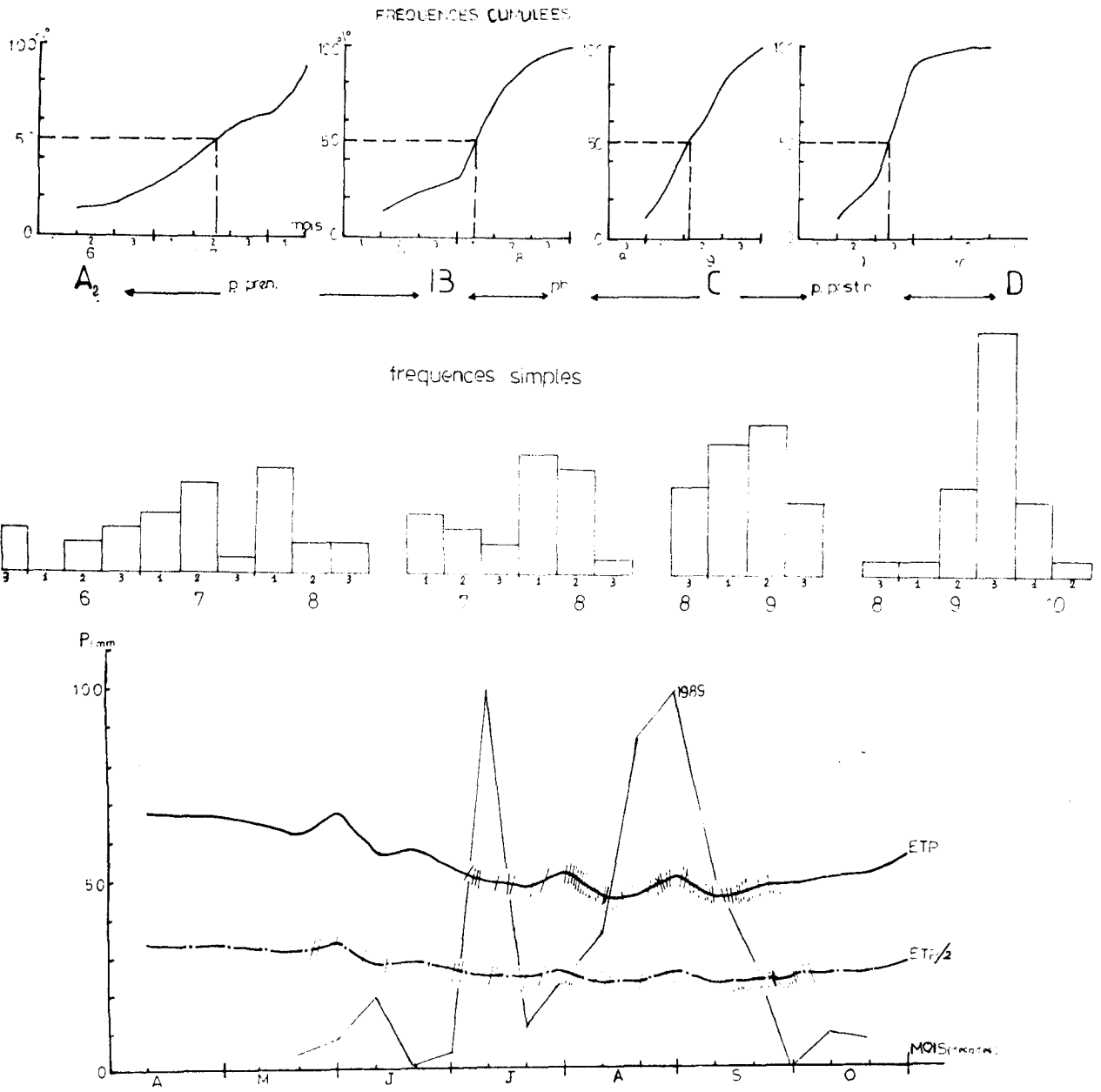
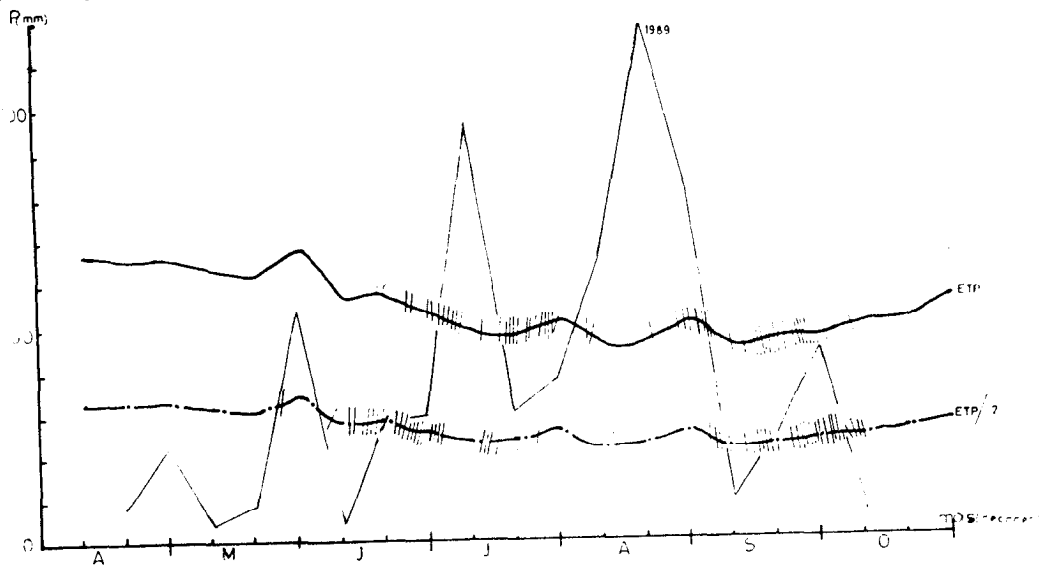
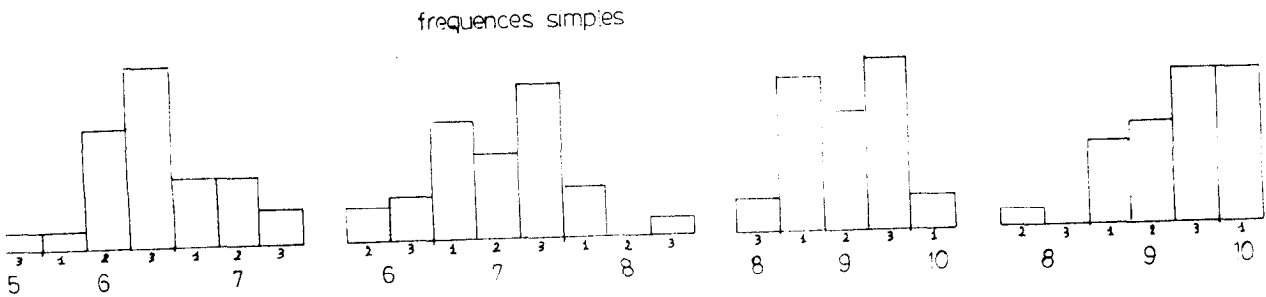
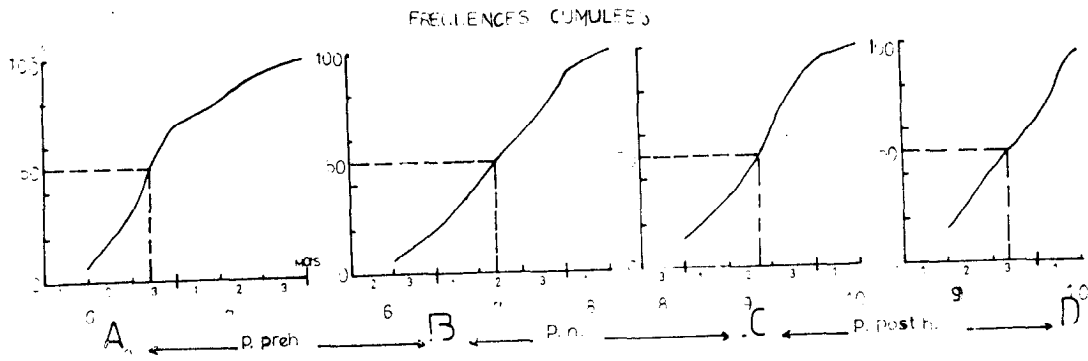


FIG. II : OUAGADOUGOU: 1960-1989 positions fréquentielles des évènements A, B, C, D



. **Pabré** : les événements A2 B C D se positionnent comme suit dans cette station (Fig. 12). Nous délimitons la période pré-humide dans la première décade de Juillet, la période humide est comprise entre la première décade d'août et la deuxième décade de Septembre. La fin de la période post humide s'observe dans la troisième décade de Septembre.

. **Saba** : la période humide dans cette localité débute dans la deuxième décade de Juillet, la période humide dure de la troisième décade de Juillet à la troisième décade de Septembre ; la période post humide se situe dans la troisième décade de Septembre (Fig. 13).

Pour mieux apprécier la position des événements, un tableau synthétique s'imposait.

Tableau n° VI - POSITION FREQUENTIELLE DES EVENEMENTS A2 B C D PAR STATION

PERIODES	BOUSSE	GUILONGOU	KAMBOINSSE	OUAGA	PABRE	SABA
Début période Pré H	2e déc Juil.	1ere déc Juil	2e déc Juil	3e déc juin	1ere Juil	2e déc Juil
Début période Humide	1e d. Août	3e d. Juil	1e d. Août	2e d. Juil	1e d. Août	3e d. Juil
Fin période Humide	1e d. Sept	1e d. Sept	2e d. Sept	2e d. Sept	2e d. Sept	1e d. Sept
Fin période Post H	1e d. Sept	3e d. Sept	3e d. Sept	3e d. Sept	3e d. Sept	3e d. Sept

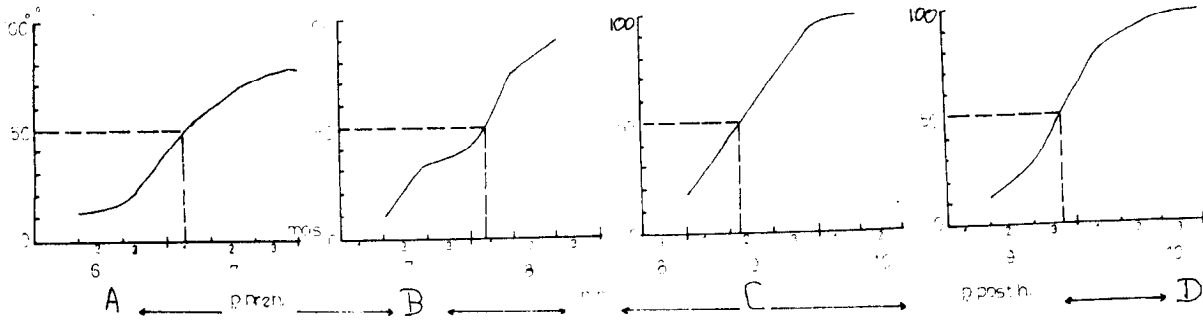
Les positions sont variables selon les stations.

Les enseignements que révèle cette méthode résident dans le fait qu'elle nous permet de connaître avec un pourcentage défini la décade du début et de fin de saison des pluies, en fonction des données d'une station. En outre, les fréquences cumulées permettent de déterminer les décades où l'on a 25, 50, 75 % de chance de voir tel ou tel autre événement se produire. Ceci présente un intérêt considérable pour l'agriculture mais aussi pour le géographe.

L'étude de la position fréquentielle des événements A2 B C D a montré l'existence pendant l'hivernage de séquences sèches et souvent longues.

FIG. I2: PAIBRE: 1960-1989 position fréquentielle des évènements A₂BCD

FREQUENCES CUMULEES



frequences simples

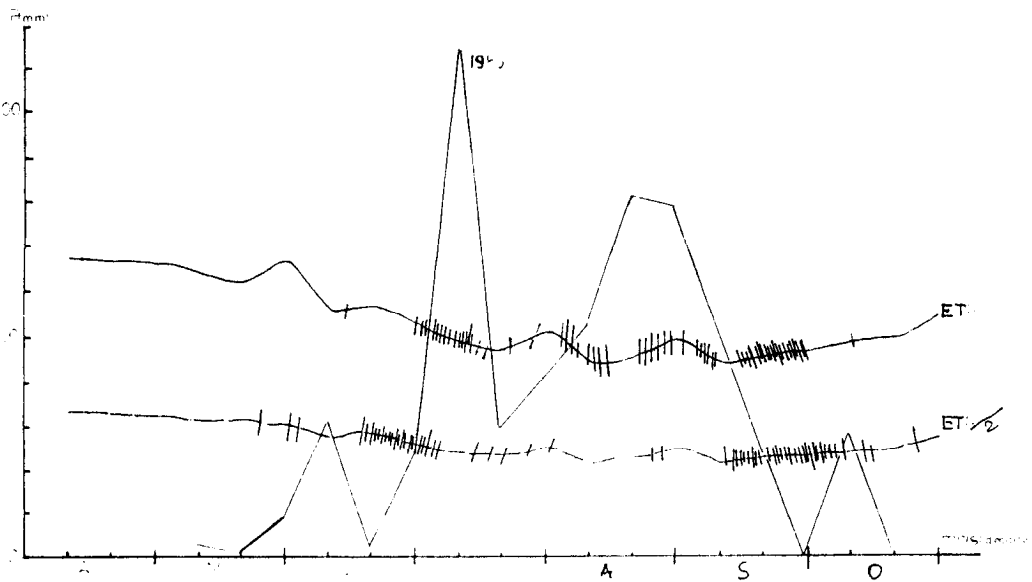
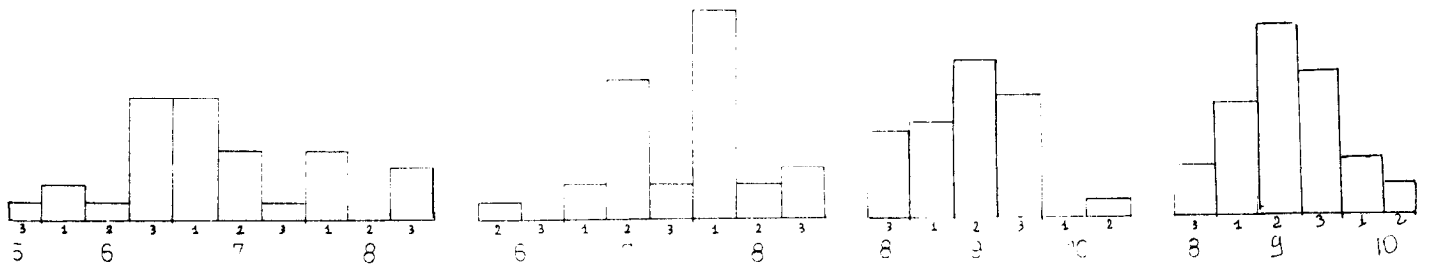
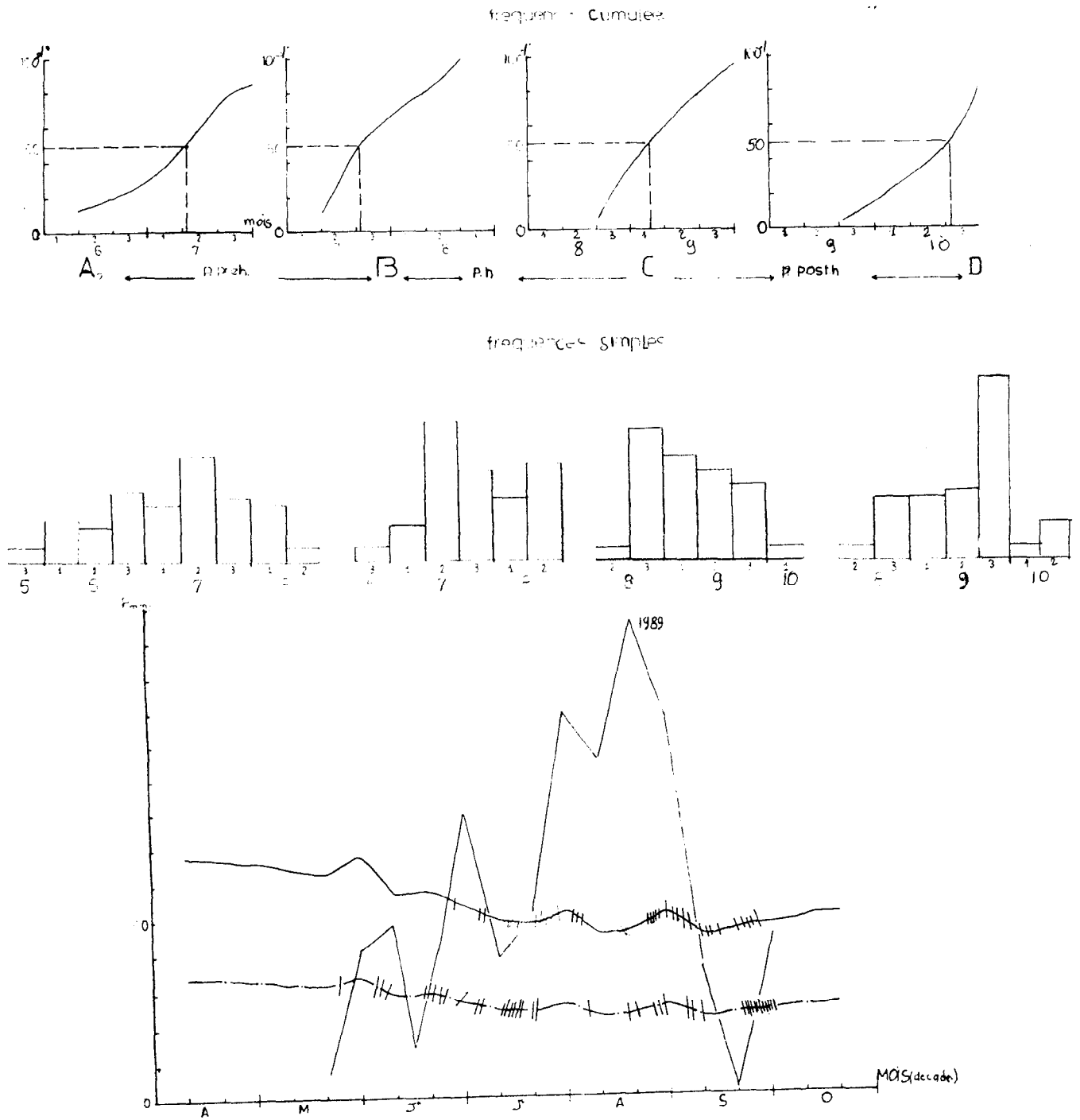


Fig. 13 SAIBA: 1960-1989 positions fréquentielles des événements A, B, C, D



DEUXIEME PARTIE

**LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES REPERCUSSIONS
DANS LE DEGRE CARRE**

CHAPITRE I : L'EVOLUTION CLIMATIQUE

L'évolution climatique dans le degré carré peut être mise en évidence de deux manières.

L'une des méthodes consiste à schématiser le tracé des isohyètes (ligne d'égal pluviométrie) moyenne décennale pour apprécier leur mouvement dans le temps et dans l'espace.

L'autre alternative permet de schématiser les moyennes mobiles annuelles pour illustrer l'évolution actuelle des précipitations.

A - LA SITUATION GENERALE DANS LE DEGRE CARRE

La figure n° 14 montre les variations dans l'espace des isohyètes au cours des 60 dernières années. Notre étude se limitera au degré carré de Ouagadougou et ne comprendra donc pas tout le pays.

De 1920 à 1940, soit deux décennies, nous constatons une fluctuation de l'isohyète 900 mm dans la partie S et W du degré carré.

De 1940 à 1950, nous observons que l'isohyète 900 mm a basculé nettement au S du degré carré.

De 1950 à 1960, il effectue une remontée dans le degré carré.

De 1960 à 1970, il amorce un glissement vers le sud.

Pour la période 1970 - 1980, le déplacement latitudinal de l'isohyète 900 mm est spectaculaire. Il est de plus d'un degré vers le S, quittant de ce fait les limites géographiques de la zone d'étude.

Pour la période 1980 - 1989, la moyenne décennale de la pluviométrie dans la localité (695 mm) est inférieure à la moyenne 1970 - 1980 (810 mm). Aussi, l'isohyète 900 mm est toujours hors des limites du degré carré.

A partir de 1960 un glissement général des isohyètes vers le sud se remarque. Toutefois, cette étude est global et ne fait pas ressortir les particularités annuelles dans les différentes localités du degré carré. L'étude détaillée suivante apportera alors plus d'informations.

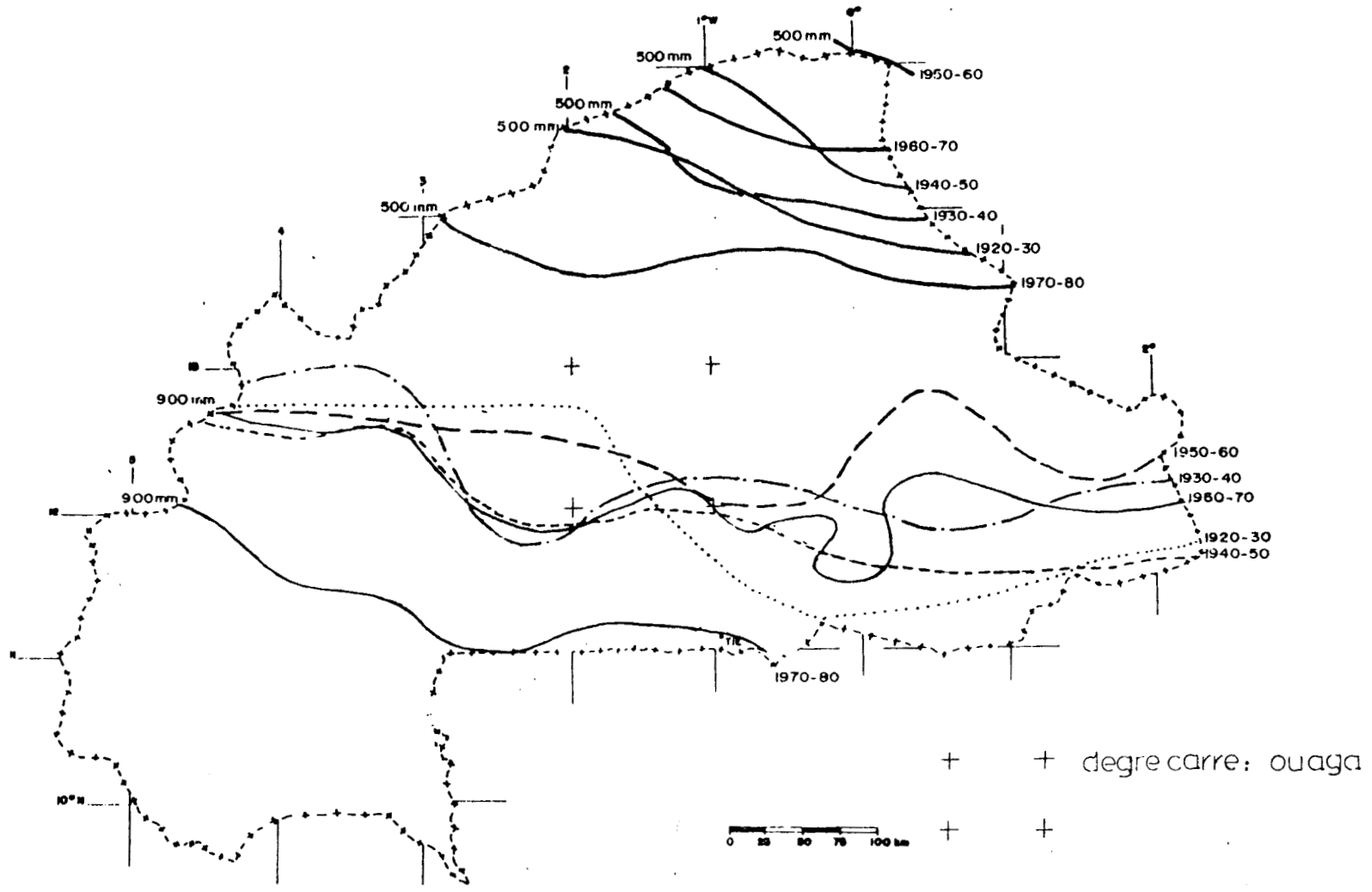


Fig. 1.4 : Variations des isohyetes 500 et 900mm au cours des 6 aernières décennies d'après Albergel *et al.*, 1984.

B - LA SITUATION DANS LES DIFFERENTES STATIONS

Le tracé des moyennes mobiles annuelles constitue la seconde méthode pour illustrer l'évolution actuelle des précipitations. Le principe de cette analyse s'appuie sur les courbes de tendance tracées à partir d'un calcul des moyennes mobiles (sur une période de 5 ans). Cette méthode a l'avantage de mieux schématiser cette évolution dans le détail.

**a. Boussé : 12°40'N - 01°53'W - altitude
345 m**

Les valeurs représentatives de la pluviométrie montrent une diminution des précipitations depuis 1970 (Fig. 15). Cette baisse s'est creusée pendant la dernière décennie pour atteindre son minimum en 1982 (443 mm). La courbe de tendance montre une évolution progressive des précipitations de 1960 à 1969, puis une période de légère stabilisation au niveau de la moyenne générale (682.02 mm) de 1970 à 1978. A partir de cette date, la courbe et la droite de tendance attestent d'une baisse qui s'observe sous la moyenne décennale (595.35 mm), soit 90 mm de moins que la moyenne générale à partir de 1981. Elle semble amorcer une légère reprise à partir de 1985.

Nous observons de même dans cette station une baisse du nombre de jours de pluie à partir de 1979 (Fig. 16). La courbe de tendance des précipitations fait observer une stabilisation du nombre de jours de pluie au niveau de la moyenne générale (48 jours) de 1960 à 1979. A partir de cette date, la courbe et la droite de tendance montrent une chute du nombre de jours de pluie. La chute s'observe en dessous de la moyenne décennale (40 jours), soit 8 de moins que la moyenne générale à partir de 1985.

**b. Guilongou : 12° 27'N - 01° 18'W -
altitude 315 m**

Les totaux pluviométriques évoluent en dents de scie dans cette station (Fig. 17). La courbe et la droite de tendance révèlent un abaissement de la pluviométrie à partir de 1971, la courbe évoluant sous la moyenne décennale (740.45 mm). Il faut auparavant souligner que de 1960 à 1971, la courbe est en évolution progressive au-dessus de la moyenne générale, puis au niveau de la moyenne décennale à partir de 1983.

Le nombre de jours de pluie révèle une chute spectaculaire dans cette station (Fig 18). De 1960 à 1972 la courbe se positionne au-dessus de la moyenne générale (51). La droite et la courbe de tendance montrent à partir de 1972 une baisse fortement accentuée du nombre de jours de pluie. La courbe évolue sous la moyenne décennale (40 jours, soit 11 jours de moins que la valeur de la moyenne générale) à partir de 1981.

FIG. 15: BOUSSE : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DES HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES

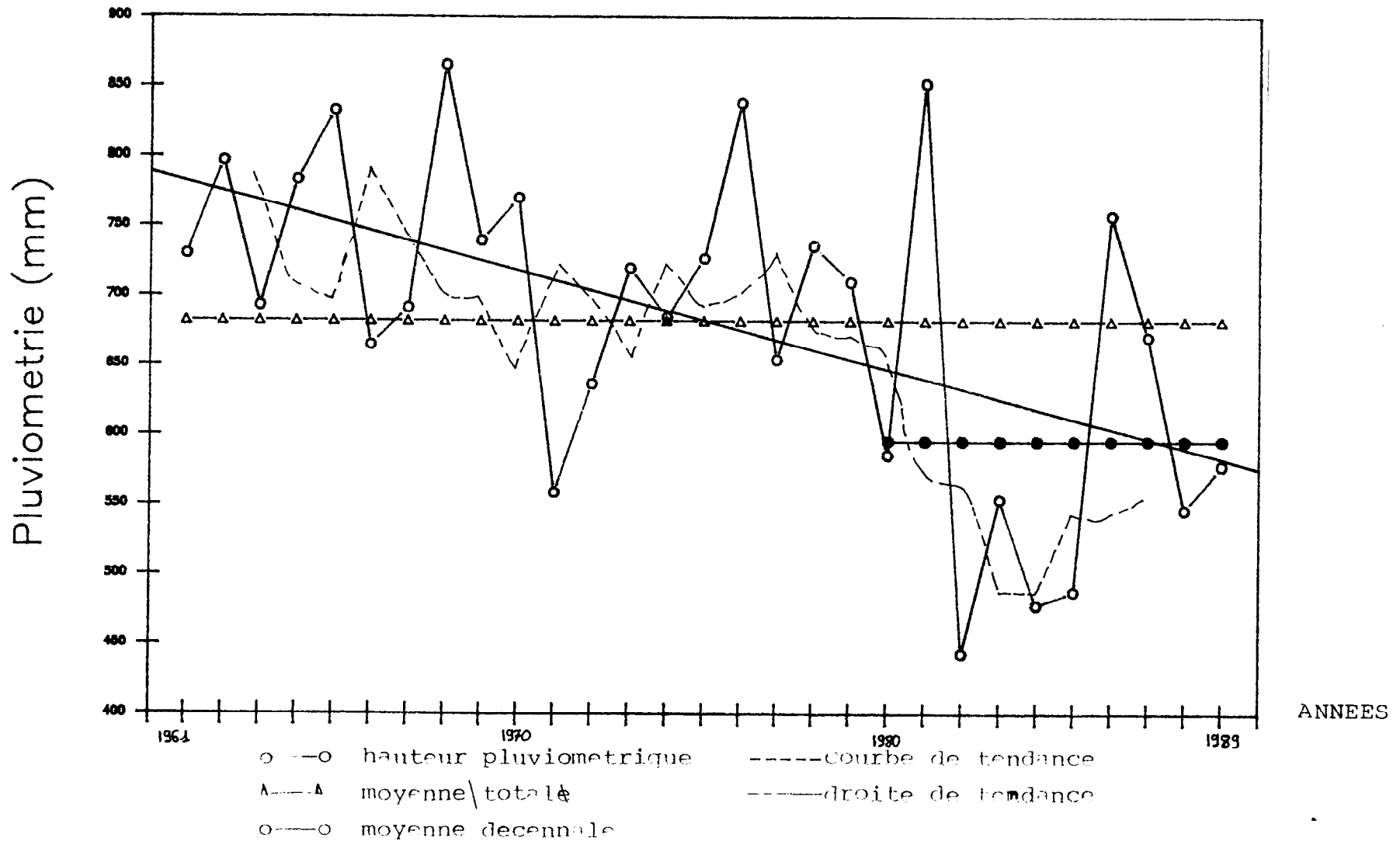


FIG. I6 : BOUSSE : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIES

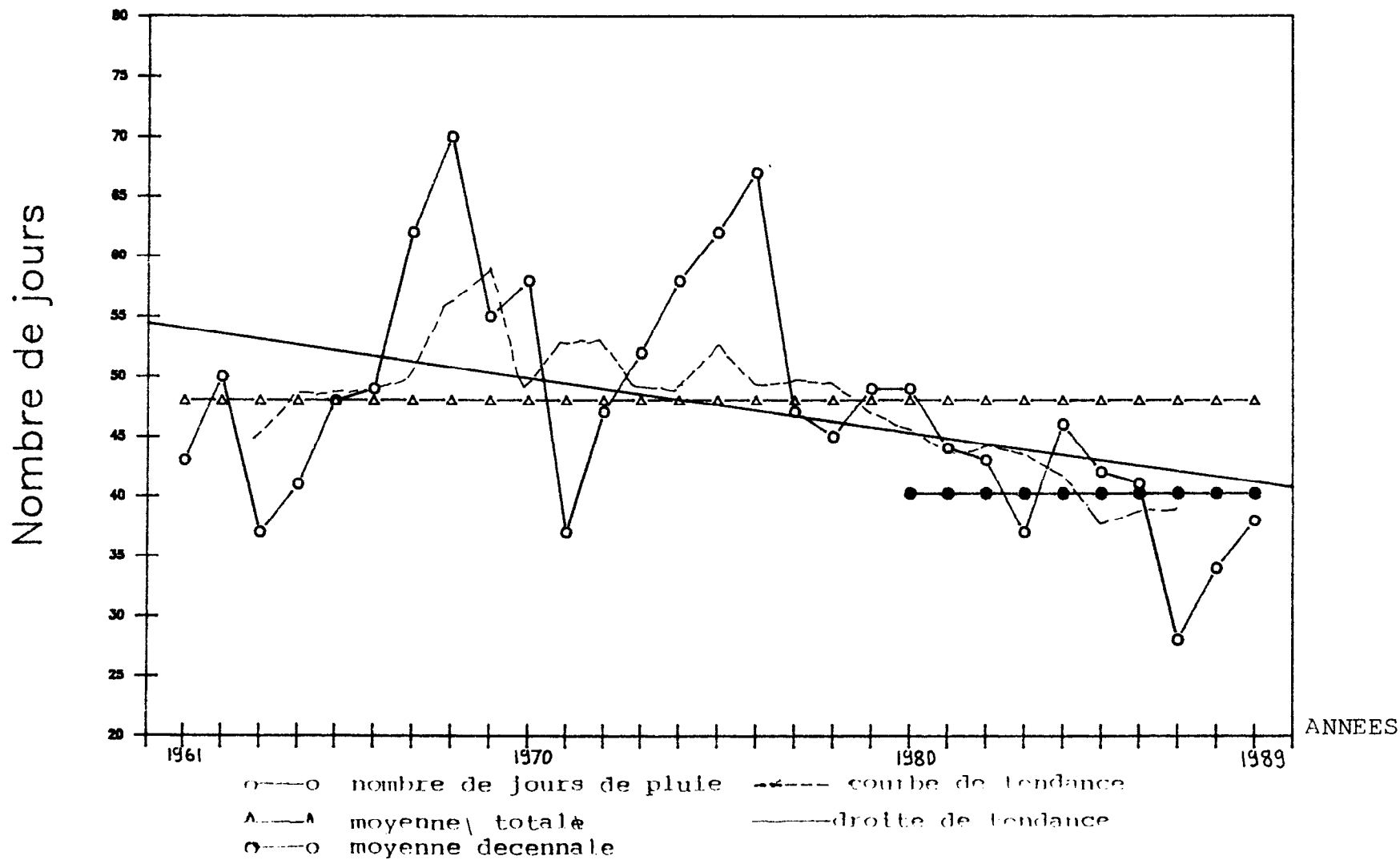


FIG. I7: GUILONGOU : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DES HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES

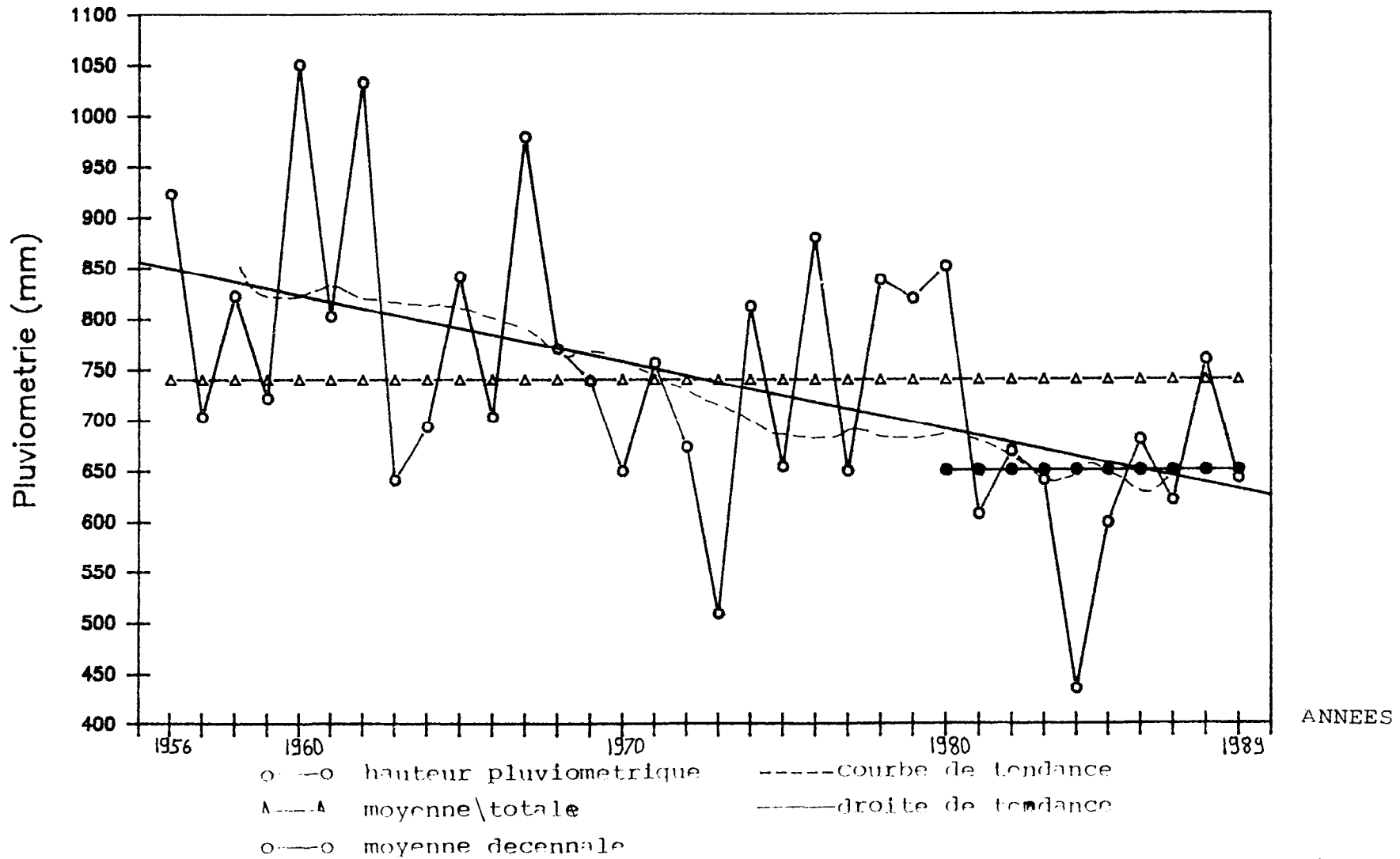
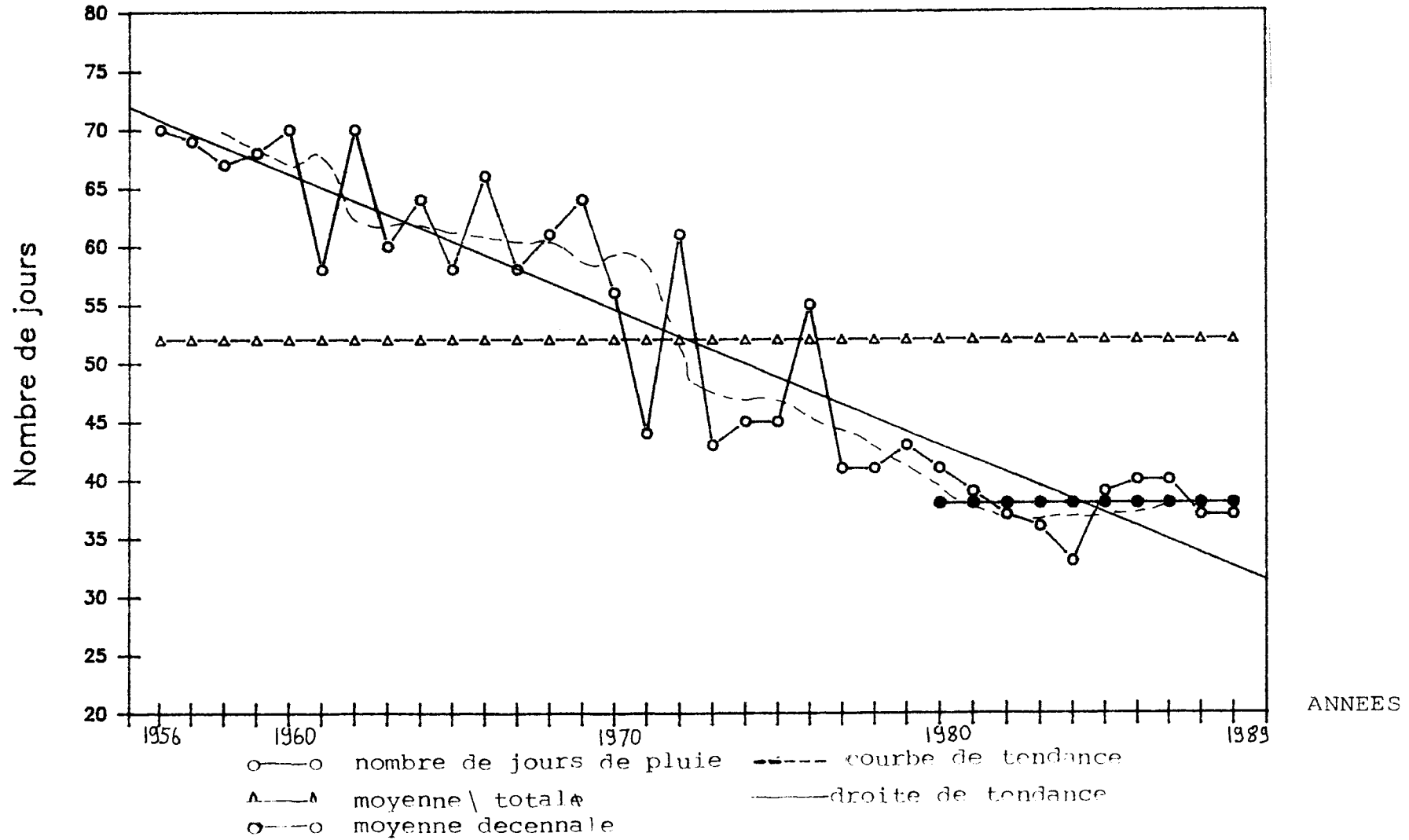


FIG. 18: GUILONGOU : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIES



**c. Kamboinssé : 12°28'N - 01°33'W -
altitude 327 m**

Les valeurs des précipitations connaissent une regression à partir de 1981 (Fig 19). Auparavant la courbe de tendance des précipitations est en évolution progressive, au dessus de la moyenne générale (720.26 mm) de 1960 à 1981. A partir de cette date, la courbe et la droite montrent une baisse de la pluviométrie, jusqu'en dessous de la moyenne décennale (697.52 mm, soit seulement 22 mm de moins que la moyenne générale). La courbe effectue une remontée à partir de 1986.

La courbe de tendance du nombre de jours de pluie a connu une évolution progressive au dessus de la moyenne générale (66 j.) de 1960 à 1974 (Fig. 20). La droite et la courbe de tendance révèlent une chute à partir de cette date. Cette chute s'observe sous la moyenne décennale (52 jours, soit 14 jours de moins que la moyenne générale) à partir de 1978. Nous remarquons toutefois une légère tendance à la reprise depuis 1985, la courbe amorçant de nouveau une remontée au dessus de la moyenne décennale.

**d. Ouaga-aéroport : 12°21'N - 01°31'W -
altitude 303 m**

Au niveau de Ouaga, les hauteurs pluviométriques affichent une baisse sensible depuis 1978 (Fig 21). De 1960 à 1971, la courbe est en évolution au dessus de la moyenne générale (790.5 mm). Elle tend par la suite à se stabiliser juste sous la moyenne générale de 1971 à 1978. La droite et la courbe de tendance attestent d'une forte baisse depuis 1978. Cet abaissement se remarque au niveau de la courbe de tendance qui évolue sous la moyenne décennale de 1978 à 1984 (695.6 mm, soit une forte différence de 95 mm de moins que la moyenne générale). Elle amorce une remontée au dessus de la moyenne décennale à partir de 1984.

L'évolution du nombre de jours de pluie se présente en dents de scie dans cette station (Fig. 22). La courbe de tendance du nombre de jours de pluie évolue au dessus de la moyenne générale (69 jours) de 1960 à 1971. Elle connaît par la suite une fluctuation pendant laquelle elle évolue dans l'intervalle entre cette moyenne (69 jours) et la moyenne décennale (68 jours, soit un jour de moins que la moyenne générale) de 1971 à 1984, avec toutefois de brèves remontées en 1970 - 1972, et en 1980 - 1981. La courbe et la droite de tendance confirme une chute depuis 1981. La courbe évolue sous la moyenne décennale depuis 1984.

FIG. 19 KAMBOINSE : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DES HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES

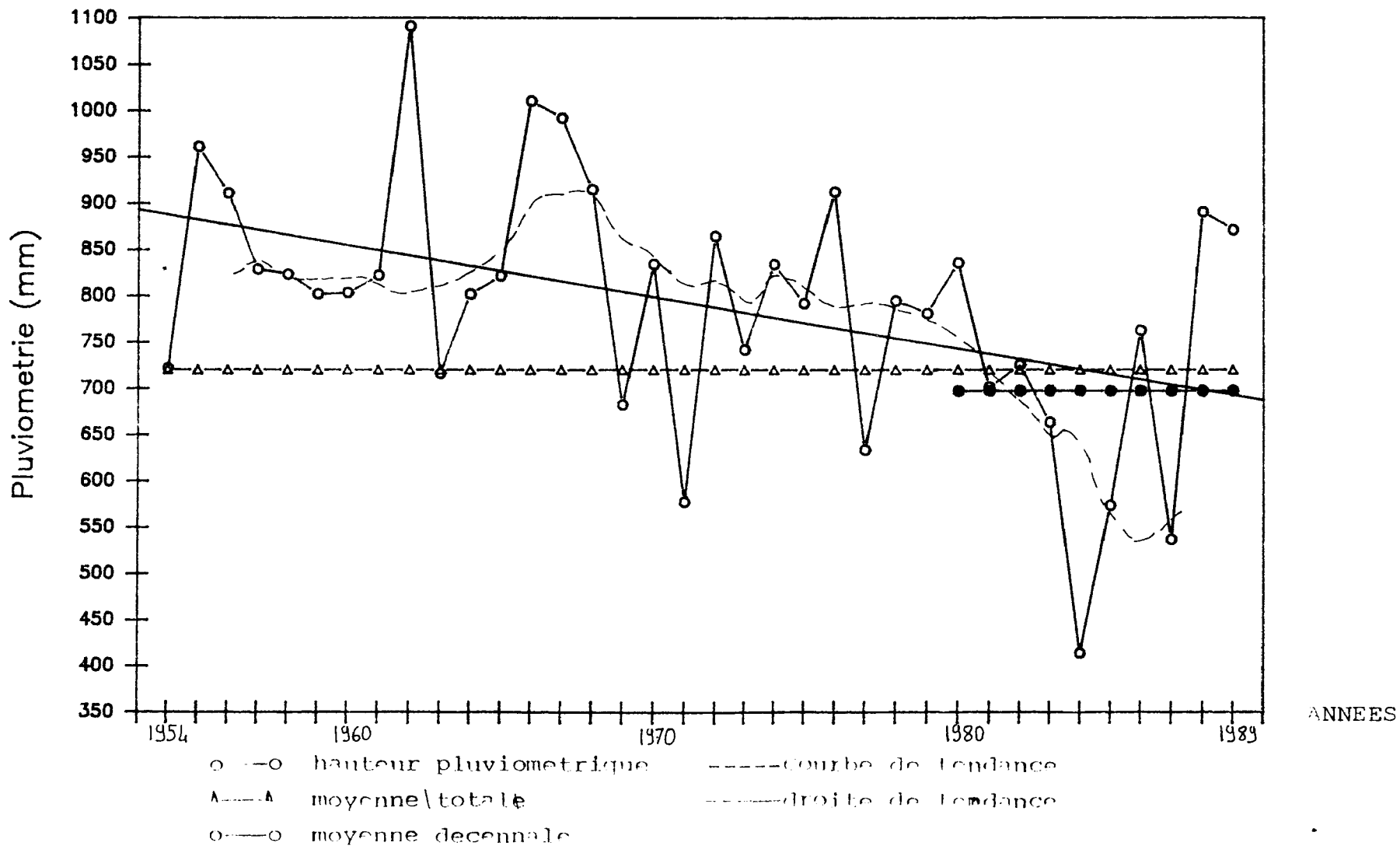


FIG. 20 : KAMBOINSE : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIES

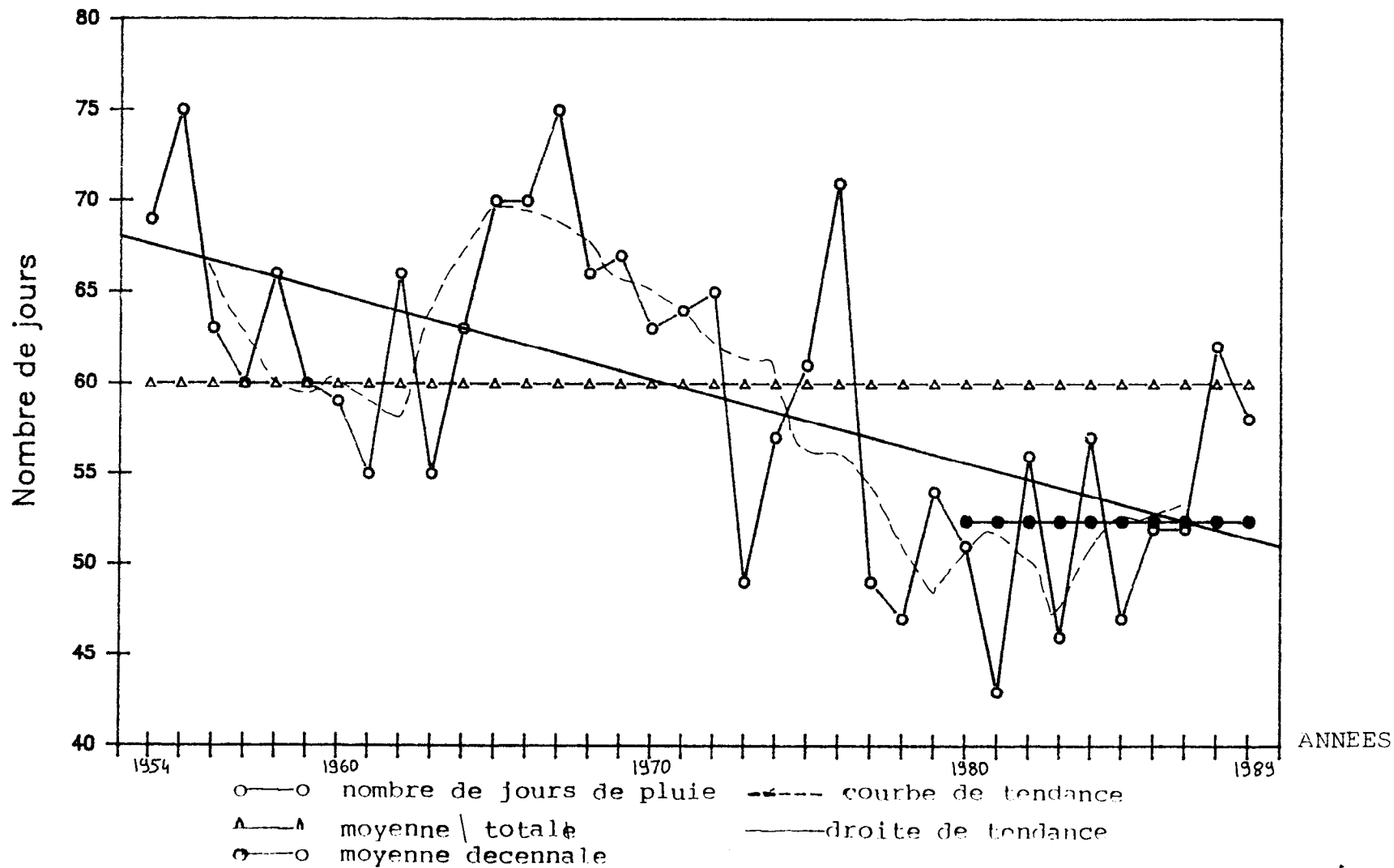


FIG. 21 : OUAGADOUGOU : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DES HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES

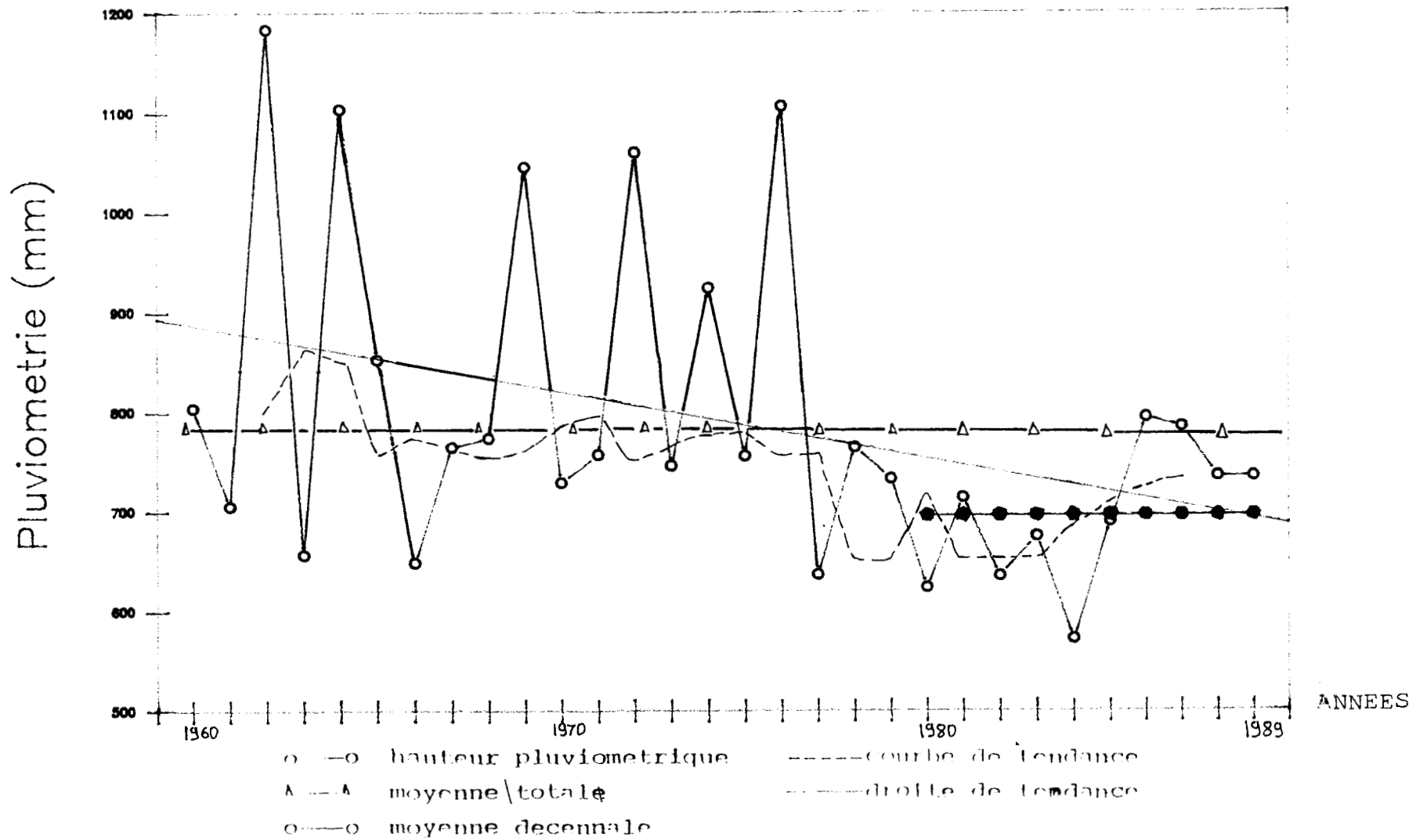
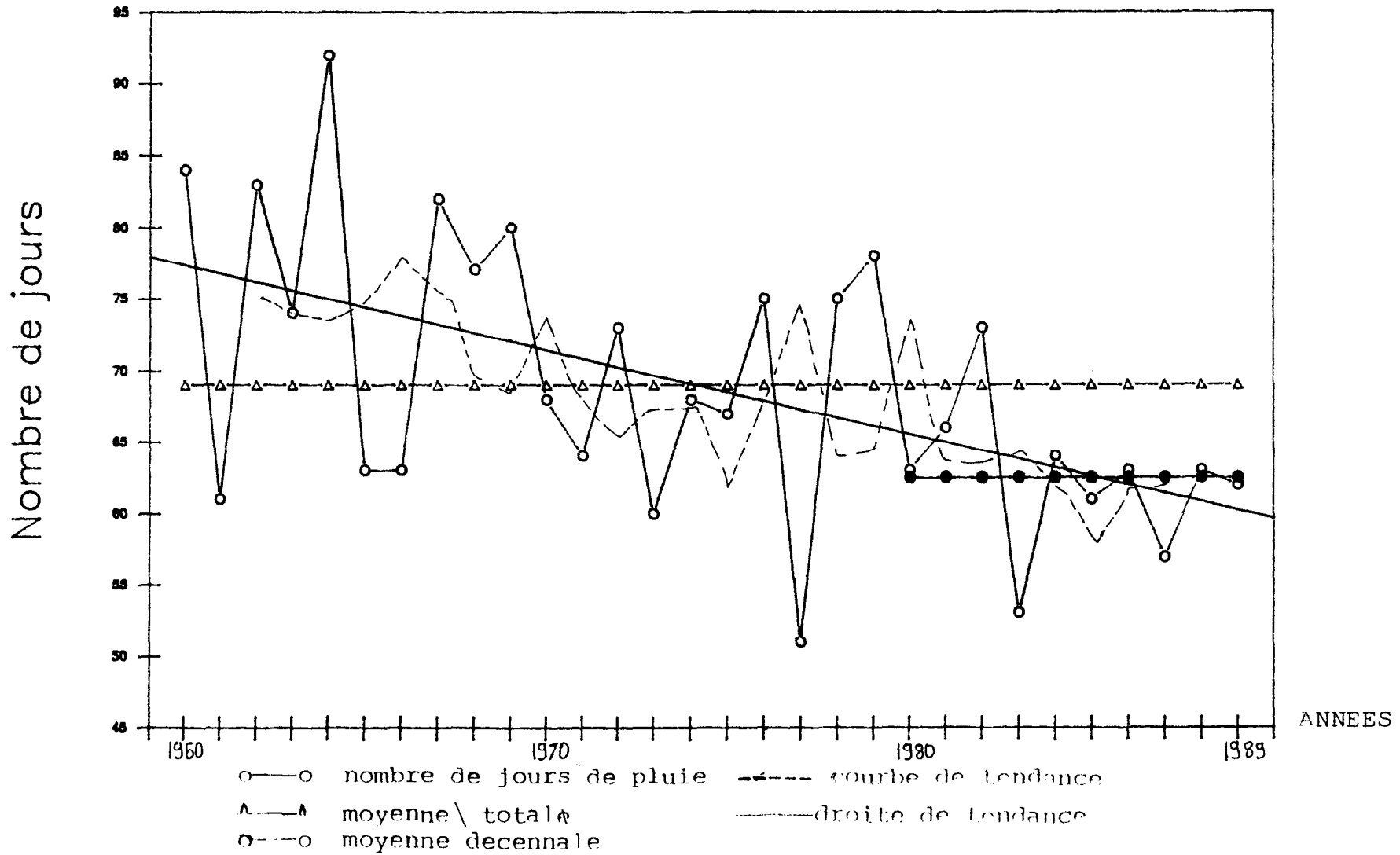


FIG.22 : OUAGADOUGOU : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIES



e. Pabré : 12°31'N - 01°34'W - altitude
295 m

A Pabré, la courbe de tendance des hauteurs pluviométriques évolue de façon ondulatoire au dessus de la moyenne générale (755.42 mm) de 1961 à 1971, puis marque une stabilisation au niveau de la moyenne générale de 1971 à 1972 (Fig. 23). Par la suite, la courbe et la droite de tendance révèlent une chute à partir de cette date. La courbe de tendance poursuit sa baisse sous la moyenne décennale (668.57 mm, soit une forte marge de 87 mm par rapport à la moyenne générale) à partir de 1981.

Le courbe de tendance du nombre de jours de pluie révèle que le nombre de jours fluctue au dessus de la moyenne générale (66 jours) de 1961 à 1970, puis en dessous de la moyenne décennale (65 jours) de 1971 à 1985 (FIG. 24). Elle amorce une reprise remarquable jusqu'au dessus de la moyenne générale à partir de 1986. Ces différentes fluctuations de la courbe au dessus et en dessous de la moyenne semblent se compenser. En effet, la droite de tendance se confond à la barre de la moyenne générale, ce qui traduit dans l'ensemble une stabilité pour la période concernée.

f. Saba : 12°22'N - 01°25'W - altitude
300 m

Au niveau de Saba, les valeurs pluviométriques évoluent en dents de scie (Fig. 25). La tendance des précipitations montre une évolution progressive au dessus de la moyenne générale (802.81 mm) de 1960 à 1964, puis une stabilisation au dessus de la moyenne générale de 1965 à 1973 ; cette tendance des précipitations remonte de nouveau pour se stabiliser au niveau de la moyenne générale de 1974 à 1979. La courbe et la droite de tendance montrent une baisse de la pluviométrie depuis cette date, baisse qui s'observe sous la moyenne décennale (728.82 mm) de 1981 à 1985. Elle amorce une reprise à partir de 1985 au dessus de la moyenne décennale.

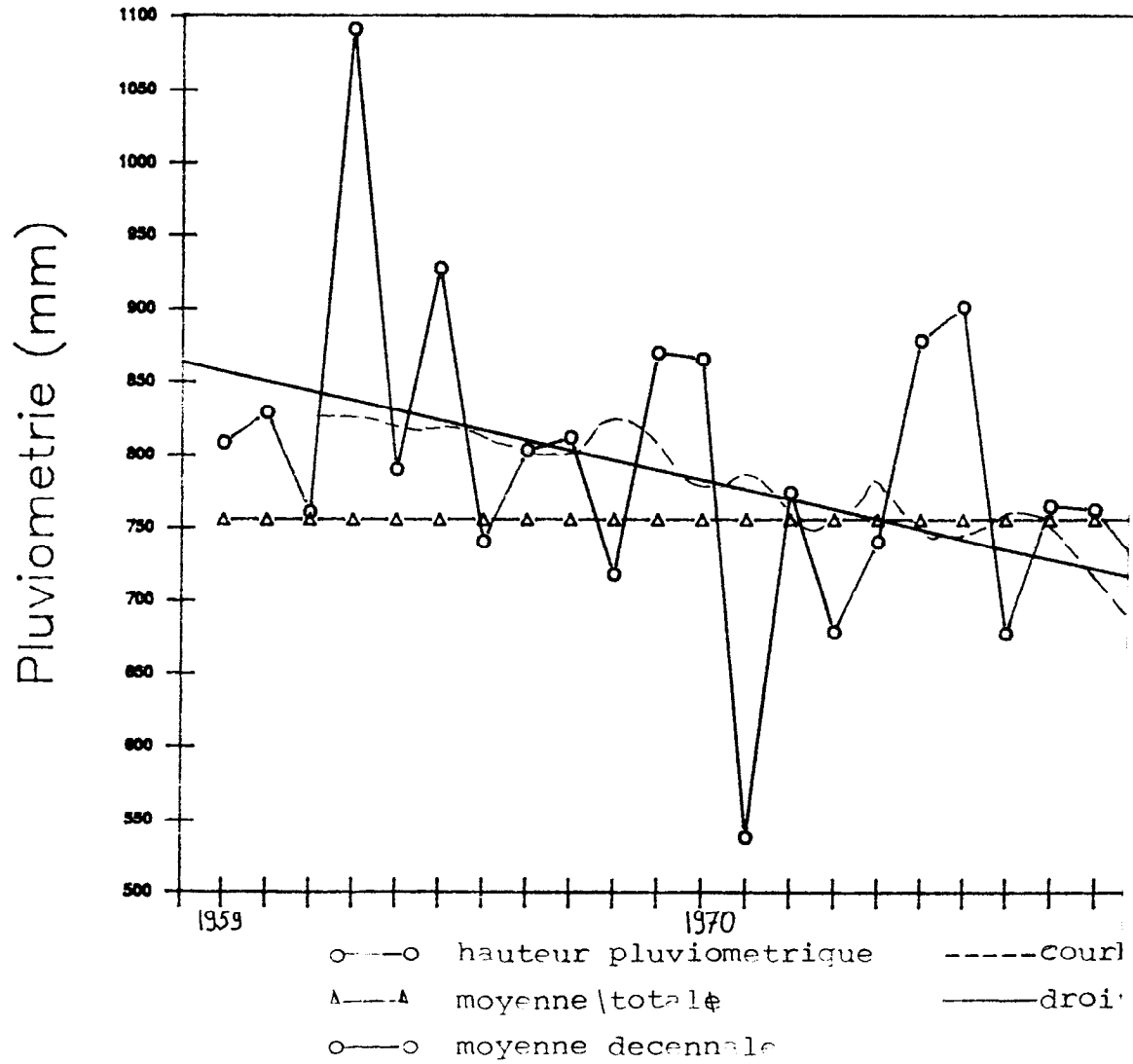
Le nombre de jours de pluie se présente globalement sous la forme d'une courbe de 1960 à 1964, la courbe se situe au dessus de la moyenne générale (62 jours) ; puis celle-ci évolue sous la moyenne décennale (60 jours) de 1964 à 1983 et remonte au dessus de la moyenne totale de 1983 à 1986. Elle amorce enfin une chute à partir de 1986 (Fig 26).

Au terme de cette analyse, nous retiendrons que les valeurs représentatives de la pluviosité de Boussé, Guilongou, Kamboinssé, Ouagadougou et Saba présentent toutes la même tendance évolutive durant les trente dernières années, à savoir une hauteur totale annuelle et un nombre de jours de pluie en baisse.

Pabré se singularise par une hauteur de pluie en baisse et un nombre de jours de pluie stable.

Dans toutes les stations, les années "sèches" sont de plus en plus nombreuses, et semblent s'étirer au niveau de la dernière

FIG .23 PABRE : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DES HAUTEURS



63

59

FIG. 20 : KAME
 COURBE ET DROITE

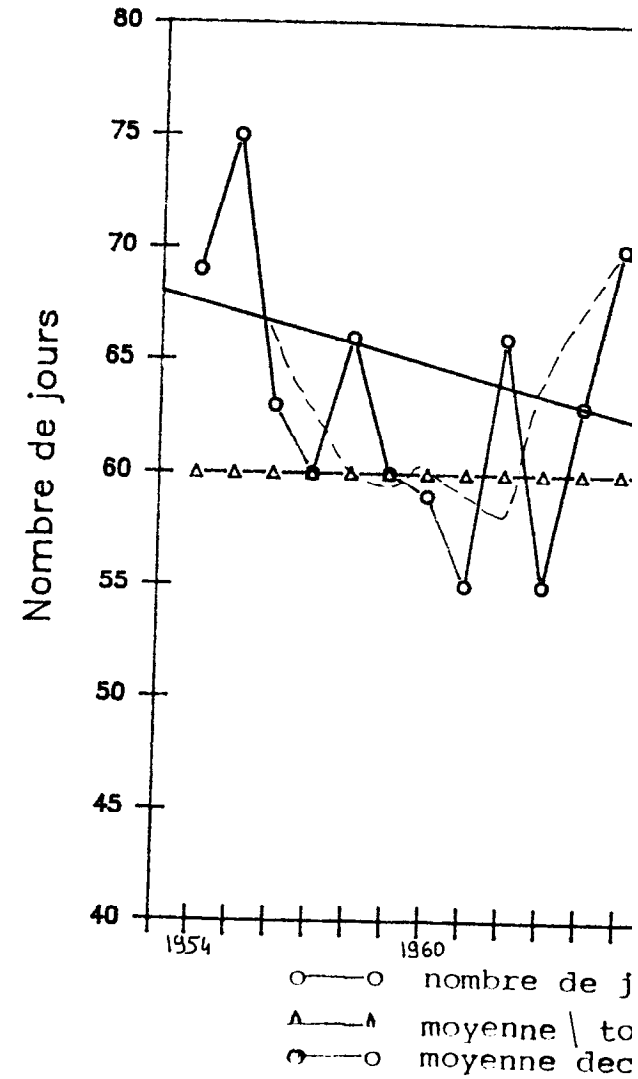


FIG. 24: PABRE : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIES

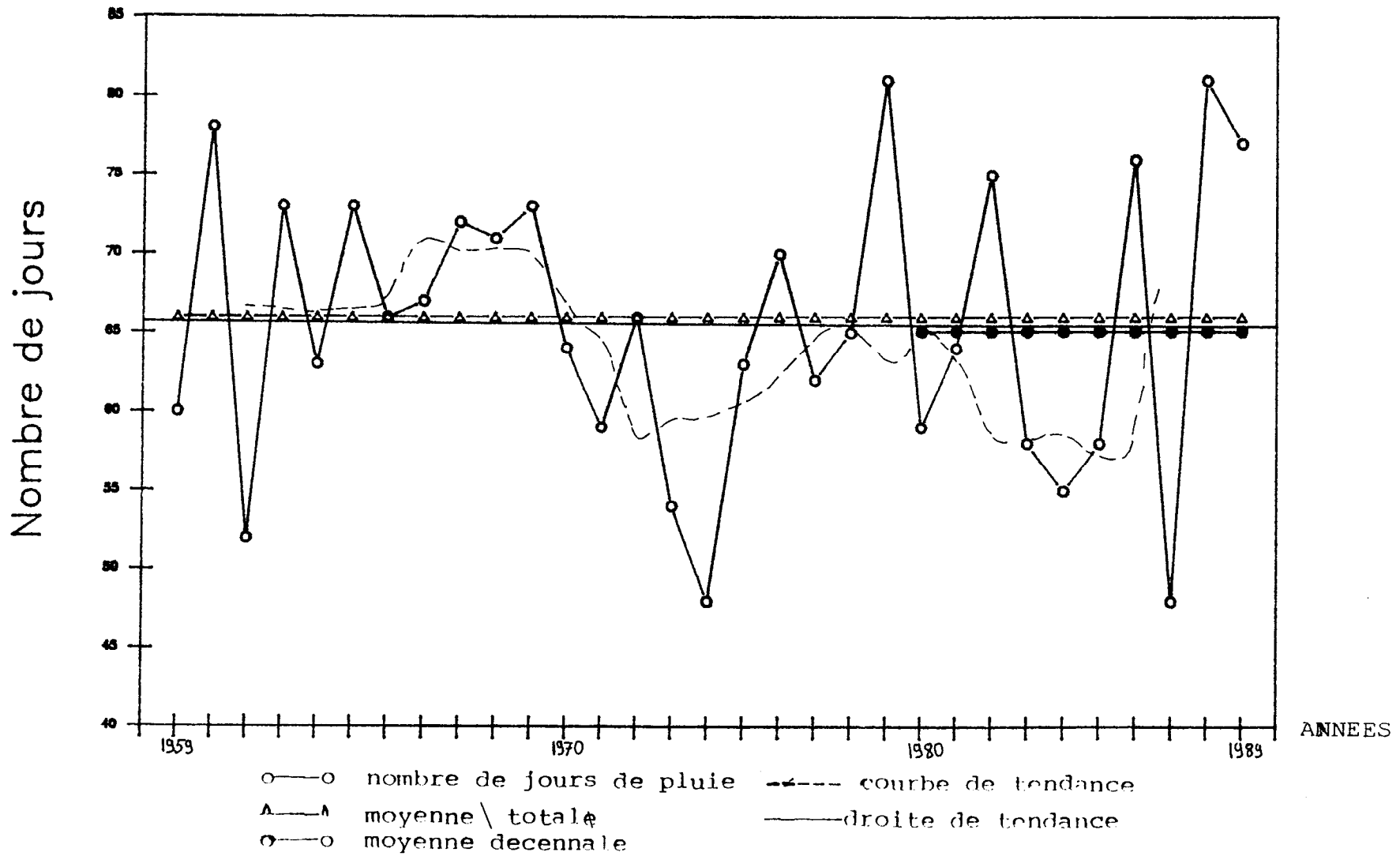
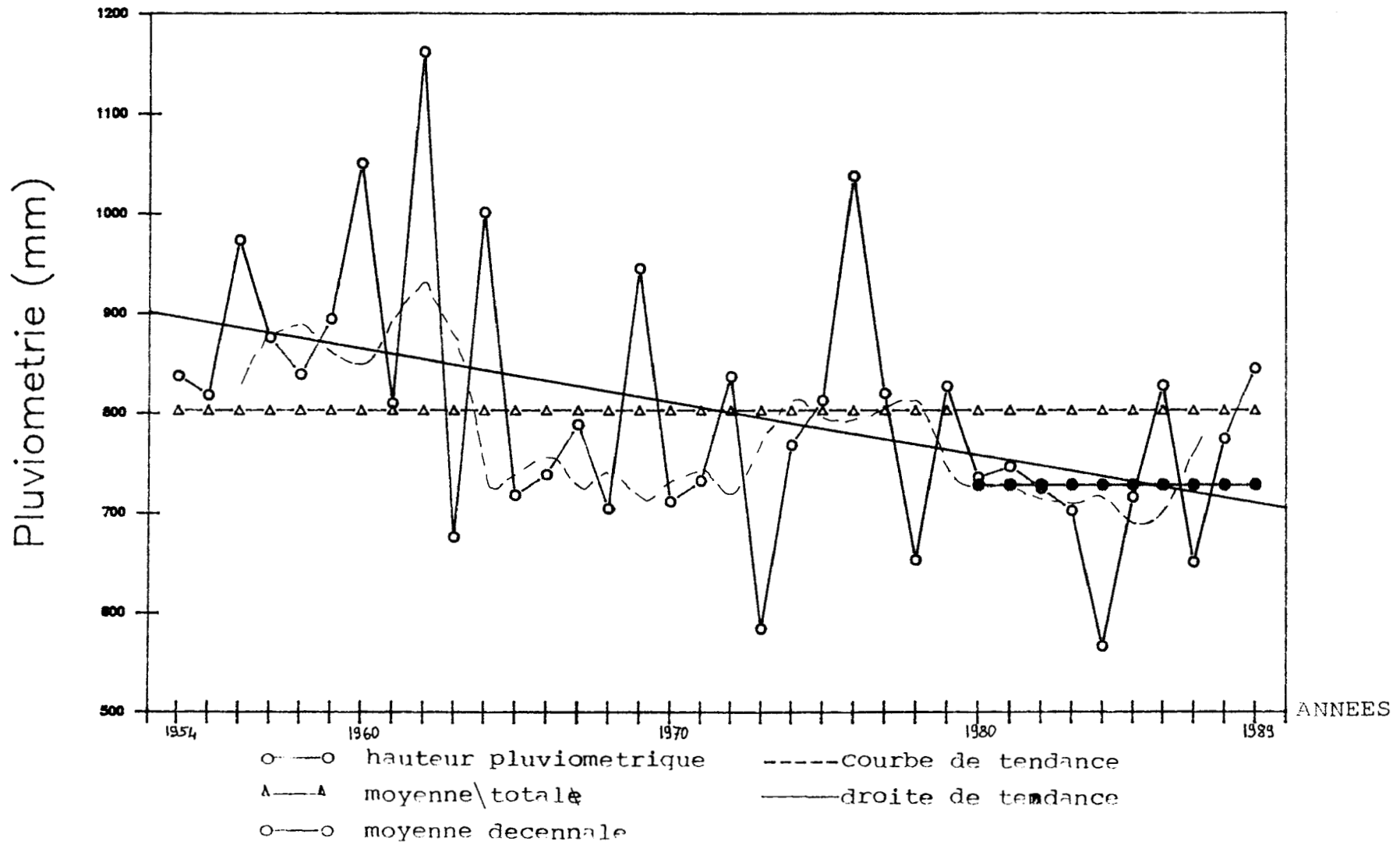


FIG.25 : SABA : EVOLUTION CLIMATIQUE
 COURBE ET DROITE DE TENDANCE DES HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES



décennie ; cette situation ne s'observait pas antérieurement, les années "sèches" y étant courtes et réduites.

Dans le premier cas de figure (Boussé, Guilongou, Kamboinssé, Ouaga et Saba), nous avons une situation critique car à une quantité d'eau qui baisse, s'ajoute une réduction de la période pluvieuse. Nous assistons en somme à un raccourcissement de l'hivernage "utile", en deçà du seuil minimum de deux mois et demi à trois mois (70 à 92 jours), nécessaire pour que les plantes cultivées aient un cycle de croissance normale : Mil : 110 jours ; Maïs : 80 jours ; Sorgho : 110 jours ; arachide : 90 jours ; Haricot : 70 jours ; Gombo : 90 jours, etc.
(Source : Ministère de l'eau - ONBAH : 1988).

A Pabré, une hauteur totale de pluie en baisse et un nombre de jours de pluie stable ont été observés; la situation sera à une diminution de la quantité d'eau reçue et à une période humide stable. Les pluies pourront être bien réparties.

L'analyse climatique entreprise dans le degré carré nous a fait ressortir essentiellement trois grands traits, trois grands enseignements que nous tâcherons d'analyser. Ces grands traits contribuent à expliquer pour une bonne part la situation environnementale qui prévaut dans le degré carré :

- . L'examen de la variabilité spatio-temporelle des précipitations et du nombre de jours de pluie a montré une grande irrégularité tant mensuelle qu'annuelle des précipitations et du nombre de jours de pluie. Cet examen nous a révélé de plus les contrastes de la pluviométrie par tâches, c'est-à-dire la répartition inégale des pluies dans une même région.

- . La position fréquentielle des événements a montré l'existence pendant l'hivernage de séquences sèches et plus ou moins longues.

- . De plus, l'analyse des tendances évolutives du climat dans le degré carré a montré une regression climatique se manifestant par un raccourcissement général de l'hivernage, avec une diminution de la période pluvieuse suivie d'une réduction du volume d'eau, le tout accentué cette dernière décennie par des années "sèches" de plus en plus accusées. Ce trait est cumulatif avec le second et rend très dangereuses les pluies précoces suivies d'une longue période sèche.

Ces grands traits de la zone que nous avons examiné nous révèlent en somme une situation pénible car l'eau est indispensable à la vie.

Sa déficience et son manque sont sources d'anémie et de mort pour les hommes, les animaux, la végétation et surtout pour les plantes cultivées. Aussi, nous essayerons d'étudier et de synthétiser les effets de l'évolution climatique sur le milieu naturel et les activités humaines.

CHAPITRE II : LES CONSEQUENCES DE L'EVOLUTION CLIMATIQUE

Il est apparu de façon générale que la tendance évolutive du climat au cours des trente dernières années est marquée par une force récession. Les conséquences de cette récession sur le milieu naturel et les activités humaines sont immenses et méritent une étude minutieuse.

A - LES CONSEQUENCES SUR LE MILIEU NATUREL

a. La végétation

Avant d'examiner les effets de la pluviométrie sur la végétation, il apparaît important d'étudier l'évolution de l'occupation du sol dans le degré carré. Ceci permettra par la suite d'appréhender l'interaction des éléments (végétation, climat, etc.). A cet effet, deux localités (une au nord de la zone - Boussouma- et une autre au sud -Wavoussé-) ont été choisies. Cette dernière a la particularité d'être située à la lisière de la forêt classée du Nakambé, ce qui se révèle intéressant pour l'étude du couvert végétal au niveau de la réserve forestière. Grâce aux photographies aériennes de 1956 et de 1985, et à l'aide des cartes topographiques au 1/50 000e de Bissiri et au 1/200 000e de la région de Ouaga, deux cartes de ces localités ont été réalisées.

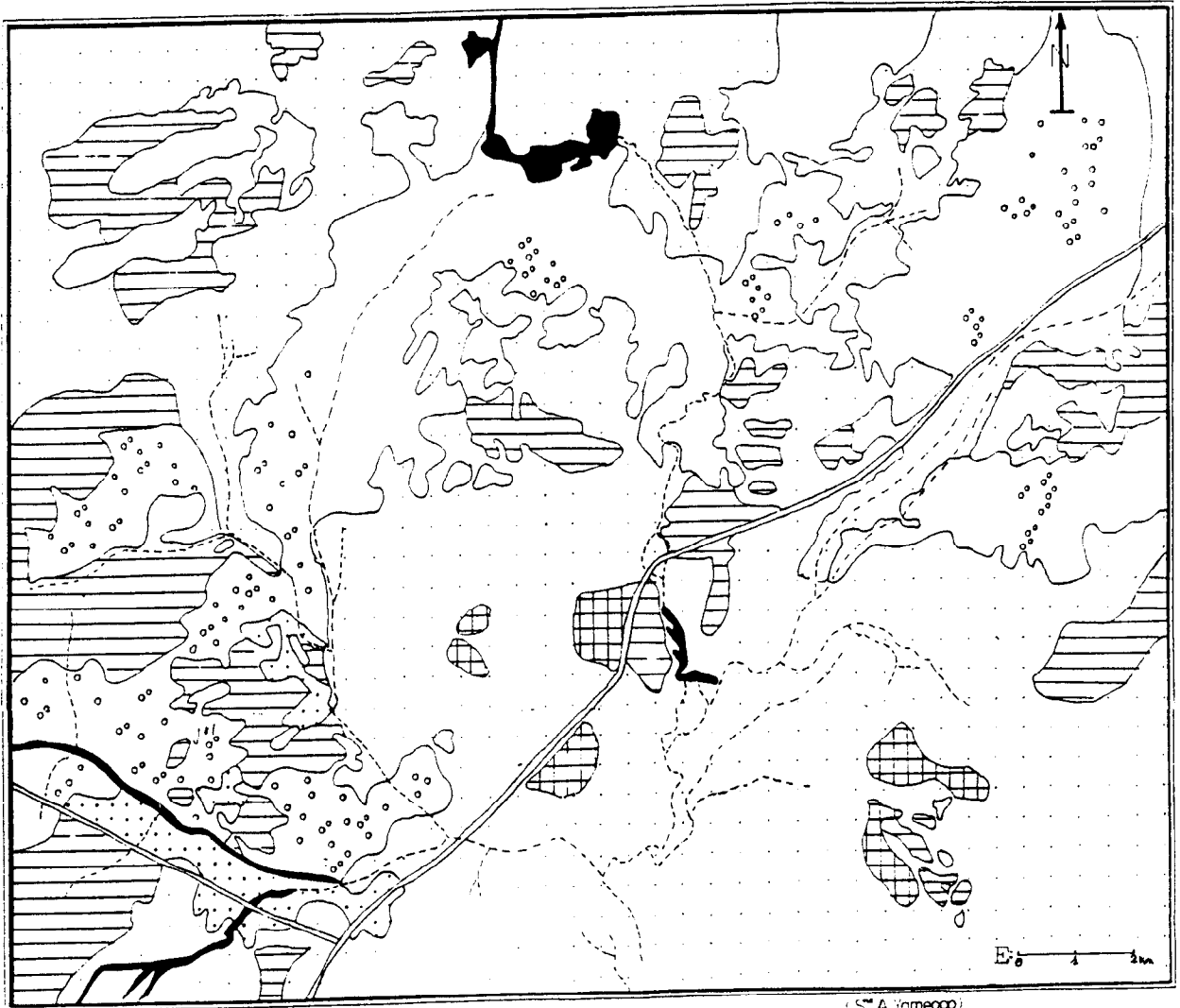
Les éléments qui ont polarisé notre attention sont essentiellement la végétation (pour apprécier son évolution), les champs et les habitations (afin de pouvoir étudier l'occupation humaine), et enfin les cours d'eau.

L'analyse diachronique des deux cartes de Boussouma (1956 -Fig. 27- et 1985 -Fig. 28) et celle de Wavoussé (1956 -Fig 29- et 1985 -Fig 30-), nous fait retenir essentiellement deux faits majeurs :

. Les champs et les jachères dans les deux localités sont en grande extension durant la période 1956 et 1985. Cet accroissement des champs et des jachères est suivi également d'une extension des habitations. Ainsi, contrairement à 1956 où l'occupation humaine était localisée, en 1985, cette occupation couvre toute la région cartographiée tant à Boussouma qu'à Wavoussé.

. La végétation naturelle dans les deux localités est en nette régression de 1956 à 1985. Importante en 1956, la végétation se confine en lambeaux à Boussouma et à Wavoussé en 1985. A Wavoussé, le village se trouvait en 1956 en bordure de la forêt classée du Nakambé. En 1985, cette forêt n'existe plus que de nom. La réduction de la végétation naturelle se fait au profit des champs et des jachères dans les deux localités. L'existence d'une végétation clairsemée s'observe dans les plages occupées par les champs et les jachères. Toutefois, cette végétation est difficilement quantifiable.

Fig. 27 BOUSSOUMA: occupation du sol (1956)

(S^m A. Jarneago)LEGENDE








 route	 savane arboree
 cours d'eau	 savane baïsee
 champs rocheux	 jachere
	 cases

Fig 28: BOUSSOUMA: occupation du sol (1985)



(S. A. Yarnaga)

LEGENDE









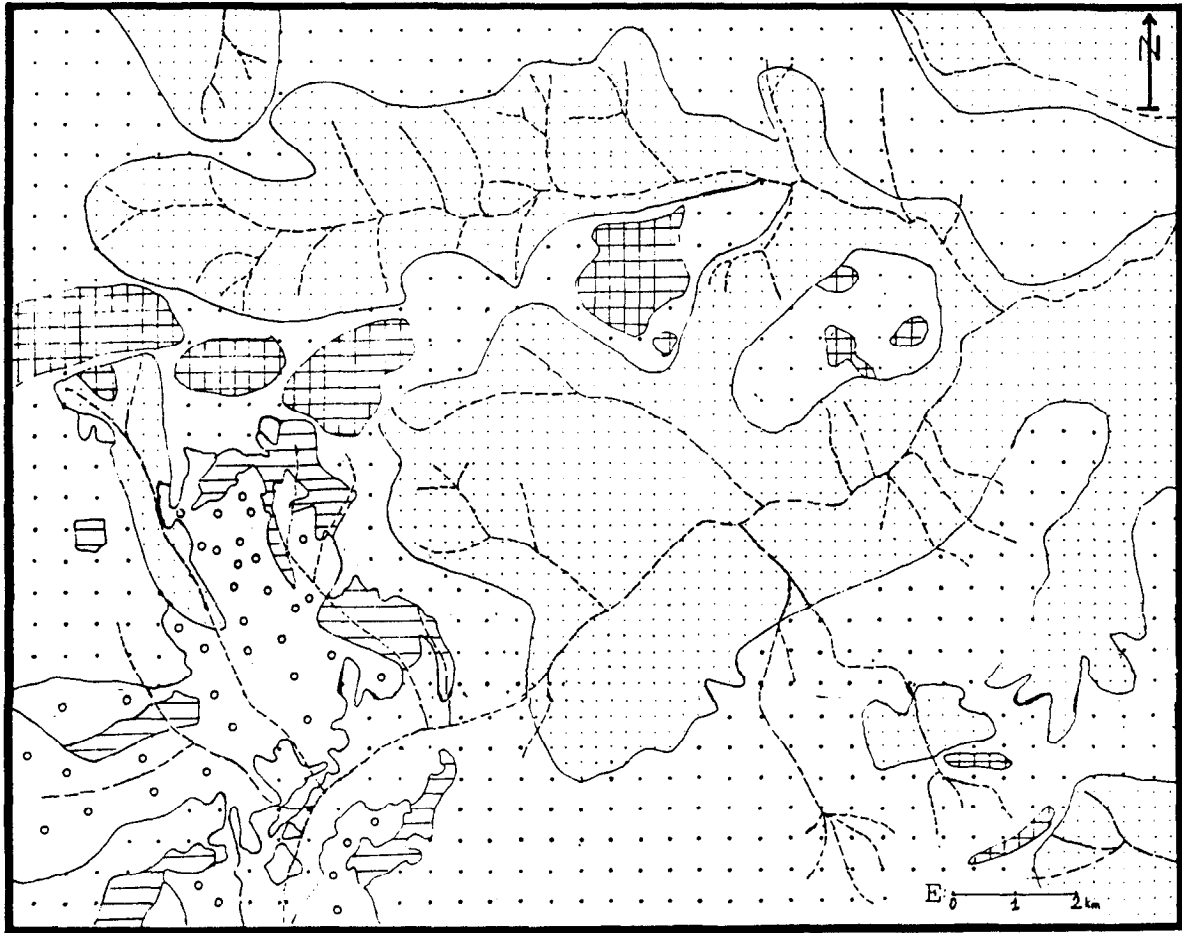
- | | | | |
|---|-----------------|---|----------------|
|  | cours d'eau |  | savane arborée |
|  | barrage |  | jachère |
|  | route |  | cases |
|  | détails rocheux |  | champs |

Fig. 29 WAVOUSSE: occupation du sol (1956)



(St. A. Yameogo)

LEGENDE








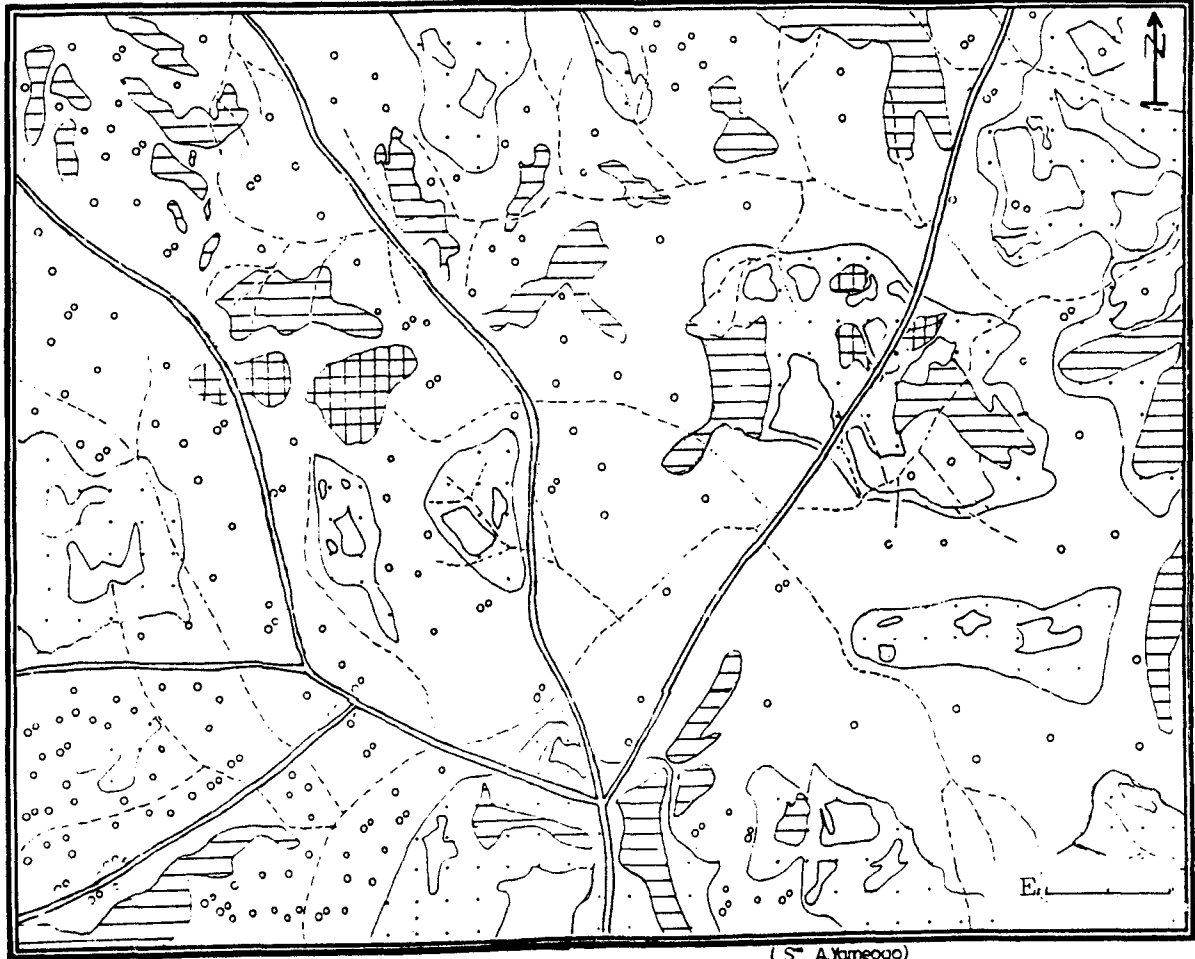







	cours d'eau		savane arborée
	détails rocheux		jachère
	Forêt claire		case
			champs

Fig:30 WAVOUSSE: occupation du sol (1985)



(S^m A.Yameogo)

LEGENDE

- | | |
|--|--|
|  route |  savane arboree |
|  cours d'eau |  jachere |
|  detail rocheux |  case |
| |  champs |

L'explication de ces faits est la suivante : la grande extension et la mobilité des champs sont à imputer au système agricole des paysans de la zone. Ce système est un système extensif dont la production augmente davantage par extension des superficies et diminution des temps de jachère. Cette extension des superficies cultivées se fait au dépend de la végétation naturelle qui est alors profondément dégradée ; l'herbe est victime des techniques de culture dans la zone. Il sert à l'alimentation des troupeaux, à la propagation des feux, et enfin à la construction et à l'artisanat. L'élimination des arbres se fait par les défrichements spontanés et organisés, et la surexploitation forestière en vue de l'obtention de bois, de fruits et de feuilles. Les champs résultants de ces défrichements sont abandonnés au bout de quelques années et le processus continue en s'accéléralant du fait de l'accroissement démographique. La dégradation de la végétation peut donc être imputée à la pression humaine. Cette dégradation a des effets négatifs sur la pluviométrie. La destruction de la végétation entraîne une évapotranspiration moindre des végétaux, ce qui ne favorise pas la formation d'importants nuages nécessaires à une bonne pluviométrie. La régression climatique telle qu'elle a été étudiée, a comme conséquence de favoriser le développement de la dégradation du couvert végétal. Elle fait durement souffrir et souvent mourrir les arbres et les herbes. Les végétaux recevant moins d'eau, cette situation se traduit par une réduction de la quantité et de la capacité de régénération des ressources végétales. De cette réduction de la végétation sous la poussée des différents facteurs (hommes, climat etc...) découle une mise à nu des sols.

b. Les sols

L'albédo est la part d'énergie solaire réfléchi par une surface quelconque à la surface de la terre. Elle est déterminée en pourcentage par rapport à l'énergie incidente. Plus l'incidence est faible, plus la fraction d'albédo sera élevée. Sur les sols nus et les roches, l'albédo varie entre 20 et 25 % contre 80 à 85 % pour la neige. Il a été souligné précédemment que la dégradation du milieu entraîne une mise à nu du sol. Nous aurons donc une modification de la quantité de chaleur absorbée et réfléchiée par le sol ; nous assisterons à un élargissement des surfaces couvertes par la valeur d'albédo de 20 à 25 % propre aux sols nus et aux roches. Ces surfaces accumulent alors plus de chaleur, ce qui entraîne une hausse des températures dans la zone. La nuit, la chaleur accumulée est renvoyée vers l'espace. La dégradation des sols favorise des températures de plus en plus croissantes.

D'autre part, les sols étant mis à nu, les précipitations accélèrent l'érosion. La dégradation du milieu a enlevé effectivement au sol sa protection naturelle contre l'érosion hydrique et éolienne. Il faut noter que le sol a deux manteaux protecteurs que sont la strate herbacée et la strate arborée, qui, nous l'avons étudié plus haut sont sérieusement en nette régression dans la zone. Les strates herbacée et arborée par exemple sont indispensables à la couverture du sol. La couverture

herbeuse atténue les chocs des gouttes de pluie, et annule de ce fait leur effet érosif car leurs touffes et leurs racines empêchent l'eau de pluie de se rassembler en filets et en rigoles. Ce processus favorise la fixation des sols ; il en est pratiquement de même avec les arbres. Il apparaît donc clairement que plus le couvert végétal est dégradé, plus l'érosion hydrique est active. Du fait de notre connaissance de la zone (sorties à Kamboinssé, Kossodo, Pabré, Balkoui), nous pouvons affirmer que le principal agent d'érosion est la pluie. Nous apprécierons succinctement les modes d'action érosives qui sont essentiellement au nombre de trois :

- le "splash" qui est le heurt des grosses gouttes d'eau sur le sol écrasant les mottes de terre. La couche superficielle du sol n'aspire plus bien l'eau (Fig. 31). C'est en somme un damage de sol, beaucoup perceptible dans les champs. Le paysan doit alors retourner ce sol superficiellement dur en vue de la culture (ce sol est appelé dans le jargon local mossi "Zippélé").

- IL y a également le ruissellement en nappe et en filet qui est dû à l'eau de pluie qui s'écoule en suivant la microtopographie du sol. C'est généralement une mince lame d'eau qui a une très faible compétence. La compétence de l'eau est son pouvoir à prendre et à transporter des matériaux : débris végétaux, gravions, sables, limons, etc. Le ruissellement en nappes et filets affecte toute la zone car c'est ce type que nous observons après la pluie. Ce ruissellement n'est pas très agressif, mais il peut l'être en cas de grosse pluie. Dans cette condition, il emporte les particules fines de la couche superficielle du sol, en particulier les particules organiques. Le sol est alors détérioré (Fig. 32).

- Au fil du temps, le ruissellement en nappes et en filets d'eau s'amplifie, devient plus puissant et donne naissance à un type de ruissellement plus important : c'est le ruissellement en rigoles, ravines et marigots. Cette concentration de l'écoulement est dû à l'existence d'une topographie favorable (Fig. 32). On peut également la retrouver sur les sols nus lorsque les pluies sont abondantes. C'est ainsi que nous avons observé des rigoles dans des exploitations agricoles et des fermes près de Ziniaré, Kamboinssé, Balkoui, etc. Une autre ravine facilement observable par tous est celle qui traverse l'Université de Ouagadougou du Nord au Sud.

Averse après averse, au fil des années, les rigoles, les ravines et les marigots drainent des volumes importants de terre. Il va donc s'en dire que la terre agricole et pastorale se fragilise et sa superficie se rétrécit.

De façon générale, les conséquences majeures de l'érosion hydrique, telles qu'elles ont été analysées peuvent se résumer en ceci :

- . Cette érosion entraîne l'accumulation des matériaux érodés dans les zones basses.

Figure n°31 - Le "splash" : damage du sol.

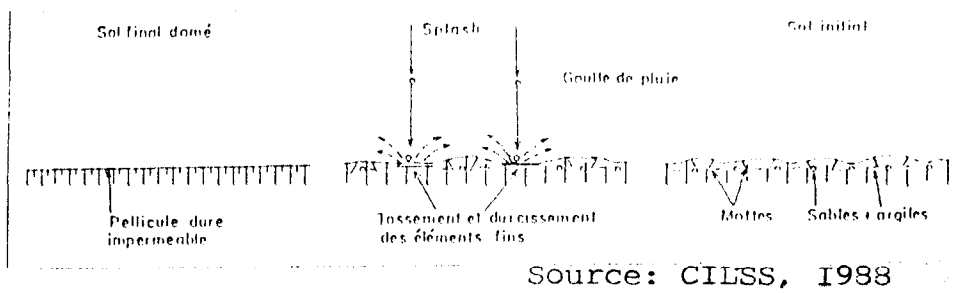
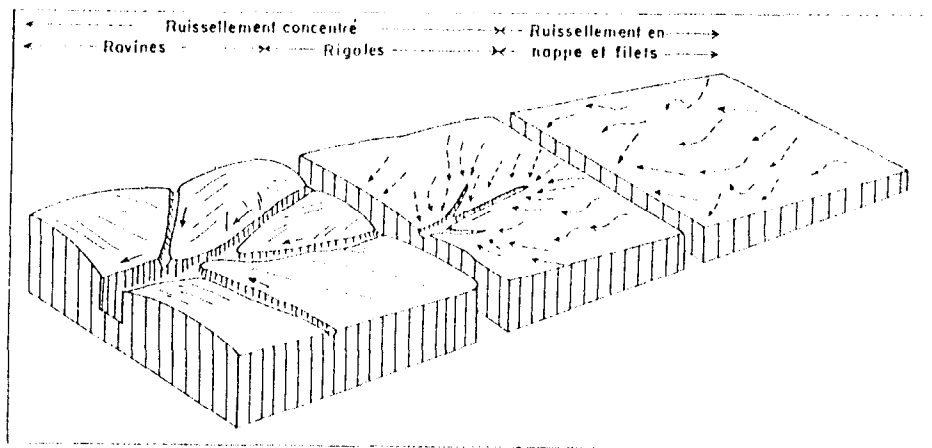


Figure n°32 - la concentration de l'écoulement.



. Elle est aussi cause d'une réduction de l'infiltration superficielle indispensable pour l'humidification des sols meubles et donc pour le développement d'une activité biologique et agronomique.

. Cette réduction de l'infiltration est aussi source d'un abaissement de la nappe phréatique, puisque cette dernière s'alimente par des eaux d'infiltration. Ces nappes sont importantes car elles constituent un gage important de vie pendant la saison sèche (vie pour les végétaux qui y plongent leurs racines et les hommes à travers leurs puits et leurs systèmes d'irrigation de culture de contre saison).

Au regard de tous ces effets, il convient de signaler que les autorités et les paysans commencent à être sensibilisés sur les problèmes d'érosion. La lutte anti-érosive s'amplifie. La construction de retenues et de barrages sur les cours d'eau est également à l'ordre du jour.

c. Les cours d'eau

Au niveau des cours d'eau, le régime climatique influe sur les hautes eaux qui font place à une période de tarissement se manifestant très vite par une absence d'écoulement. De ce fait, le lit des cours d'eau est alors occupé par des successions de petites mares qui finissent par tarir. La période d'écoulement des eaux est nette diminution. Les barrages et les retenues ne contiennent plus alors beaucoup d'eau. Ils se désemploient, perturbant de ce fait les activités humaines.

Comme nous l'avons examiné plus haut, les effets pluviométriques désastreux des deux dernières décennies ont aggravé la dégradation anthropique du milieu. En effet la pression permanente, actuelle et passée de l'homme sur le milieu est aggravée par les effets pluviométriques désastreux de ces dernières années. Cette évolution climatique négative a souvent conduit à des cas de sécheresse (1972 - 1974 et 1982 - 1985) . Toute la partie centre et nord du Burkina a été affectée. Le degré carré a donc été aussi touché. Signalons que la sécheresse est une insuffisance de pluie par rapport à une quantité moyenne en un lieu déterminé qui permet habituellement le fonctionnement normal de l'écosystème et en particulier la croissance des êtres vivants. Cette régression climatique favorise aussi le phénomène de la désertification considérée comme "forte" dans le degré carré (classification de Grousis M. et Albergel J. : 1987). Ce phénomène se traduit par "une dégradation sans cesse élargie et aggravée du capital écologique, c'est-à-dire une diminution de la quantité et de la capacité productive des ressources en eau, sol, végétation et faune que les hommes exploitent pour vivre" (source : CILSS - 1988). Ces effets ne se sont toutefois pas limités au milieu naturel ; ils ont aussi affecté l'homme et ses activités.

B - LES CONSEQUENCES SUR LES ACTIVITES HUMAINES

a. Les activités agricoles

La régression pluviométriques influe sur les activités humaines. La période de culture est de plus en plus courte du fait de la diminution de la période pluvieuse suivie de la réduction du volume d'eau. L'existence pendant l'hivernage de séquences sèches et souvent longues provoquent une réduction du stock semencier malgré l'adaptation de certaines graines ou plantes pour attendre des jours meilleurs. En effet, perturbées dans leur cycle végétatif, certaines plantes n'arrivent pas à survivre dans l'attente de la reprise pluviométrique. La régénération naturelle devient donc pénible et incertaine. Cette situation se traduit par un appauvrissement variétal et par des récoltes maigres. Le caractère extensif de la culture dans le degré carré, comme souligné précédemment, reflète sa dépendance vis à vis du climat. La dégradation des conditions climatiques expliquent pour une bonne part les performances médiocres des productions agricoles. Toutefois, les facteurs climatiques ne sont pas seuls responsables de cette situation. Les stratégies individuelles des paysans y ont également leur part. Avec la récession le travail est plus harassant au puits et sur la terre. L'accès à l'eau (pour la boisson, la cuisine etc...) est plus rare et plus éloigné; De plus, les hommes vont la puiser plus profondément pour arroser leur jardins et leurs maraîchages. L'évolution climatique négative oblige les populations à édifier au prix de grands efforts des aménagements pour conserver l'eau en surface et dans le sol en vue des activités agricoles et de l'approvisionnement. C'est pendant les années de mauvaises récoltes que les migrations sont les plus fortes. Ainsi, la dégradation du milieu lié à la régression climatique serait cause de 47 % des migrations dans la zone (source : Guesnel A. et Vaugelade J. 1975).

b. Les rapports sociaux

Autrefois sociétés communautaires, les collectivités rurales se désagrègent maintenant du fait de l'introduction des nouveaux rapports économiques. La régression climatique a également influé sur cette désagrégation; le déficit en eau croissant au fil des années a contribué à briser l'entraide mutuelle interne aux populations. Chacun garde le peu restant pour soi (vivres, matériaux etc...). Il y a repli sur soi-même et croissance de l'individualisme. Nous observons en somme une rupture de plus en plus grande de la solidarité interne aux collectivités et même dans les familles. La récession climatique a eu pour effet de propulser les femmes sur le devant de la scène du travail et des responsabilités quotidiennes: l'eau et le bois étant de plus en plus éloignés, du fait respectivement du tarissement des points d'eau et du déboisement autour des villages, les femmes consacrent un temps et un effort considérables à la collecte du bois et au transport de l'eau.

Les effets de l'évolution climatique tels qu'ils ont été étudiés

sont surtout manifestes en milieu rural. En milieu urbain, les conséquences de l'évolution climatique présentent quelques particularités.

C - LE CLIMAT URBAIN DE OUAGADOUGOU

a. Le milieu urbain

La ville de Ouagadougou compte environ 700 000 habitants. Pour chacune des autres localités, la moyenne de la population tourne autour de 5 000 habitants.

La ville de Ouagadougou s'étend de même sur une immense superficie. Comme souligné antérieurement, diverses activités tant économiques qu'administratives et sociales ont pour cadre cet espace. Du fait donc qu'elle présente certaines particularités, nous avons tenu à analyser le climat urbain de Ouagadougou.

Il nous faut en effet remarquer que la ville de Ouagadougou consomme de l'air, de l'eau potable, de la nourriture, de l'énergie et des matériaux de construction en quantité plus élevées que les autres localités (Boussé, Guilongou, Pabré, Saba, Kamboinssé). La ville restitue des eaux usées dans les collecteurs et les cours d'eau, de l'air pollué dans l'atmosphère et des immondices sur certains sites. Cela modifie aussi le climat. En effet, l'asphalte et le béton utilisés dans les constructions absorbant trois fois plus de chaleur que la végétation (source OMM - PMC 1984). Même si ce phénomène n'est pas encore très accentué à Ouagadougou, nous constatons que les immeubles situés de part et d'autre des défilés que forment les rues réverbèrent et se renvoient le rayonnement. De la chaleur en sus est accumulée au niveau de la ville.

La chaleur ainsi accumulée est progressivement libérée après le crépuscule. Il en résulte que la température à Ouagadougou est plus élevée que dans les autres localités. Ainsi, l'étude menée pour le Programme Climatologique Mondial par Amos Eddy citée précédemment fait observer que la température peut être de 2.5° à 5.5° plus élevée à l'intérieur d'une ville que dans la campagne avoisinante par exemple. Du reste, ceci est empiriquement observé par les citadins qui séjournent quelques temps hors de Ouagadougou, vers les localités secondaires ou villages environnantes. Il a été donné à ce phénomène le nom d'îlot thermique urbain. La chaleur ainsi dégagée par la ville brasse l'air qui tend alors à s'élever quand il passe au dessus de l'agglomération. Cet air en montant se refroidit et se condense. Il peut alors en résulter souvent une pluviosité accrue et les précipitations peuvent provoquer de grandes inondations.

b. les populations urbaines

Pour les populations urbaines de Ouagadougou, la régression climatique est perçue à travers les températures croissantes, les brunes sèches de plus en plus fréquentes, bref le beau temps de plus en plus rare. Les brumes sèches sont un mode d'action du vent sur les sols nus. C'est le transport par le souffle du vent des particules légères (poussières) et des sables fins de la surface du sol. Ce transport s'effectue par la suspension en l'air des très fines poussières par un vent léger. La distance de transport peut être alors importante.

Pendant ces deux dernières années, nous observons des couvertures poussiéreuses totales pendant plusieurs jours (48 à 96 heures). Ce phénomène a toutefois essentiellement une portée régionale et n'affecte pas seulement le degré carré. Il est dû à un affaiblissement des pressions sur les zones maritimes du Maroc et de l'Algérie. Cette baisse de pression est accompagnée à l'inverse par une hausse de pression sur la Libye. Cette hausse de pression entraîne une accélération des vents depuis les zones à l'Est du Burkina, particulièrement le Sud libyen, le Tchad et le Niger. Nous savons par ailleurs que ces zones sont des zones désertiques et poussiéreuses. La traversée de ces zones par des vents très forts favorise alors le soulèvement de grandes nuées de poussière, ce qui explique le phénomène décrit plus haut.

Il faut alors tenir compte du climat local dans l'aménagement des agglomérations. Au niveau de Ouagadougou par exemple, il y a lieu de construire des immeubles entourés de parcs et d'arbres qui fournissent de l'ombre et atténueront la chaleur.

Il faut également éviter de faire disparaître le sol sous d'immenses étendues de revêtement imperméables, afin d'épargner aux habitants de la ville les inconvénients de l'ilot thermique urbain et prévenir les risques d'inondation. En outre au niveau de la ville de Ouagadougou, il y a lieu d'implanter les unités et les usines polluantes sur des sites où elles dégraderont moins la qualité de l'air ou des cours d'eaux (usines de traitement des eaux usées du marché central, Société burkinabè de la Manufacture et du Cuir, etc.).

Il nous faut enfin planter ou conserver des parcs et des rideaux de verdure sur de grandes étendues dans la ville. Ces arbres et ces rideaux de verdure filtreront l'air pollué et adouciront les températures, contribuant de ce fait au retour à un climat plus "sain", plus doux.

CONCLUSION GENERALE

L'étude climatique effectuée au niveau du degré carré de Ouagadougou nous a essentiellement permis de montrer la méthode de détermination des éléments climatiques, d'analyser la variabilité spatio-temporelle de certains éléments et de faire ressortir la tendance évolutive du climat.

Cette étude appliquée du climat nous amène à une plus grande prise de conscience de ce que nous observons en profane chaque année, mais que nous ne pouvons analyser, faute de données statistiques et d'une formation dans les études climatiques. Cette étude ouverte sur l'évolution climatique d'un degré carré nous interpelle et nous amène à envisager et à mettre en oeuvre les moyens dont nous disposons pour tirer le plus grand profit de notre environnement climatique. Il faut remarquer que de toutes les sciences, la météorologie ou la climatologie semble être l'un des domaines où la maîtrise de l'homme est quasiment nulle. Il apparaît donc urgent d'apprendre à utiliser l'information climatologique capitale dans la mise en oeuvre de nombreux projets de développement ;

Ainsi, ce sont en général les conditions climatiques et géographiques qui imposent de cultiver à un endroit précis, telle ou telle espèce de plante vivrière, fruitière, parce qu'elle a de fortes chances de s'y développer harmonieusement. L'information climatologique a aussi un rôle à jouer dans la conception de systèmes éoliens et solaires permettant de mieux utiliser l'énergie. Nous pouvons également faire appel à l'information climatologique afin d'implanter par exemple, des usines en des lieux où elles dégraderont moins la qualité de l'air.

Une bonne connaissance également des traits généraux du climat et des événements épisodiques qui lui sont associés comme les inondations et les sécheresses permettent d'amoindrir, sinon d'annihiler les effets de la variabilité du climat. Cette variation étant importante dans nos régions, il est particulièrement important, pour la sécurité et la qualité de l'agriculture qui y est pratiquée que les planificateurs et autres spécialistes possèdent une bonne connaissance des événements climatiques passés et présents dans leurs travaux.

A défaut de pouvoir modifier radicalement notre climat, il nous faut apprendre à composer avec lui. C'est à travers et par une telle option que notre pays parviendra certainement un jour à résoudre bon nombre de ces difficultés.

Le but ultime de notre étude est enfin d'apporter une modeste contribution aux études climatiques sur notre pays et de façon générale d'apporter une pierre au vaste plan de développement national.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Albergel (J), Grousis (M) : Du risque climatique à la contrainte écologique. Mémoire ORSTOM n° 103 , 243 - 254p. 1987, ORSTOM
- 2 - ASECNA : Aperçu de climatologie aéronautique pour les principaux aéroports confiés à l'ASECNA. 1964, 85 p. Paris, ASECNA
- 3 - ASECNA : Aperçu sur le climat de Haute Volta (2e édition), Ouagadougou, Service Météorologique, 1966, 135 p.
- 4 - Babou (M. C.) : Les processus physiques de l'érosion pour l'eau, 1977, 88 p. Aghrymet.
- 5 - Baldy (C. H.), Delecolle (R.), Ghinot (J.P.), Kondongomé (M.) : Etude des vents au sol en Haute Volta. Quelques conséquences économiques et agronomiques pour la région soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest. Ima, bioclimatologie, centre de recherche agronomique d'Avignon, 10 p. 1983
- 6 - Biroth (J.) : Bioclimatologie et dynamique de l'eau dans une plantation d'eucalyptus - Ouaga. CTFT ; 1972
- 7 - Bleneau (D) : Les problèmes climatiques de la sécheresse, Inst. Etudes maliennes n° 13, 1975 p 47 - 54
- 8 - Bougère (J) : Les paysages soudano byrrimiens de la région de Kaya (Haute Volta). Thèse de doctorat de 3e cycle. Univ. Paris VII, Octobre 1976. 84 p. + 2 cartes
- 9 - Boulet (R) : Etude pédagogique de la Haute - Volta. Région Centre Nord-Centre. ORSTOM de Dakar Fann. Ministère de l'économie nationale 351 p.
- 10 - Boulet (R) : Notice des cartes de ressources en sol de la Haute Volta. ORSTOM Paris, 1976 97 p.
- 11 - Brunet (M) : Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale, Paris, 1963, 80 p.
- 12 - Carbonnel (J. P.) : Evolution climatique récente en Haute Volta sur l'existence d'un bruit de fond dans les quantités d'eau apportées par la Mousson. In Notes et documents voltaïques. Janv-Juin 1984, p 14-24
- 13 - Carbonnel (J. P.) : Sur la sécheresse au Sahel d'Afrique de l'Ouest. Une rupture climatique dans les séries pluviométriques du Burkina Faso, Extrait de C R, Académie des Sciences, Paris, T. 301, série II n° 13 - 1985
- 14 - Carbonnel (J. P.) , Hubert (P) : Premiers résultats du projet 86 ; Rapport préliminaire, pluviométrie à l'aéroport de Ouagadougou. Janv. 1987, 6p

- 15 - Casanova (H) : Principaux types de temps en Afrique Occidentale, 1964, ASECNA Dakar 27 cm multig. 43p.
- 16 - Commission Economique pour l'Afrique : Rapport de la table ronde scientifique sur le climat et la sécheresse en Afrique. 19844, 18 p. CEA
- 17 - CIEH : Notice explicative de la carte de planification des ressources en eau souterraines de l'Afrique soudano-sahélienne. 1976, 118 p. CIEH
- 18 - CIEH : Utilisation des ressources en eau et des terres des régions de savane, vol. 5 - utilisation actuelle et présence des ressources en eau ; Ouagadougou, CIEH 44p.
- 19 - Grouzis (R) : Eléments de morphologie végétale, Ouaga 1982, 25 p., ORSTOM
- 20 - Grouzis (R) : Méthode d'étude des pâturages naturels, Ouagadougou, ORSTOM, 1982, 28 p.
- 21 - Da(Déc) : Contribution à l'étude géographique des paysages voltaïques : monographie de la région de Gaoua. ESLSH ; 1980 - 152 p. Tome 1 ; Mémoire de maîtrise de Géographie ; Ouagadougou 1980
- 22 - Da(Déc) : Recherches géomorphologiques dans le S.W de la Haute Volta : la dynamique actuelle en pays Lobi/Da Dec Strasbourg. Centre de géographie appliquée 1984 - 308 p + cartes et graphiques - Thèse de 3e cycle ; Géographie, Strasbourg 1984
- 23 - David (J) : Données climatologiques de Haute Volta, données pluviométriques de Haute Volta. Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 9 p, 119 graphiques
- 24 - Fontes (J) : Essais cartographiques de la végétation par télédétection. Thèse de troisième cycle, Toulouse III, 175 p.
- 25 - Guesnel (A) et Vaugelade (J) : Les mouvements de populations en pays Mossi, 158 p., ORSTOM, 1975.
- 26 - Guinko (S) : Végétation de la Haute Voltat, Tome 1. Thèse présentée et soutenue pour le grade de Docteur es Sciences Naturelles ; Univ. De Bordeaux III UER Aménagement et ressources naturelles ; Département "l'homme et son environnement", multigr. 318 p
- 27 - Hadinko (G) : Etude climatologique du site Golfech. Toulouse : Toulouse III, 1978, 32 p. Mémoire DEA climatologie, Toulouse III, 1978
- 28 - Huet (O), Celaire (B) : Bioclimatisme en zone tropicale - Construire avec le climat. Paris, Ministère de la coopération . 1986 172 p

29 - INRA (Ch. Baldy, R Delecolle, JP Guinot) : Etude des vents au sol en Haute Volta - Quelques conséquences économiques et agronomiques pour la région soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest, INRA, bioclimatologie, Centre de recherche agronomique d'Avignon, 10 p.

30 - INSD : Recensement générale de la population. Analyse des résultats définitifs. INSD, Déc. 1989 . Ouagadougou. Direction de la démographie. 516 p

31 - IRAT, ORSTOM : Etude du ruissellement, du drainage et de l'érosion sur des sols ferrugineux de la région centre. Haute Volta, 1982, 110 p IRAT

32 - Kaloga (B) : Etude pédagogique de la Haute Voltat. Région Centre Sud, Rapport Min. de l'éco. nat. Haute Volta Août 1968, 247 p

33 - Kholer (P) : Prévoir le temps en 10 leçons et tout pour votre station météo. Hachette 1978 Col. "Le livre de Poche", 118 p.

34 - Klein (J. C.) : Etude hydrologique de bassins versant dans la région de Ouagadougou . 1961, Source de l'hydraulique 61 p

35 - La Haye (J. P.) : Etude des pluies journalières de fréquence rare en Haute Volta, Ouagadougou, CIEH, 1980 86 p multigrade.

36 - Le Barbe (L) : Etude de ruissellement sur la ville de Ouagadougou. Tome III, CIEH photos aériennes et plans, 1980, multig.

37 - Météorologie Nationale : Etude des dates favorables aux semis des céréales (mil, sorgho) en Haute Volta - Direction de la météorologie nationale, 1981 144 p.

38 - Mietton (M) : Recherches géomorphologiques au Sud de la Haute Volta. La dynamique actuelle dans la région de Pô-Tiébébé. Grenoble. Grenoble I, 1980, 235 p. Thèse de 3e cycle

39 - Mietton (M) : Dynamique de l'interface lithosphère - atmosphère au Burkina Faso. L'érosion en zone de savane - Univ. Grenoble I . 1988. Editec 513 p

40 - Ministère de l'eau : Etude des frais cultureux pour les cultures maraîchères et les cultures céréalières, 23 p. ONBAH, Avril 1988.

41 - ORSTOM DGR : Etude pédagogique de la Haute Volta, Rapport général de synthèse, Minist. de l'économie ; Dakar Fann 30 p 1970

42 - ORSTOM : Observations climatologiques à la station météorologique Jalafunka et observations hydrologiques à Kadel Jalafunka et mare d'Oumi ; 1981, Ouaga, siège 1982, 92 p

- 43 - Ouédraogo (A) : Cartographie de la végétation naturelle de la forêt classée de Bissiga, Haute Volta, Ouagadougou CRTO 1983, 10 p + graphiques
- 44 - PAC - CILSS - GTZ : Le Sahel en lutte contre la désertification. Ouvrage collectif dirigé et rédigé par René Marceau Rochette ; Weikersheim, Mangraf. 1989 RFA 596 p
- 45 - Pallier (G) : Géographie générale de la Haute Volta , Univ. de Limoge; 1978, 241 p. Thèse de 3e cycle
- 46 - Peguy (C. P.) : Précis de climatologie, Paris, Masson et Cie. Editeurs 1970 468 p
- 47 - Pierre (E), Godard (A) : climatologie, 370 p Armand Colin, col. U. 1975
- 48 - Renaud (J) : Atlas de Haute Volta, 11 p IGN, Paris
- 49 - Sanogo (O) : les mouvements voltaïques : notes et documents voltaïques - janv. - Mars 1971 - CVRS Ouagadougou - 44 p
- 50 - Sanon (D) : Quelques problèmes de dynamique actuelle. L'érosion des sols dans les régions de Bobo Dioulasso (8 p) Strasbourg, UER de Géographie 1984, 248 p. Thèse de 3e cycle : Géographie, Strasbourg 1984
- 51 - Samson (J) : climatologie appliquée II planches - Paris 1949, Météorologie nationale, 96 p.
- 52 - Sweyers (R) : Les méthodes statistiques en climatologie - 1977. 90 p Météorologie belge
- 53 - TAMS/EARTHSAT : Potentiel des ressources forestières et de la faune sauvage de la région de Ouagadougou. Feuille 5 New York, USAID/BAD, carte 56 cm x 55 cm. E : 1/200 000 212 p
- 54 - TAMS/EARTHSAT : Utilisation des terres et couvertures végétales de la région de Ouagadougou ; feuille 5, N. York, USAID/BAD. Carte 56 x 55 cm E : 1/200 000 160 p
- 55 - Terrible (M) : Atlas de Haute Volta : Essai d'évaluation de la végétation ligneuse. CVRST - Service forestier de l'environnement et de la protection de la nature - 1975, Imp de la savane. 75 p
- 56 - Terrible (M) : Contribution à la connaissance de la Haute Volta - Carte et notice provisoire : végétation de la Haute Volta au millionième, Bobo, 40 p + 3 cartes 1978

DONNEES CLIMATIQUES UTILISEES

	MAI			JUN			JUILLET			AOUT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960																		
1961	0	10	21	20	46	19	13	61	10	91	60	97	112	19	38	0	0	0
1962	0	10	21	20	46	19	13	61	10	91	60	97	112	19	38	0	0	0
1963	0	10	21	20	46	19	13	61	10	91	60	97	112	19	38	0	0	0
1964	0	10	21	20	46	19	13	61	10	91	60	97	112	19	38	0	0	0
1965	7	16	54	18	9	39	41	65	47	126	97	60	126	58	16	19	17	0
1966	0	2	30	59	42	21	37	33	19	131	46	41	60	19	17	54	0	0
1967	14	16	6	10	2	31	12	53	40	57	105	48	50	105	41	0	42	0
1968	0	39	43	12	8	37	75	91	67	29	29	30	58	24	15	83	0	17
1969	0	23	97	53	30	46	64	57	37	49	98	21	99	63	0	3	19	4
1970	0	2	25	20	20	40	49	74	131	42	57	53	90	109	0	16	10	0
1971	3	14	0	17	21	1	67	45	6	70	47	54	75	96	14	0	0	0
1972	29	3	0	105	19	40	48	20	45	63	118	9	37	19	0	20	3	0
1973	8	51	23	24	23	75	33	48	112	56	65	43	63	28	9	0	0	0
1974	7	19	4	8	3	42	76	38	4	108	133	38	34	93	11	25	0	0
1975	2	29	9	3	41	46	83	90	24	99	59	66	24	49	15	20	34	0
1976	65	40	12	13	60	41	71	40	39	103	84	36	68	47	54	1	6	34
1977	0	1	17	12	2	64	0	55	26	48	82	91	78	21	33	5	14	0
1978	0	43	60	25	92	39	0	93	80	24	36	45	11	13	67	1	0	0
1979	39	0	53	0	35	34	7	33	43	11	91	64	100	12	1	0	0	0
1980	0	37	13	46	47	48	42	47	18	68	34	49	38	19	0	6	0	27
1981	20	19	15	16	41	94	43	28	173	40	77	74	108	7	53	0	0	0
1982	30	0	9	22	19	47	3	31	24	31	30	55	9	14	4	6	10	0
1983	3	19	15	7	70	30	44	70	28	47	59	39	52	19	0	41	0	0
1984	0	0	72	5	39	10	22	25	24	12	27	13	67	30	0	36	16	0
1985	4	0	0	1	41	26	52	36	63	54	23	62	57	33	7	9	0	0
1986	14	14	23	33	64	25	54	45	34	52	87	79	140	36	29	29	0	0
1987	0	0	55	100	3	49	47	49	101	61	39	17	1	34	73	3	0	0
1988	0	0	5	0	25	30	42	31	88	35	20	62	19	40	20	3	0	0
1989	0	2	4	17	0	3	101	9	22	32	80	96	47	24	0	3	5	0

PLUVIOMETRIE DECADEAIRE : 1960 - 1989 (GUILONGO)

	MAI			JUIN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	6	48	28	27	69	13	52	121	83	56	58	70	154	112	12	17	0	1
1961	21	5	36	19	48	17	37	38	67	47	49	78	185	59	34	0	0	0
1962	0	4	62	29	38	44	25	60	104	63	149	73	80	61	53	25	0	5
1963	37	24	0	4	29	61	67	29	45	44	44	36	65	36	6	60	13	0
1964	7	14	23	63	45	33	45	47	63	70	121	1	14	13	19	2	30	0
1965	21	0	30	0	76	60	61	49	111	57	4	54	150	29	10	29	3	10
1966																		
1967	1	21	9	14	33	100	22	106	94	82	111	162	35	107	22	0	2	0
1968	0	7	52	22	10	18	69	147	30	35	24	48	88	35	8	41	0	11
1969	0	13	15	27	56	18	74	51	21	62	69	41	83	57	2	8	14	7
1970	0	4	14	34	10	14	51	65	37	88	53	93	44	37	0	31	0	0
1971	10	10	0	184	5	32	69	69	20	42	20	85	43	91	19	5	0	0
1972	29	0	6	32	15	68	47	26	22	85	41	27	62	15	36	31	32	6
1973	15	0	0	7	18	20	33	31	82	27	66	38	28	23	6	14	0	0
1974	10	65	0	7	18	20	33	31	82	27	66	38	28	23	6	14	0	0
1975	0	74	2	18	8	37	30	67	67	85	5	80	38	47	14	0	17	1
1976	52	0	34	20	59	34	18	46	78	64	109	25	22	45	75	0	32	76
1977	5	14	0	55	2	80	8	120	5	77	35	62	93	9	24	17	6	0
1978	35	17	21	27	14	55	52	122	100	37	78	30	24	55	22	8	15	0
1979	28	0	50	11	30	23	32	16	86	22	43	152	109	28	35	0	0	0
1980	0	16	32	45	54	39	0	160	64	58	91	147	36	0	21	36	0	21
1981	42	26	27	19	28	34	42	16	91	46	42	60	69	20	4	0	8	0
1982	0	27	19	53	16	52	13	54	28	96	66	71	17	0	0	14	11	0
1983	0	0	43	25	41	24	27	72	100	29	67	73	74	26	5	15	0	0
1984	0	0	22	10	29	18	59	37	6	9	37	2	41	14	0	5	3	0
1985	0	9	44	2	2	70	10	70	32	58	36	77	81	58	3	6	0	0
1986	7	8	0	15	105	72	61	40	42	44	92	60	78	19	16	0	0	0
1987	0	0	19	69	6	29	32	44	15	42	124	37	48	32	45	13	0	0
1988	0	0	102	8	36	46	83	19	29	160	120	73	39	13	0	7	0	0
1989	0	12	14	41	0	17	128	32	40	82	95	75	46	18	0	7	0	0

	MAY			JUIN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	9	46	3	13	61	23	58	93	20	63	41	107	60	106	3	20	17	7
1961	2	1	10	10	67	22	33	65	10	133	41	82	106	35	13	0	0	0
1962	8	18	54	62	120	24	13	60	41	152	151	86	93	87	18	44	0	0
1963	54	23	2	3	25	91	29	63	47	88	63	37	36	31	2	60	0	0
1964	3	21	44	80	54	31	25	28	58	40	101	88	20	110	13	0	0	0
1965	8	41	18	5	10	56	47	45	47	104	74	25	75	75	39	136	6	82
1966	1	9	16	138	23	30	83	31	13	125	64	49	110	42	20	162	1	2
1967	8	47	22	46	6	93	10	82	65	54	136	139	47	86	43	3	2	0
1968	2	55	33	25	13	75	94	109	47	27	21	89	115	30	12	140	0	8
1969	0	6	4	33	22	9	50	76	18	82	49	38	98	39	21	4	2	43
1970	2	29	35	20	37	26	67	132	87	57	64	59	78	27	0	28	11	1
1971	2	28	10.6	16	12	18	90	61	40	30	20	84	47	76	13	3	1	0
1972	6	1	14	71	7	82	108	14	38	63	83	28	46	76	49	46	37	5
1973	21	9	13	32	11	52	50	20	168	46	45	62	19	15	50	14	0	0
1974	11	20	2	20	12	11	79	112	68	94	99	78	46	70	21	165	0	0
1975	0	36	1	45	35	76	38	56	54	51	47	119	28	58	13	3	0	0
1976	34	17	35	28	54	41	30	46	44	74	145	17	85	55	45	5	14	95
1977	13	9	10	44	7	43	3	28	37	101	33	64	75	41	16	9	12	0
1978	47	23	56	16	16	29	43	36	62	48	100	51	80	30	18	1	9	1
1979	12	10.5	48	47	90	23	46	39	77	46	18	79	123	25	31	6	7	0
1980	0	8	64	51	75	51	53	130	91	73	25	70	40	3	2	14	4	0
1981	18	19	20	34	9	48	41	44	71	3	130	35	119	2	47	0	2	0
1982	46	11	37	42	51	68	9	40	23	75	36	82	5	2	22	25	5	0
1983	3	21	8	19	152	22	41	76	44	26	61	44	29	59	0	40	0	0
1984	9	2	25	16	17	2	15	11	13	25	44	34	66	10	2	5	49	0
1985	12	1	3	0	39	21	76	51	82	37	23	71	75	49	4	0	6	0
1986	15	25	12	22	90	41	23	57	35	37	88	41	174	35	33	0	0	0
1987	2	0	8	66	3	44	44	24	26	45	95	6	28	5	93	19	4	0
1988	4	3	12	2	40	28	20	38	30	49	60	76	43	10	11	4	0	0
1989	0	4	8	19	0	5	99	11	24	35	86	98	50	27	0	9	7	0

PLUVIOMETRIE DECADEAIRE : 1960 - 1989 (OUAGADOUGOU)

	MAI			JUIN			JUILLET			AOUT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	9	41	59	23	64	70	72	65	77	36	19	104	71	89	4	21	1	11
1961	0	0	6	40	69	54	48	38	58	47	42	90	132	31	20	0	0	0
1962	10	5	63	25	87	90	19	17	164	87	142	192	67	77	19	33	6	0
1963	31	10	1	4	22	68	46	49	66	101	73	43	43	16	17	32	0	23
1964	18	31	32	58	64	42	14	54	123	73	136	108	66	143	48	12	0	0
1965	40	90	4	3	8	47	71	72	80	68	96	60	75	64	31	17	3	5
1966	2	8	40	49	32	22	40	31	25	68	56	54	33	18	51	54	0	0
1967	11	12	49	15	7	51	18	86	58	20	92	111	36	51	51	0	19	0
1968	15	55	14	34	24	36	54	103	36	33	2	12	90	34	14	45	0	6
1969	23	14	43	37	13	71	56	101	62	141	106	96	121	56	30	1	3	10
1970	0	0	121	21	24	17	84	85	47	63	34	44	53	70	9	19	10	0
1971	3	24	0	40	4	27	83	86	52	38	8	146	66	70	12	0	2	0
1972	46	0	63	112	31	117	73	43	79	65	98	21	131	18	20	23	67	0
1973	22	9	20	43	4	28	15	42	186	59	75	44	13	60	16	10	0	0
1974	26	32	15	34	3	34	68	54	42	169	93	97	35	97	65	33	0	0
1975	0	12	6	4	37	87	52	77	162	17	98	107	23	35	13	11	2	2
1976	55	15	40	20	87	55	32	43	126	45	188	19	69	91	63	4	27	91
1977	0	2	66	22	20	23	12	-	54	80	100	130	65	1	16	18	16	
1978	3	7	63	22	30	38	58	50	28	52	50	83	59	62	29	4	18	0
1979	27	0	22	15	36	34	30	50	115	42	7	107	107	34	29	20	2	4
1980	0	21	7	42	49	12	3	77	53	60	36	108	34	10	21	9	3	19
1981	10	22	54	37	6	36	45	40	112	33	120	57	61	6	35	0	0	0
1982	32	16	62	24	21	37	33	41	31	60	46	31	32	7	34	28	17	0
1983	0	35	9	19	57	33	10	64	115	70	72	62	70	35	2	11	0	0
1984	22	1	42	10	26	21	66	27	63	40	46	35	70	10	44	0	13	0
1985	34	37	15	4	24	54	62	86	43	53	76	64	90	46	26	3	0	0
1986	24	33	26	11	67	51	88	24	47	61	76	61	111	32	42	3	0	167
1987	0	0	67	108	11	43	51	48	48	44	89	88	7	8	114	20	18	0
1988	5	9	54	5	29	30	94	29	38	65	117	81	9	25	54	6	0	0
1989	4	8	60	7	25	32	80	34	38	65	117	75	24	25	50	16	0	0

	MAI			JUIN			JUILLET			AOUT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	8	16	27	26	43	8	55	62	96	50	18	43	68	96	2	18	3	3
1961	4	7	16	8	59	20	24	67	45	117	66	54	20	26	33	0	0	0
1962	8	13	23	41	70	57	3	87	46	138	165	168	107	53	23	24	14	1
1963	15	15	2	6	35	***	31	54	64	36	62	49	32	61	28	49	6	23
1964	0	12	27	73	36	56	34	50	86	53	105	92	26	12	34	0	1	0
1965	10	27	16	0	20	19	89	66	41	77	132	58	36	60	27	23	1	0
1966	2	5	23	113	24	34	39	13	17	85	50	63	94	75	52	53	0	0
1967	20	16	8	37	17	79	8	83	52	45	129	124	23	100	48	19	0	0
1968	19	23	53	10	12	74	23	71	52	23	53	40	80	35	6	14	0	8
1969	1	3	31	69	23	63	70	43	14	113	80	95	83	40	19	1	7	15
1970	5	20	43	15	16	48	85	111	111	71	67	89	75	56	0	3	4	0
1971	6	4	2	23	6	35	64	53	28	36	28	72	18	23	21	0	0	0
1972	6	0	43	6	12	75	65	26	43	97	58	23	40	26	19	20	28	12
1973	13	0	16	18	30	42	64	23	15	47	39	60	26	19	19	15	0	0
1974	9	23	0	30	8	30	85	58	46	113	61	76	50	64	34	47	0	0
1975	0	77	0	39	15	23	28	74	71	69	6	247	58	84	23	1	50	0
1976	22	5	66	34	87	53	64	89	45	37	143	15	35	31	18	5	17	55
1977	0	9	7	81	10	6	4	74	12	128	102	77	94	6	19	13	15	0
1978	6	12	25	19	4	51	39	73	97	27	81	37	68	31	47	4	23	2
1979	13	0	42	11	44	42	16	50	37	55	31	111	88	85	37	25	38	1
1980	0	24	18	61	77	50	49	67	60	79	44	85	9	5	16	16	8	37
1981	29	7	10	17	15	25	61	23	95	10	52	36	95	29	31	0	0	0
1982	26	3	25	29	30	51	2	31	58	108	80	65	1	1	5	30	13	9
1983	0	19	21	2	118	21	40	67	79	35	77	60	80	23	0	20	0	0
1984	14	15	71	25	16	11	74	6	17	26	46	66	67	25	1	0	0	0
1985	4	13	3	2	28	17	97	56	82	72	47	67	73	57	16	4	0	0
1986	15	29	25	29	102	81	35	48	34	34	63	42	158	33	55	1	0	2
1987	2	0	3	53	0	40	46	65	93	54	60	41	25	7	***	16	14	0
1988	0	3	6	29	17	35	39	69	80	60	68	50	37	58	80	10	9	0
1989	3	1	10	32	2	25	115	31	42	54	82	80	54	26	0	30	2	0

	MAI			JUIN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1960	17	50	34	44	95	113	83	111	67	46	32	124	124	41	110	120	16	8
1961	13	0	9	57	74	55	30	96	91	52	41	50	170	11	40	0	0	0
1962	17	6	117	28	79	79	11	49	130	191	165	97	60	49	15	21	0	0
1963	28	13	0	5	14	55	22	79	57	90	44	56	72	5	17	68	1	9
1964	87	8	13	34	78	53	43	62	96	71	158	169	30	79	24	24	0	0
1965	34	57	8	3	41	16	24	38	59	58	61	93	96	49	18	15	0	12
1966	2	2	24	55	330	125	40	29	17	137	82	38	63	48	27	84	7	0
1967	8	28	1	7	7	193	19	92	70	48	95	65	52	50	196	0	12	0
1968	23	17	29	37	20	129	67	110	36	15	2	59	76	18	22	48	0	10
1969	6	48	28	43	127	162	30	105	92	114	107	88	76	68	18	0	9	20
1970	0	0	115	24	17	119	42	95	39	62	41	64	38	99	11	22	7	4
1971	14	25	0	54	0	12	98	105	84	73	49	115	19	99	1	0	2	0
1972	6	0	20	94	45	***	109	44	33	108	63	18	107	15	26	54	26	19
1973	11	0	53	35	1	40	7	40	120	60	42	47	16	32	0	6	0	0
1974	30	32	4	37	0	6	77	32	46	97	112	98	43	96	40	29	0	0
1975	0	17	0	0	27	163	64	177	84	72	30	154	22	53	0	12	12	2
1976	72	13	54	27	113	145	45	48	134	57	127	9	33	67	135	14	31	***
1977	0	18	46	43	60	144	18	43	44	134	79	101	87	16	15	47	3	0
1978	27	16	78	33	28	133	21	47	8	31	24	80	25	56	18	0	0	0
1979	20	0	18	20	18	163	40	56	101	64	19	154	121	15	27	2	3	0
1980	0	12	5	26	68	112	17	64	64	128	115	152	19	18	15	4	11	3
1981	24	74	31	59	30	163	34	45	103	14	106	31	66	1	52	0	0	0
1982	36	7	51	27	32	162	42	21	32	58	78	20	48	8	12	38	30	16
1983	0	14	19	6	79	153	14	64	104	73	37	97	77	36	10	14	0	0
1984	28	13	40	4	20	139	35	19	42	23	40	48	77	59	10	24	15	0
1985	13	2	2	4	8	187	41	81	53	43	72	103	100	39	134	2	0	0
1986	19	23	11	18	71	150	135	20	87	59	100	67	92	26	18	20	0	5
1987	0	0	37	34	4	137	41	49	93	67	80	47	8	4	184	10	45	0
1988	0	0	44	16	28	139	97	7	22	111	129	85	17	29	29	0	0	0
1989	0	7	42	49	15	130	80	39	48	109	97	135	98	36	2	45	0	0

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE MENSUELS CUMULES SUR 30 ANS (60 - 89)

STATIONS	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
BOUSSE	4.65	7.62	10.03	11.82	8.55	2.27
GUILONGOU	3.72	7.31	9.82	11.82	8.48	1.71
KAMBOINSE	5.75	8.10	10.62	12.44	10.79	4.24
OUAGADOUGOU	7.66	9.96	13.93	16.00	13.00	4.20
PABRE	6.36	9.82	12.60	15.53	12.32	4.55
SABA	5.96	8.23	11.93	14.76	11.40	3.53

HAUTEUR PLUVIOMETRIQUE MENSUELLE CUMULEE SUR 30 ANS (60 - 89)

STATIONS	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
BOUSSE	54.30	92.82	51.53	193.10	129.10	22.10
GUILONGOU	49.07	95.05	163.72	192.23	127.73	26.63
KAMBOINSE	52.67	110.44	161.84	202.55	139.71	36.00
OUAGADOUGOU	72.99	100.97	179.26	224.66	138.05	30.40
PABRE	49.18	112.42	169.79	219.59	140.38	30.47
SABA	62.08	117.69	176.26	242.95	130.49	34.50

TEMPERATURE Moyenne des minimas (75 - 89) Ouagadougou Aéroport

JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAIS	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
15.75	19.29	23.62	26.36	26.29	24.11	22.86	22.24	22.36	22.74	19.42	16.46

Moyenne des minimas (75 - 89)

JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAIS	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
32.20	35.65	37.99	39.64	38.09	34.72	32.88	31.34	32.52	35.71	35.88	32.63

Moyenne des moyennes (75 - 89)

JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAIS	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
24.00	27.63	30.08	33.04	32.24	29.41	27.51	26.79	27.44	29.25	27.67	24.56

EVAPO-TRANSPIRATION POTENTIELLE (E.T.P.)

	AVRIL			MAI			JUN			JUILLET			AOUT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
E.T.P.	66.56	66.6	66.4	64.08	62.14	67.9	56.9	57.6	53.1	49.8	52	45	45	46.5	51.4	45	47	48	50	51	56
ETP/2	33.7	33.3	33.2	32.04	31.7	33.9	28.4	28.8	26.5	24.5	24.05	26	22.5	23.2	25.7	22.5	23.5	24	25	25.5	28